



การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงดื่ม:  
การศึกษาเชิงคุณภาพและการเก็บรักษา

Development of Lanna Health Supplement Herbal Drink Recipe in Instant  
Extract Powder Form: A Qualitative Study and Preservation

ทวีศักดิ์ หลีแก้วสาย<sup>1</sup> จักรกฤษณ์ คณารีย์<sup>1</sup> วนิษา ปันฟ้า<sup>1</sup> พรพรรณ มณีวรรณ<sup>1</sup> พรหทัย พุทธรวัน<sup>2</sup>  
และ สมฤทัย ยังวรรณ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เชียงราย 57100

<sup>2</sup>สาขาเทคโนโลยีและนวัตกรรมกรรมการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เชียงราย 57100

Taweesak Leekaewsa<sup>1</sup>, Chakkrit Khanaree<sup>1</sup>, Wanisa Punfa<sup>1</sup>, Pornphun Maneewan<sup>1</sup>,  
Pornhathai Putthawan<sup>2</sup> and Somruethai Yangwan<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>School of Traditional and Alternative Medicine, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, 57100

<sup>2</sup>Food Tech & Innovation Program, Faculty of Sciences and Technology, Chiang Rai Rajabhat University,  
Chiang Rai, 57100

\*Corresponding author: somruethai.yan@crru.ac.th

Received: 23 October 2025/ Revised: 1 March 2026/ Accepted: 9 March 2026

## บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงดื่มมีส่วนประกอบ 10 ชนิด เช่น กำแพงเจ็ดชั้น ผางเสน มะตูม เป็นต้น ผสมกับมอลโตเดกซ์ตรินและทำให้แห้งแบบพ่นฝอย ผลการศึกษาพบว่าสูตรที่ผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 และ 10 มีคุณสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกับเครื่องดื่มในรูปแบบสกัดพร้อมดื่ม มีสีส้มแดง pH เป็นกลางและมีความหนืดใกล้เคียงกัน การศึกษานี้เลือกสูตรผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 ซึ่งมีประสิทธิภาพและลดการใช้มอลโตเดกซ์ตริน โดยใช้ผงสกัด 9.36 กรัมต่อน้ำ 200 มิลลิลิตรต่อครั้ง การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบชั้นบางพบว่าผงสกัดดังกล่าวมีลายพิมพ์นิ้วมือทางเคมีและค่า R<sub>f</sub> ใกล้เคียงกัน และยังคงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระชนิด DPPH และ ABTS มีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 857.5±52.3 µg/mL และ 336.2±12.9 µg/mL เมื่อทดสอบการเก็บรักษาภายใต้สภาวะเร่งพบว่าสารดังกล่าวสามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิ 35°C, 45°C และ 55°C เป็นเวลา 533, 385 และ 346 วันตามลำดับ โดยระยะเวลา 9 เดือน ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เกินค่ามาตรฐาน การศึกษานี้สรุปได้ว่าการใช้เทคนิคทำแห้งแบบพ่นฝอยร่วมกับมอลโตเดกซ์ตรินสามารถพัฒนาเครื่องดื่มดังกล่าวในรูปแบบผงสกัดขงดื่มที่สะดวกต่อการบริโภค ยืดอายุการเก็บรักษาและมีสารออกฤทธิ์ทางยา

**คำสำคัญ:** เครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพ เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย ผงสกัดขงดื่ม ผลิตภัณฑ์



## Abstract

This study aimed to develop a Lanna Health Supplement Herbal Drink Recipe in instant powder form for brewing. The formulation consisted of 10 herbal ingredients, such as *Salacia chinensis*, *Caesalpinia sappan*, *Aegle marmelos* etc., combined with maltodextrin, and then dried using spray drying technology. Results showed that formulations with 5% and 10% maltodextrin yielded products with physical properties similar to ready-to-drink extracts, featuring an orange-red color, neutral pH, and comparable viscosity. The 5% maltodextrin formula was selected for its superior efficiency and reduced carrier use, requiring 9.36 g of powder per 200 mL of water per serving. Thin-layer chromatography (TLC) analysis confirmed that the powder retained the chemical fingerprint characteristics and similar  $R_f$  values. Bioactivity assays demonstrated DPPH and ABTS radical scavenging activities with  $IC_{50}$  values of  $857.5 \pm 52.3 \mu\text{g/mL}$  and  $336.2 \pm 12.9 \mu\text{g/mL}$ , respectively. Accelerated storage testing under  $35^\circ\text{C}$ ,  $45^\circ\text{C}$ , and  $55^\circ\text{C}$  revealed shelf lives of 533, 385, and 346 days, respectively. Over 9 months, no microbial contamination exceeded regulatory standards. In conclusion, spray drying combined with maltodextrin enabled the development of a convenient, long-shelf-life Lanna herbal beverage powder that preserves bioactive compounds.

**Keywords:** Herbal Drink, Health Supplement, Spray Dryer, Instant Extract Powder, Product

## บทนำ

การดูแลสุขภาพด้วยวิธีธรรมชาติได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการใช้สมุนไพรในรูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรคในระดับบุคคล [1] หนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมคือ เครื่องดื่มสมุนไพรสกัดพร้อมดื่ม [2] ซึ่งเป็นการนำสมุนไพรมาต้มเคี่ยวเพื่อนำสารสกัดมาใช้บริโภค รูปแบบดังกล่าวมีข้อดีในด้านความเรียบง่ายและสืบทอดมาจากภูมิปัญญาดั้งเดิม อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดเรื่องความไม่สะดวกในการเตรียม และอายุการเก็บรักษาที่สั้นหลังการต้มเคี่ยวซึ่งอาจไม่ตอบโจทย์การบริโภคในวิถีชีวิตปัจจุบัน เพื่อแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าว จึงมีแนวคิดพัฒนาเครื่องดื่มสมุนไพรในรูปแบบผงสกัดซึ่งสามารถลดปัญหาด้านการเตรียมและเพิ่มอายุผลิตภัณฑ์ การศึกษาครั้งนี้ใช้ “เครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนา” เป็นต้นแบบ โดยเครื่องดื่มนี้มีสรรพคุณครอบคลุมการบำรุงและแก้ไขสุขภาพ อาทิ อากาศปวด นอนไม่หลับ ท้องผูก เบื่ออาหาร และความอยากอาหารลดลง ส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ กำแพงเจ็ดชั้น ชะเอมเทศ ชุมเห็ดไทย ชุมเห็ดเทศ เตยหอม เถาวัลย์เปรียง ฝางเสน มะเขือแจ้เครือ มะตูม และสะค้านแดง [3] มีวิธีการเตรียมคือ การนำสมุนไพรผสมรวมกันไปต้มกับน้ำ โดยการต้มเคี่ยว 3 ส่วน ให้เหลือ 1 ส่วน ปัจจุบันสูตรดั้งเดิมของเครื่องดื่มนี้สามารถเก็บรักษาได้ไม่เกิน 1 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิห้องหรือ 2 สัปดาห์ ที่  $4^\circ\text{C}$  องศาเซลเซียส ( $^\circ\text{C}$ )

จากข้อจำกัดของเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสกัดพร้อมดื่ม การศึกษานี้จึงสนใจที่จะพัฒนาเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาให้อยู่ในรูปแบบผงสกัดซึ่งดื่ม โดยใช้วิธีผสมมอลโตเดกซ์ตริน (Maltodextrin) เป็นสารช่วยกักเก็บและลดการสูญเสียกลิ่นรสชาติ [4-6] พร้อมประยุกต์เทคโนโลยีการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Dryer) เพื่อให้ได้ผงสกัดที่มีคุณภาพ การศึกษานี้มุ่งพัฒนากระบวนการผลิต ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ผงสกัดซึ่งดื่มเปรียบเทียบกับรูปแบบสกัดพร้อมดื่มและประเมินอายุการเก็บรักษาเพื่อสนับสนุนการใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์และเพิ่มโอกาสการเข้าถึงของผู้บริโภค



## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. การเตรียมวัตถุดิบและการเตรียมเครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสกัดพร้อมดื่ม

สมุนไพรแต่ละชนิด ได้แก่ กำแพงเจ็ดชั้น ชะเอมเทศ ชุมเห็ดไทย ชุมเห็ดเทศ เตยหอม เถาวัลย์เปรียง ฝางเสน มะเขือแจ้เครือ มะตูม และสะค้านแดง วัตถุดิบสมุนไพรได้มาจากแหล่งเพาะปลูกของกลุ่มเครือข่ายผลิตวัตถุดิบสมุนไพรของวิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย จากนั้นนำเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเบื้องต้นจนได้ขนาดที่เหมาะสมสำหรับการต้มเคี่ยวและทำให้แห้งจนมีความชื้นในช่วงร้อยละ 7-14 นำสมุนไพรที่ผ่านการเตรียมรวมกันตามสูตรเครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนา ซึ่งประกอบด้วย ชุมเห็ดไทย ชุมเห็ดเทศ มะเขือแจ้เครือ และสะค้านแดง อย่างละ 2 กรัม กำแพงเจ็ดชั้น เถาวัลย์เปรียง ฝางเสน และมะตูม อย่างละ 3 กรัม เตยหอม 4 กรัม และชะเอมเทศ 6 กรัม รวมน้ำหนักทั้งหมด 30 กรัม บรรจุในห่อผ้าขาวและใส่ลงในหม้อต้มยาสมุนไพรอัตโนมัติ [7] (CONVERSANT TECHNOLOGY CO., LTD., Thailand) ที่อุณหภูมิ 100°C ในระบบปิดแบบสุญญากาศเป็นเวลา 45 นาที ใช้น้ำปริมาณ 2,100 มิลลิลิตร กระบวนการนี้ผลิตเครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสกัดพร้อมดื่มปริมาณรวม 40 ลิตร จากนั้นแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ส่วนละ 10 ลิตร ดังนี้

ส่วนที่ 1: เครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสกัดพร้อมดื่ม (ไม่ผสมมอลโตเดกซ์ตริน)

ส่วนที่ 2: เครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนามผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 ของปริมาณทั้งหมด

ส่วนที่ 3: เครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนามผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 10 ของปริมาณทั้งหมด

ส่วนที่ 4: เครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนามผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 20 ของปริมาณทั้งหมด

### 2. การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงดื่มผสมกับมอลโตเดกซ์ตรินและทำให้แห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Dryer)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงดื่มครั้งนี้ใช้มอลโตเดกซ์ตรินเป็นสารช่วยกักเก็บสารสกัดสมุนไพร ทำหน้าที่ช่วยลดการสูญเสียกลิ่นและรสชาติให้คงตัว ลดการเสื่อมสลายขณะกระบวนการทำแห้งและช่วยเพิ่มเสถียรภาพของผงสมุนไพร [4-6] การศึกษานี้ได้เตรียมตัวอย่างเครื่องตีผสมสมุนไพรสกัดพร้อมดื่มจำนวน 4 ส่วน โดยส่วนที่ 1 เป็นสารสกัดสมุนไพรแบบไม่ผสมมอลโตเดกซ์ตริน และส่วนที่ 2-4 เป็นสารสกัดที่ผสมมอลโตเดกซ์ตรินในสัดส่วนร้อยละ 5, 10 และ 20 (w/v) ตามลำดับ จากนั้นจึงนำตัวอย่างทั้ง 4 ส่วน เข้าสู่กระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย (SPRAY DRYER SDE – 50 EURO 2, Thailand) ภายใต้เงื่อนไขอุณหภูมิขาเข้า 150°C อุณหภูมิขาออก 90°C และอัตราการป้อนสารละลาย 10 ลิตรต่อชั่วโมง โดยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยทำงานในระบบแรงดัน 10 บาร์ ซึ่งเป็นช่วงค่าที่เหมาะสมต่อการแปลงของเหลวให้เป็นผงที่มีคุณภาพและคงคุณสมบัติทางเคมี [8, 9]

ประสิทธิภาพการได้มาซึ่งสารสกัด (%Yield) ของผลิตภัณฑ์คำนวณตามสมการ

$$\text{จากสูตร } \%Yield = \frac{\text{น้ำหนักสารสกัดที่ได้}}{\text{น้ำหนักวัตถุดิบแห้งที่ใช้สกัด}} \times 100$$

สำหรับตัวอย่างที่ผสมมอลโตเดกซ์ตริน (ส่วนที่ 2-4) มีการปรับสมการคำนวณโดยหักน้ำหนักของมอลโตเดกซ์ตรินที่ผ่านการพ่นฝอยออก (มอลโตเดกซ์ตรินในสัดส่วนร้อยละ 5, 10 และ 20 มาผสมกับน้ำสะอาด) เพื่อให้ได้ค่าผลผลิตจริงของสารสกัดสมุนไพร ดังสมการ

$$\text{จากสูตร } \%Yield = \frac{\text{น้ำหนักสารสกัดที่ได้} - \text{น้ำหนักมอลโตเดกซ์ตรินหลังทำแห้ง}}{\text{น้ำหนักวัตถุดิบแห้งที่ใช้สกัด}} \times 100$$



### 3. การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงดื่ม

ดำเนินการเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์ผสมมอลโตเดกซ์ตรินกับผลิตภัณฑ์สมุนไพรในรูปแบบสกัดพร้อมดื่ม โดยใช้วิธีการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพต่าง ๆ ดังนี้

- การละลายน้ำร้อน: ทำการเติมน้ำร้อนอุณหภูมิ 100°C ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ลงในผงสกัดสมุนไพรแต่ละตัวอย่าง เครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 ใช้ผงสกัดจำนวน 9.36 กรัม และเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 10 ใช้ผงสกัดจำนวน 18.42 กรัม โดยเริ่มจับเวลาตั้งแต่ตอนเทน้ำร้อนจนผงสกัดละลายกลับจนหมด การทดสอบทำซ้ำ 3 ครั้ง และคำนวณค่าเฉลี่ย เพื่อบันทึกระยะเวลาการละลายของผลิตภัณฑ์ [10]

- การประเมินสี: ใช้การเปรียบเทียบกับแถบสีมาตรฐาน ตามหลักของ CMYK Colour Chart [11] (UK) เพื่อประเมินระดับความเข้มและโทนสีของสารสกัดสมุนไพรในรูปแบบสารละลาย [12]

- การตรวจวัดการตกตะกอน: นำสารละลายแต่ละตัวอย่างเทลงในภาชนะใส ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง และบันทึกผลการเกิดตะกอนตามลำดับชั้นความคงตัวของสารละลายด้วยวิธีการสังเกต

- การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH): ใช้เครื่องวัดค่า pH แบบตั้งโต๊ะ ยี่ห้อ Horiba รุ่น PH1500-S (Japan) เพื่อวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่าง [13]

- การตรวจวัดค่าความถ่วงจำเพาะ: ใช้เครื่อง Hydrometer ยี่ห้อ Dichte Araometer (Germany) เพื่อวัดค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ของสารละลาย [14]

- การตรวจวัดค่าความหนืด (Viscosity): ใช้เครื่องวัดความหนืดแบบถ้วย ZAHN CUP เบอร์ 3 ยี่ห้อ SHEEN เบอร์ 3 (Nederland) โดยบันทึกเวลาที่สารละลายไหลออกจากปากถ้วยเป็นหน่วยวินาที/cSt [15, 16]

- การทดสอบปริมาณของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total soluble solid (TSS); °Brix): ใช้เครื่องวัดการหักเหของแสง (Refractometer) ยี่ห้อ Atago (Japan) [13]

- การวัดค่าความชื้น: ใช้เครื่องวัดความชื้น (Moisture Balance) ยี่ห้อ Denver Instrument รุ่น IR 35 (Germany) โดยกำหนดอุณหภูมิในการอบและเวลาวัดตามมาตรฐานวิธีของผู้ผลิตอุปกรณ์ [17]

ภายหลังการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพทั้งหมด จะคัดเลือกผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงดื่มที่ให้ค่าคุณลักษณะเหมาะสมที่สุด เพื่อใช้ในการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพในขั้นตอนต่อไป

### 4. การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงดื่ม

การทดสอบในส่วนนี้มุ่งตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งในรูปแบบสกัดพร้อมดื่มและผงสกัดขงดื่ม เพื่อใช้เปรียบเทียบคุณภาพของสารสำคัญและศักยภาพทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่ได้จากกระบวนการผลิตแบบต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดของวิธีวิจัยดังนี้

#### 4.1 การตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมือ (Fingerprint) ด้วยเทคนิค Thin Layer Chromatography (TLC)

นำผงเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสกัดพร้อมดื่มและผงสกัดขงดื่มมาสกัดด้วย 80% เอทานอล ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่า 10 นาที และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง นำสารสกัด 0.01 มิลลิลิตร หยดบนแผ่น Silica gel (เฟสคงที่) และพัฒนาในระบบสารเคลื่อนที่ Toluene: Ethyl Acetate: Formic Acid (5 : 4 : 1) จากนั้นปล่อยให้แห้ง แล้วตรวจสอบภายใต้แสงธรรมชาติและ UV ที่ 254 และ 366 นาโนเมตร บันทึกลักษณะแถบสีและคำนวณค่า R<sub>f</sub> เพื่อตรวจสอบลักษณะลายพิมพ์นิ้วมือเฉพาะของผลิตภัณฑ์ [18]

#### 4.2 การตรวจวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (Total Phenolic Content)

ละลายสารสกัดเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงดื่มที่ความเข้มข้นต่าง ๆ นำมาทดสอบด้วยวิธี Folin-Ciocalteu โดยผสมสารละลาย 10% Folin-Ciocalteu เขย่าให้เข้ากัน ตามด้วยสารละลาย Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>



เขย่าให้เข้ากันและแล้วทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร ด้วย Microplate reader เทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก และรายงานค่าผลลัพธ์เป็น mg Gallic acid equivalent (GAE)/g extract การทดสอบทำซ้ำ 3 ครั้ง และคำนวณค่าเฉลี่ย [19]

#### 4.3 การตรวจวัดปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม (Total Flavonoid Content)

ละลายสารสกัดเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงดื่มที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ผสมตัวอย่างกับ 5% NaNO<sub>2</sub> หลังจากนั้น 5 นาที เติม 10% AlCl<sub>3</sub> และเติม 1 M NaOH ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที จากนั้นเขย่าให้เข้ากันและวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 นาโนเมตร ด้วย Microplate reader ผลลัพธ์คำนวณเทียบกับกราฟมาตรฐาน Catechin และรายงานค่าเป็น mg Catechin equivalent (CE)/g extract การทดสอบทำซ้ำ 3 ครั้ง และคำนวณค่าเฉลี่ย [20]

#### 4.4 การทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระชนิด DPPH และ ABTS

ผสมสารสกัดเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงดื่มที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 20 µL กับสารละลาย 0.2 mM DPPH จำนวน 180 µL ใน 96-well plate บ่มในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง 15 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร ด้วย ELISA plate reader โดยใช้เมทานอลเป็นสารควบคุม ผลลัพธ์แสดงเป็นค่า IC<sub>50</sub> (50% Inhibitory Concentration) การทดสอบจะทำซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย [20]

ผสมสารสกัดเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงดื่มที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เมทานอล 10 µL กับสารละลาย ABTS จำนวน 990 µL ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 6 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer โดยใช้น้ำกลั่นเป็นสารอ้างอิง ผลลัพธ์แสดงเป็นค่า IC<sub>50</sub> (50% Inhibitory Concentration) การทดสอบจะทำซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย [21]

### 5. การตรวจสอบอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงดื่ม

#### 5.1 การตรวจสอบการเสื่อมคุณภาพในสภาวะเร่ง

สภาวะเร่งเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือเคมีและสามารถประเมินอายุการเก็บ (Shelf life) ของผลิตภัณฑ์ได้ในเวลาสั้นลง โดยการเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะที่รุนแรงกว่าปกติ (เช่น อุณหภูมิสูง ความชื้นสูง หรือแสงจัด) วิธีการคือ นำเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงดื่มมาบรรจุลงในอลูมิเนียมพอยล์ของละ 10 กรัม นำเข้าตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิและความชื้น Climatic Chamber Binder รุ่น KBF 240 (Germany) ในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35°C, 45°C และ 55°C เป็นระยะเวลา 2 เดือน ทำการสุ่มตัวอย่างทุก ๆ สัปดาห์ มาประเมินค่าสี L\* คือ ค่าความสว่าง (0 = ดำ, 100 = ขาว) a\* คือ ค่าความเป็นสีแดงและเขียว (+แดง/-เขียว) และ b\* ค่าความเป็นสีเหลืองและน้ำเงิน (+เหลือง/-น้ำเงิน) ด้วยเครื่องวัดสี Reflection spectrometer Avantes (Netherlands) และค่าปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่อง Water activity รุ่น Dew Point Water Activity Meter 4TE (USA) จากนั้นนำไปประเมินอายุการเก็บรักษาตามปฏิกิริยาจลนพลศาสตร์ (Kinetic reaction) การพิจารณาว่าสารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ได้อย่างไร โดยมีการควบคุมปัจจัยอื่นที่มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนแปลง [22]

#### 5.2 การตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์

ดำเนินการตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงดื่มทุกเดือนเป็นระยะเวลา 9 เดือน ด้วยวิธีตรวจนับจุลินทรีย์มาตรฐาน (Standard Plate Count) เพื่อนับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา สำหรับการตรวจจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตโดยใช้อากาศ (Aerobic plate count; APC) จะใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Nutrient Agar และการตรวจยีสต์และรา (Total Yeast and Mold) จะใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Potato Dextrose Agar [23] และตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค 3 ชนิด ได้แก่ *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. และ *Clostridium* spp. โดยมีวิธีการทดสอบอ้างอิงตามตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย (Thai Herbal Pharmacopoeia, THP) ดังนี้ [24]

1) เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ 3 ชนิด ได้แก่ อาหารเลี้ยงเชื้อ MacConkey Agar ใช้สำหรับ เลี้ยงเชื้อ *Escherichia coli* อาหารเลี้ยงเชื้อ Salmonella-Shigella Agar ใช้สำหรับเลี้ยงเชื้อ *Salmonella* spp. อาหารเลี้ยงเชื้อ Clostridial Agar ใช้สำหรับเลี้ยงเชื้อ *Clostridium* spp.

2) นำตัวอย่างเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงดื่ม มาทำการเจือจางให้ได้ความเข้มข้น  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  และ  $10^{-3}$  ตามลำดับ เพื่อนำมาทดสอบในอาหารเลี้ยงเชื้อ 3 ชนิด ที่เตรียมไว้ โดยใช้เทคนิค Spread plate จากนั้นทำการบ่มเชื้อในตู้บ่มเชื้อ (Incubator) ที่อุณหภูมิ  $35^{\circ}\text{C}$  เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

3) เมื่อครบเวลา ทำการตรวจนับโคโลนี อ่านผลการทดลองที่ได้ โดยทำการเปรียบเทียบจำนวนโคโลนีของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่ได้ใส่ตัวอย่าง (ควบคุม) กับที่ใส่ตัวอย่าง และรายงานผลเป็นโคโลนีต่อกรัม หรือมิลลิลิตร (Colony Forming Units หรือ CFU/g หรือ mL) โดยเกณฑ์การปนเปื้อนต้องไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง เกณฑ์มาตรฐาน ค่าความบริสุทธิ์ หรือคุณลักษณะอื่นอันมีความสำคัญต่อคุณภาพ สำหรับผลิตภัณฑ์สมุนไพร พ.ศ. 2568 [25]

## 6. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการทดลองเชิงปริมาณจะแสดงในรูปแบบค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean  $\pm$  SD) การวิเคราะห์ความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างจะพิจารณาที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ( $p < 0.05$ ) โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ที่มีการใช้ Post hoc test โดยใช้ Tukey's multiple comparisons test สำหรับการเปรียบเทียบกรณีที่มี 3 ตัวแปร ได้แก่ เครื่องดื่มสกัดพร้อมดื่ม เครื่องดื่มผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 และ 10 และ ใช้ t-test สำหรับเปรียบเทียบกรณีที่มี 2 ตัวแปร ได้แก่ เครื่องดื่มผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 และ 10 โดยใช้โปรแกรม GraphPad Prism Version 6

## ผลการวิจัย

### 1. ปริมาณสารสกัด (%Yield) ของเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสกัดพร้อมดื่มและผงสกัดขงดื่ม

ภายหลังจากนำเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสารสกัดพร้อมดื่มปริมาณ 10 ลิตร เข้าสู่กระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย (ภาพที่ 1) พบว่าสามารถให้ปริมาณสารสกัดเท่ากับ  $13.57 \pm 1.68\%$  สำหรับเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาที่ผสมมอลโตเดกซ์ตรินในอัตราร้อยละ 5 และ 10 มีปริมาณสารสกัดเท่ากับ  $21.06 \pm 0.93\%$  และ  $19.58 \pm 1.10\%$  ตามลำดับ ในขณะที่สูตรผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 20 ไม่สามารถคำนวณปริมาณสารสกัดได้ เนื่องจากมีความหนืดสูง ทำให้ไม่สามารถแห้งเป็นผงละเอียดได้และสารสกัดที่ได้มีลักษณะเหนียวติดกับผนังภายในของเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการผสมมอลโตเดกซ์ตรินในสัดส่วนร้อยละ 5 และ 10 มีความเหมาะสมต่อการช่วยกักเก็บสารสกัดสมุนไพรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่มีมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 และ 10 เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 1 สารสกัดเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาที่ผ่านกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดย (A) เครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสกัดพร้อมดื่ม (ไม่ผสมมอลโตเดกซ์ตริน) (B) เครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 (C) เครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 10 และ (D) มอลโตเดกซ์ตริน



**2. การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องตีผสมสมุนไพรสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงตี**

สำหรับการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องตีผสมสมุนไพรสุขภาพตำรับล้านนาผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 และ 10 เทียบกับผลิตภัณฑ์เครื่องตีผสมสมุนไพรสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสกัดพร้อมตีในคุณสมบัติต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเครื่องตีผสมสมุนไพรสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงตี เทียบกับผลิตภัณฑ์เครื่องตีผสมสมุนไพรสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสกัดพร้อมตี

ลำดับ	รายการทดสอบ	เครื่องตีมาสกัดพร้อมตี	ผลการทดสอบ	
			เครื่องตีมาผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5	เครื่องตีมาผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 10
1	การละลายน้ำร้อน 100°C (min)	-	2.45±0.19	2.99±0.19 <sup>†</sup>
2	ค่าสี 	 สีส้ม แถบที่ 3	 สีส้มอมแดง แถบที่ 2	 สีส้มอมแดง แถบที่ 2
3	การตกตะกอน	ไม่พบการตกตะกอน		
4	ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)	6.64±0.07	7.69±0.02*	7.76±0.10 <sup>#</sup>
5	ค่าความถ่วงจำเพาะ (g/mL)	1.000±0.000	1.014±0.001*	1.031±0.001 <sup>#†</sup>
6	ความหนืด (s)	14.08±0.22	13.88±0.07	13.83±0.11
7	TSS (°Brix)	0±0.0	5±0.0*	9±0.0 <sup>#†</sup>
8	ปริมาณความชื้น (%)	-	4.98±0.07	3.87±0.07 <sup>†</sup>

หมายเหตุ: \*  $p < 0.05$  เครื่องตีมาผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 เทียบกับ เครื่องตีมาสกัดพร้อมตี  
<sup>#</sup>  $p < 0.05$  เครื่องตีมาผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 10 เทียบกับ เครื่องตีมาสกัดพร้อมตี  
<sup>†</sup>  $p < 0.05$  เครื่องตีมาผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 10 เทียบกับ เครื่องตีมาผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5

จากตารางที่ 1 พบว่าเครื่องตีผสมสมุนไพรสุขภาพตำรับล้านนาที่ผสมมอลโตเดกซ์ตรินในสัดส่วนร้อยละ 5 และ 10 สามารถละลายในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100°C ได้ดี โดยเครื่องตีผสมสมุนไพรสุขภาพตำรับล้านนาที่ผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 และ 10 ใช้เวลาในการละลายด้วยน้ำร้อน 100°C เป็นเวลา 2.45±0.19 และ 2.99±0.19 นาที ตามลำดับ โดยเครื่องตีผสมสมุนไพรสุขภาพตำรับล้านนาที่ผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 ใช้เวลาในการละลายน้อยกว่าเครื่องตีผสมสมุนไพรสุขภาพตำรับล้านนาที่ผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 10 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่เกิดการตกตะกอน

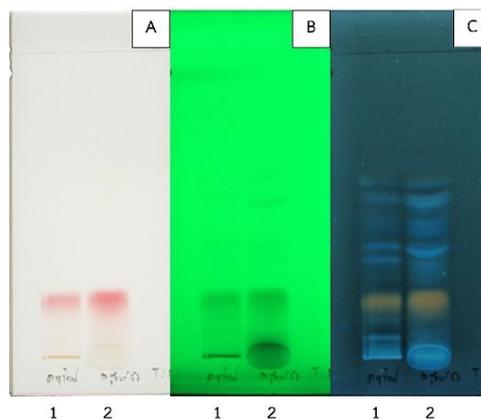
สีของเครื่องตีในรูปแบบสกัดพร้อมตี เมื่อเทียบกับ CMYK Colour Chart มีสีส้มแถบที่ 3 รหัส C:0 M:50 Y:100 K:0 ขณะที่สูตรผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 และ 10 มีสีส้มอมแดงแถบที่ 2 รหัส C:0 M:75 Y:100 K:0 ซึ่งสีมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมเนื่องจากผลของการผสมมอลโตเดกซ์ตรินร่วมกับความร้อนในกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ของเครื่องตีผสมสมุนไพรสุขภาพตำรับล้านนาที่ผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 และ 10 อยู่ในช่วง 7.60–7.80 จัดอยู่ในภาวะเป็นกลาง โดยมีค่ามากกว่าเครื่องตีผสมสมุนไพรสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสกัดพร้อมตี ซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 6.64±0.07 (กรดอ่อน) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากมอลโตเดกซ์ตรินที่ใช้มีค่า pH 8.08±0.06 (เบสอ่อน) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผสมมอลโตเดกซ์ตรินมีค่า pH เพิ่มขึ้น ผลการวัดความหนืดของเครื่องตีผสมสมุนไพรสุขภาพตำรับล้านนาทั้งสามสูตรพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของความถ่วงจำเพาะและค่า TSS (°Brix) มีแนวโน้ม

เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของมอลโตเดกซ์ทรินที่ผสมร้อยละ 5 และ 10 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเป็นผลจากสัดส่วนมอลโตเดกซ์ทรินที่แตกต่างกัน สำหรับปริมาณความชื้น พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผสมมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 5 มีความชื้นมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผสมมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 10 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาสัดส่วนการใช้ประโยชน์ พบว่าเครื่องตีผสมปูนโพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสีกัดพร้อมตีมี รับประทานครั้งละ 200 มิลลิลิตร ซึ่งเมื่อนำมาผ่านกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย ได้สารสกัดเท่ากับ 0.39 กรัม ในขณะที่เครื่องตีผสมปูนโพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาสูตรผสมมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 5 และ 10 เมื่อนำมาผ่านกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย ได้สารสกัดเท่ากับ 9.36 กรัม และ 18.42 กรัม ตามลำดับ จึงจะสามารถเทียบได้กับสารสกัด 0.39 กรัม ของสูตรสีกัดพร้อมตีมี

จากผลดังกล่าวการศึกษาจึงคัดเลือกสูตรที่ผสมมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 5 เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพในขั้นตอนต่อไป เนื่องจากสูตรดังกล่าวสามารถช่วยกักเก็บสารสกัดจากสมุนไพรได้ในระดับเทียบเท่ากับสูตรที่มีมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 10 แต่ใช้ปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินน้อยกว่า ซึ่งเหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องตีผสมปูนโพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงตีมีเชิงพาณิชย์

### 3. การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องตีผสมปูนโพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงตีมี

การศึกษานี้มุ่งตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีของเครื่องตีผสมปูนโพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสีกัดพร้อมตีมีและเครื่องตีผสมปูนโพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาที่ผสมมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 5 โดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบชั้นบางเพื่อเปรียบเทียบลักษณะลายพิมพ์นิ้วมือทางเคมีของทั้งสองตัวอย่างตามสัดส่วนการใช้งานจริง ผลการวิเคราะห์พบว่าภายใต้แสงขาวตรวจพบแถบสารจำนวน 1 แถบ ในทั้งสองตัวอย่าง เมื่อส่องด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร พบแถบสารจำนวน 2 แถบ และภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร พบแถบสารจำนวน 6 แถบ ในทั้งสองตัวอย่าง (ดังแสดงในภาพที่ 2 และตารางที่ 2) จากผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า เครื่องตีผสมปูนโพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสีกัดพร้อมตีมีและสูตรที่ผสมมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 5 มีลักษณะลายพิมพ์นิ้วมือทางเคมีและค่า  $R_f$  ใกล้เคียงกัน ซึ่งบ่งชี้ว่าการแปรรูปด้วยกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยและการเติมมอลโตเดกซ์ทรินไม่ได้ส่งผลต่อโครงสร้างของสารสำคัญจากสมุนไพรอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้ผลิตภัณฑ์ผงสกัดขงตีมียังคงรักษาเอกลักษณ์ของสารสำคัญได้ใกล้เคียงกับสูตรสีกัดพร้อมตีมีต้นแบบ



ภาพที่ 2 TLC chromatogram ของเครื่องตีผสมปูนโพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสีกัดพร้อมตีมีและเครื่องตีผสมปูนโพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาผสมมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 5 โดย (A) ภายใต้แสงขาว (B) ภายใต้แสง UV254 nm และ (C) ภายใต้แสง UV366 nm

Lane 1: เครื่องตีผสมปูนโพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสีกัดพร้อมตีมี

Lane 2: เครื่องตีผสมปูนโพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาผสมมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 5



ตารางที่ 2 ค่า R<sub>f</sub> ของเครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสกัดพร้อมตีและเครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดซึ่งตีผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5

Detection	TLC fraction	ค่า R <sub>f</sub>	
		เครื่องตีมา ในรูปแบบสกัดพร้อมตี	เครื่องตีมา ผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5
Normal lighting	1	0.19	0.19
UV254	1	0.19	0.19
	2	0.37	0.35
UV366	1	0.18	0.18
	2	0.31	0.30
	3	0.37	0.35
	4	0.44	0.43
	5	0.52	0.51
	6	0.57	0.57

#### 4. การตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (Total phenolic content) ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม (Total flavonoid content) และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงตี

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของเครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนามีค่าเท่ากับ 151.6±5.4 mg GAE/g extract และ 37.9±2.8 mg CE/g extract ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของเครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาที่ผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 พบว่ามีค่าเท่ากับ 34.7±7.1 mg GAE/g extract และ 2.7±0.2 mg CE/g extract ตามลำดับ เมื่อนำสารสกัดจากเครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนามาวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS พบว่าสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระชนิด DPPH และ ABTS โดยมีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 119.2±2.5 µg/mL และ 36.0±2.8 µg/mL ตามลำดับ ขณะที่เครื่องตีดังกล่าวที่นำมาผสมกับมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 ยังแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระชนิด DPPH และ ABTS โดยมีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 857.5±52.3 µg/mL และ 336.2±12.9 µg/mL ตามลำดับ จากผลการศึกษาดังกล่าวพบได้ว่าสารสกัดจากเครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าเครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาที่ผสมกับมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 ทั้งนี้เนื่องจากการผสมมอลโตเดกซ์ตรินทำให้ความเข้มข้นของสารสกัดลดลง

จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า เครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาที่ผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 ยังคงมีสารออกฤทธิ์สำคัญจากสมุนไพรอยู่ในระดับที่สามารถแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ ซึ่งสะท้อนถึงศักยภาพในการคงคุณสมบัติทางชีวภาพของสารสำคัญภายหลังการผ่านกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย

#### 5. การตรวจสอบอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงตี

##### 5.1 การตรวจสอบการเสื่อมสภาพในสภาวะเร่ง

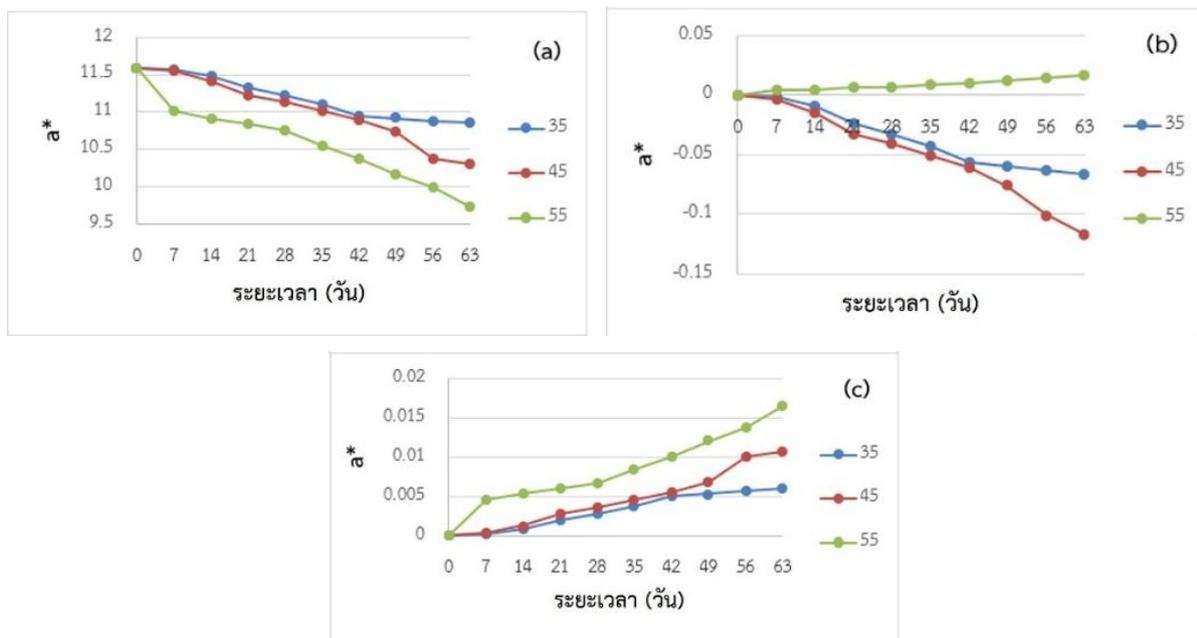
การประเมินอายุการเก็บรักษาทางผู้วิจัยได้เลือกค่าดัชนี a\* ที่ระดับครึ่งหนึ่ง ของค่าสี a\* เริ่มต้น หรือมีค่าลดลง 50% เป็นตัวตัดสินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 เนื่องจากผลิตภัณฑ์ของงานวิจัย เป็นผลิตภัณฑ์ที่ขงตีเพื่อสุขภาพ ดังนั้นในการคัดเลือกดัชนีเพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาจึงเลือกค่าสี a\* คือ ค่าความเป็นสีแดง เพราะค่าสีแดงบ่งบอกถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ (ทำการวัดด้วยวิธี DPPH ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่า a\* โดยมีค่า correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.9856) เมื่อทำการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง



พบว่าค่าสีแดงมีแนวโน้มลดลง บ่งบอกถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ลดลงตามไปด้วย จึงได้คัดเลือกค่าสีแดงเป็นดัชนีในการประเมินอายุการเก็บรักษา และเกณฑ์พิจารณาที่ค่าสีลดลง 50% มาจากผลที่สอดคล้องกับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่ลดลงอยู่ในระดับต่ำกว่า 50% ซึ่งถือว่าต่ำและอาจไม่มีนัยสำคัญทางสุขภาพ (มีฤทธิ์น้อย)

จากการศึกษาการประเมินอายุการเก็บของสารสกัดสมุนไพรอัดเม็ด โดยเลือกใช้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเป็นดัชนีบ่งบอกอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ พบว่าการสลายตัวของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเป็นไปตามความสัมพันธ์ของปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง และอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C มีอายุการเก็บนาน 27 เดือน หรือประมาณ 2 ปี 2 เดือน อุณหภูมิ 45°C มีอายุการเก็บ 20 เดือน และที่อุณหภูมิ 55°C มีอายุการเก็บรักษา 16 เดือน [26] อย่างไรก็ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์สมุนไพรรวมแห่งชาติ (มผช.996/2556) ระบุเรื่องเกณฑ์ของความชื้นในผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกิน 10% [27] และจากการทดลองได้ทำการวัดค่าน้ำอิสระทุกสัปดาห์ พบว่าวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ยังคงมีค่าน้ำอิสระไม่เกิน 0.6 ซึ่งบ่งบอกถึงมีระยะเวลาการเก็บรักษาที่ยาวนาน แต่เมื่อพิจารณาค่าน้ำอิสระทั้ง 3 อุณหภูมิ ทุกสัปดาห์พบว่า ค่าน้ำอิสระที่อุณหภูมิ 45°C และ 55°C มีค่าที่ต่ำกว่าอุณหภูมิ 35°C สาเหตุก็เนื่องมาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลทำให้น้ำระเหยออกจากผลิตภัณฑ์อย่างช้า ๆ และซึมผ่านบรรจุภัณฑ์ออกไป ส่งผลทำให้ปริมาณน้ำอิสระลดลง จึงไม่สามารถนำมาเป็นดัชนีประเมินอายุการเก็บรักษาโดยใช้สมการอาร์เรเนียสได้ เพราะทฤษฎีการประเมินอายุการเก็บของอาร์เรเนียสคือ ค่าคงที่ของการเสื่อมเสีย (k) จะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

เมื่อนำข้อมูลมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีแดงที่เปลี่ยนแปลงไปและเวลา (ภาพที่ 3) เพื่อหาอันดับของปฏิกิริยา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าสี  $a^*$  เป็นปฏิกิริยาอันดับ 1 เมื่อเวลาในการเก็บรักษามากขึ้น ค่าสีแดงมีแนวโน้มลดลง (อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับสารตั้งต้นกำลังหนึ่ง) มีค่า  $R^2$  สูงที่สุด ดังตารางที่ 3



ภาพที่ 3 ปฏิกิริยาอันดับศูนย์ 0 (a) ปฏิกิริยาอันดับ 1 (b) ปฏิกิริยาอันดับ 2 (c)



ตารางที่ 3 ค่า R-square ของค่าสี่ (a\*) ผลิตภัณฑ์เครื่องตีผสมปูนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาผสมมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 5 ที่อันดับปฏิกิริยาต่างๆ

อันดับปฏิกิริยา	R-square		
	35°C	45°C	55°C
ปฏิกิริยาอันดับ 0	0.9621	0.971	0.9579
ปฏิกิริยาอันดับ 1	0.9758	0.9748	0.9653
ปฏิกิริยาอันดับ 2	0.9644	0.9617	0.9615

ตารางที่ 4 ค่าคงที่ของการเกิดปฏิกิริยา (Reaction rate constant) ของค่าสี่ผลิตภัณฑ์เครื่องตีผสมปูนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาผสมมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิการเก็บรักษา	ค่าคงที่ของปฏิกิริยาอันดับ 1 (1/สัปดาห์)
35°C	0.0013
45°C	0.0018
55°C	0.002

ตารางที่ 5 อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาต่าง ๆ

อุณหภูมิการเก็บรักษา	อายุการเก็บรักษา (วัน)
35°C	533
45°C	385
55°C	346

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องตีผสมปูนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาผสมมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 5 มีค่าคงที่ของการเกิดปฏิกิริยาของอุณหภูมิ 35°C, 45°C และ 55°C เท่ากับ 0.0013, 0.0018 และ 0.002 ตามลำดับ และจากการคำนวณอายุการเก็บรักษาตามสมการอันดับปฏิกิริยาที่ 1 จะได้อายุการเก็บดังตารางที่ 5

$$\ln(C_A / C_{AO}) = -kt$$

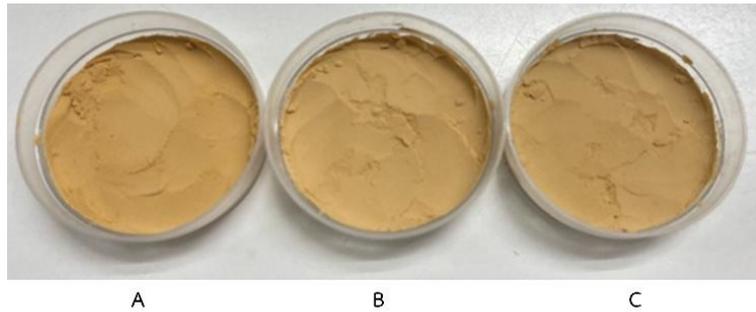
เมื่อ  $C_A$  คือ ปริมาณหรือความเข้มข้นของสารที่เวลาใด ๆ

$C_{AO}$  คือ ปริมาณหรือความเข้มข้นของสารที่เวลาเริ่มต้น

k คือ ค่าคงที่ของการเกิดปฏิกิริยา

t คือ เวลาในการเก็บรักษา

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงค่าสี่ของผลิตภัณฑ์เครื่องตีผสมปูนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาผสมมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 5 ในสภาวะเร่ง ค่อนข้างเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ นั้นหมายความว่าอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องตีผสมปูนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาผสมมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 5 จะมีอายุที่ยาวนานไปด้วย อาจเป็นไปได้ว่า รงควัตถุของสีผสมปูนไพรค่อนข้างมีความคงตัวต่ออุณหภูมิสูง (ภาพที่ 4) จะเห็นได้จากอายุการเก็บรักษา อุณหภูมิ 35°C, 45°C และ 55°C เท่ากับ 533 วัน (ประมาณ 1 ปี 4 เดือน), 385 วัน (ประมาณ 1 ปี) และ 346 วัน (ประมาณ 9 เดือน) ตามลำดับ



**ภาพที่ 4** สีของผลิตภัณฑ์เครื่องต้มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 โดย (A) อุณหภูมิ 35°C (B) อุณหภูมิ 45°C และ (C) อุณหภูมิ 55°C ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 63 วัน

#### 5.2 การตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์

สำหรับการตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องต้มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงต้มที่ผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 เป็นระยะเวลาทั้งหมด 9 เดือน พบจำนวน APC และจำนวนยีสต์และรา น้อยกว่า 100 CFU/g ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Escherichia coli* ในเครื่องต้มสมุนไพร 1 กรัม ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในเครื่องต้มสมุนไพร 25 กรัม และไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Clostridium* spp. ในเครื่องต้มสมุนไพร 1 กรัม ซึ่งเป็นไปตามค่ามาตรฐานในการตรวจวัดผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่ประกอบด้วยสารสกัดหรือพืชสมุนไพร (ที่มีหรือไม่มีสารปรุงแต่ง) ซึ่งมีการรับประทานในลักษณะชงด้วยน้ำเดือด ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง เกณฑ์มาตรฐาน ค่าความบริสุทธิ์ หรือคุณลักษณะอื่นอันมีความสำคัญต่อคุณภาพ สำหรับผลิตภัณฑ์สมุนไพร พ.ศ. 2568 [25] ดังแสดงในตารางที่ 6

**ตารางที่ 6** การตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องต้มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขงต้มที่ผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5

เชื้อจุลินทรีย์	เกณฑ์มาตรฐาน	การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ (เดือน)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Total	$< 5 \times 10^7$	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
Aerobic Microbial	CFU/g	CFU/g	CFU/g	CFU/g	CFU/g	CFU/g	CFU/g	CFU/g	CFU/g	CFU/g
Total Yeast and Mold	$< 5 \times 10^5$	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
	CFU/g	CFU/g	CFU/g	CFU/g	CFU/g	CFU/g	CFU/g	CFU/g	CFU/g	CFU/g
<i>Escherichia coli</i>	$< 10^3$	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	CFU/g									
<i>Salmonella</i> spp.	ไม่พบใน 25 g	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Clostridium</i> spp.	ไม่พบใน 1 g	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND = Not Detected

#### อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

เครื่องต้มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาเป็นตำรับสมุนไพรพื้นบ้านภาคเหนือ (ล้านนา) ที่พัฒนาขึ้นจากภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมสุขภาพและชะลอวัย ตำรับดังกล่าวประกอบด้วยสมุนไพรหลายชนิดที่มี



สรรพคุณครอบคลุมการบำรุงและแก้ไขปัญหาสุขภาพ เช่น อากาศปวดเมื่อย นอนไม่หลับ ท้องผูก เบื่ออาหาร และความอยากอาหารลดลง [3] ในปัจจุบันเครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาได้รับการนำไปใช้ในงานบริการดูแลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุของโรงพยาบาลศิริการแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดยใช้กระบวนการผลิตที่ประยุกต์เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การใช้หม้อต้มยาสมุนไพรอัตโนมัติเพื่อให้การผลิตมีความสะดวกและได้มาตรฐาน อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ยังคงอยู่ในรูปของเหลวซึ่งมีข้อจำกัดด้านอายุการเก็บรักษา เนื่องจากมีความชื้นสูงและเสี่ยงต่อการเสื่อมสภาพของสารออกฤทธิ์ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการบริโภคและยืดอายุการเก็บรักษา การศึกษานี้จึงมุ่งพัฒนาเครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาให้อยู่ในรูปแบบผงสกัดขงตี โดยการพัฒนาเครื่องตีผสมสมุนไพรจากรูปแบบสกัดพร้อมตีซึ่งอยู่ในรูปแบบของเหลว ให้เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดผงสกัดขงตีโดยใช้เทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Drying) สามารถช่วยแก้ไขข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ในรูปแบบของเหลวได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในด้านอายุการเก็บรักษา และการคงตัวของคุณภาพผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับการศึกษาของสโรบล สโรชวิสิต ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลของอุณหภูมิการอบแห้งและสารช่วยอบแห้งต่อคุณภาพของน้ำสับปะรดผงโดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย [28] ซึ่งการทำแห้งแบบพ่นฝอยเป็นกระบวนการที่ทำให้สารสกัดสูญเสียน้ำอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลง ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงต่อการเสื่อมสภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ รวมถึงลดโอกาสการเจริญของจุลินทรีย์ สอดคล้องกับหลักการที่ว่า การลดปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์อาหารสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้ นอกจากนี้การเปลี่ยนสภาพผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูปแบบผงยังช่วยลดปัญหาการตกตะกอนและการเปลี่ยนสีที่มักพบในเครื่องตีผสมสมุนไพรแบบของเหลว สอดคล้องกับงานวิจัยของพิไลรัก อินธิปัญญา ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของกระบวนการอบแห้งแบบพ่นฝอยต่อคุณภาพของน้ำหมอนผสมน้ำผึ้งชนิดผง [29] ผลการเติมมอลโตเดกซ์ตรินในระดับร้อยละ 10-20 (w/v) พบว่าสามารถทำหน้าที่เป็นสารช่วยพ่นแห้งได้อย่างเหมาะสม โดยช่วยลดการเกาะติดของผงสกัดบริเวณผนังเครื่องพ่นแห้ง ส่งผลให้ได้ผงสกัดที่มีลักษณะร่วน ไม่จับตัวเป็นก้อน และมีสีสม่ำเสมอ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความสามารถในการละลายน้ำของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นคุณสมบัติสำคัญของเครื่องตีผสมสมุนไพรชนิดผงสกัดขงตี ทั้งนี้มอลโตเดกซ์ตรินยังมีบทบาทในการช่วยห่อหุ้มสารสกัดจากสมุนไพรไว้ ทำให้สามารถคงคุณค่าของสารออกฤทธิ์ได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์ในรูปแบบของเหลวที่มีความชื้นสูง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ผงสกัดมีเสถียรภาพสูงกว่า มีความสะดวกต่อการชงดื่มและพกพา อีกทั้งยังมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้นเนื่องจากมีปริมาณความชื้นต่ำและเสถียรต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน [9]

การศึกษเครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาให้เป็นผงสกัดครั้งนี้โดยใช้เทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอยได้กำหนดค่าการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิเข้า 150°C อุณหภูมิออก 90°C และอัตราการป้อนสารละลาย 10 ลิตรต่อชั่วโมง [8] พร้อมการเติมมอลโตเดกซ์ตรินในสัดส่วนร้อยละ 5, 10 และ 20 ผลการทำแห้งพบว่าสูตรผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 และ 10 ให้ปริมาณสารสกัดเท่ากับ  $21.06 \pm 0.93\%$  และ  $19.58 \pm 1.10\%$  ตามลำดับ ส่วนสูตรที่มีมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 20 ไม่สามารถทำให้แห้งเป็นผงละเอียดได้เนื่องจากความหนืดสูง ซึ่งมีการศึกษาอื่นที่เข้ามาช่วยอธิบายว่าการผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 20-30 จำเป็นต้องใช้อุณหภูมิเข้า 160-200°C จึงจะทำให้สารสกัดที่ได้จากเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยมีความแห้งและไม่เหนียว [30] โดยการศึกษานี้ได้เลือกใช้อุณหภูมิเข้าที่ 150°C จึงเป็นเหตุหนึ่งที่ไม่สามารถทำการคำนวณปริมาณสารสกัดที่มีการผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 20 ได้ ดังนั้นการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบสกัดพร้อมตีและในสูตรที่ผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 และ 10 พบว่าทั้งสองสูตรมีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน ได้แก่ ไม่มีมีการตกตะกอน สีของผลิตภัณฑ์อยู่ในโทนส้มอมแดง ซึ่งแตกต่างจากสีส้มของสูตรดั้งเดิม ค่า pH อยู่ระหว่าง 7.60-7.80 (เป็นกลาง) และเมื่อวัดค่าความถ่วงจำเพาะและค่า TSS (°Brix) พบว่ามีค่ามากขึ้นตามสัดส่วนของมอลโตเดกซ์ตรินที่เติม สำหรับคุณสมบัติทางเคมี พบว่าผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบชั้นบาง [18] แสดงให้เห็นว่าสูตรผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 ยังคงลักษณะลายพิมพ์นิ้วมือของสารสำคัญทางเคมีใกล้เคียงกับสูตรสกัดพร้อมตีต้นแบบ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฟลาโวนอยด์รวม ซึ่งเป็นสารสำคัญที่สามารถพบได้ในพืชสมุนไพรทั่วไป เป็นกลุ่มสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย โดยเฉพาะฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ผลการศึกษาพบว่าเครื่องตีผสมสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 5 สามารถกักเก็บกลุ่มสารสำคัญเหล่านี้ไว้ได้จึง



ทำให้แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ รวมถึงสามารถเก็บรักษาได้นาน 9 เดือน โดยยังคงความปลอดภัยจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค เนื่องจากการใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ใช้ความร้อน 150°C ทำให้เกิดการฆ่าเชื้อและลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน และเมื่อทดสอบการเก็บรักษาภายใต้สภาวะเร่งพบว่าผงสกัดขมิ้นสามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิ 35°C, 45°C และ 55°C เป็นเวลา 533, 385 และ 346 วัน ตามลำดับ

ผลลัพธ์จากการดำเนินการดังกล่าว ทำให้สามารถผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรเสริมสุขภาพตำรับล้านนาในรูปแบบผงสกัดขมิ้นที่มีความสะดวกต่อการใช้งาน เหมาะสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่ต้องการดูแลสุขภาพด้วยสมุนไพร อีกทั้งยังคงรักษาคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ทางยาและฤทธิ์ส่งเสริมสุขภาพไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี 2568 จากกองทุนสนับสนุนงานวิจัยเพื่อการพัฒนา สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่มอบทุนสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

1. คณะกรรมการนโยบายสมุนไพรแห่งชาติ. แผนปฏิบัติการด้านสมุนไพรแห่งชาติ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2566 – 2570. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี: กองสมุนไพรเพื่อเศรษฐกิจ กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข; 2566.
2. โพธิ์ทอง ประณีตพลกรัง. เทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอยสำหรับอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร. วารสารวิจัย มทร.ศรีวิชัย 2563;12(2):347-61.
3. นภาพร ณ อุโมงค์, สุวดีน พลนรัตน์, กัญยานุช เทาประเสริฐ, หทัยกาญจน์ เขาวบุตร, สมฤทัย ยังวรรณ. การพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรเสริมคุณภาพชีวิตผู้ป่วยมะเร็งระยะสุดท้าย [รายงานวิจัย]. เชียงราย:วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย; 2567.
4. ศิริพร สอนสมบูรณ์สุข. การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะตูมผงสำเร็จรูปด้วยการทำแห้งพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา; 2561.
5. ปฐมพงศ์ สมัครการ. การศึกษากระบวนการผลิตและอายุการเก็บรักษาน้ำข้าวคั่วผงพร้อมดื่มด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยา.; 2557.
6. Xiao Z, Xia J, Zhao Q, Niu Y, Zhao D. Maltodextrin as wall material for microcapsules: A review. Carbohydr Polym 2022;298:120113.
7. บริษัท คอนเวอร์แซนต์ เทคโนโลยี จำกัด. Decoction Packaging Machine [คู่มือการใช้งาน]. กรุงเทพมหานคร: บริษัท คอนเวอร์แซนต์ เทคโนโลยี จำกัด; 2552.
8. บริษัท ยูโร-เบสท์ เทคโนโลยี จำกัด. คู่มือการใช้งานเครื่อง Spray Dryer [คู่มือการใช้งาน]. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ยูโร-เบสท์ เทคโนโลยี จำกัด; 2552.
9. Mutavski Z, Vidovic S, Lazarevic Z, Ambrus R, Motzwicler-Nemeth A, Krunoslav T, et al. Stabilization and Preservation of Bioactive Compounds in Black Elderberry By-Product Extracts Using Maltodextrin and Gum Arabic via Spray Drying. Molecules 2025;14(7):723.
10. วอนลี ลอคำเฮือง, กัญตภาส กังสุวรรณ, นิรมล อุดมอ่าง. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาเขียวผสมข้าวกล้องงอกขมิ้น. ใน: เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51 วันที่ 5-7 ก.พ. 2556. สาขา



ส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์, สาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 2556. หน้า 455-63.

11. DTF PRINTING UK. [Internet]. 2025 [cited 2025 Oct 10]. Available from: <https://www.dtf-printinguk.co.uk>
12. อธิวัฒน์ ธัญชัย, วนิษา ปันฟ้า, วิฑิตร์ตัน ชัยชนะ, กนกอร เพียรสูงเนิน. แนวทางการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปากสมุนไพร. วารสารก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์ 2569;26(1):199-220.
13. อติศักดิ์ จุ่มวงษ์, วิทวัส เกตุดี. ผลของระยะเวลาในการชงชากับคุณภาพทางกายภาพ เคมี กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของชาเขียวกู่หลาน. วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี 2563;1(1):28-37.
14. ปริพัช เงินงาม, ชัยนรินทร์ เรือนเจริญ, พรพรรณ มณีวรรณ, สุวนันท์ แก้วจันทา, ศิวพงษ์ ต้นสุวรรณวงศ์. การพัฒนารูปแบบยาสมุนไพรสำหรับเสริมการรักษาโรคหืด. วารสารสุขภาพและสิ่งแวดล้อมศึกษา 2566;8(3):79-87.
15. ศิวพงษ์ ต้นสุวรรณวงศ์, มณฑนา คำอ้าย, นิศรา ชัยวงศ์, อธิวัฒน์ ธัญชัย. การศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรสเปรย์พอลิเอโรซอล. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ 2568;20(3):232-45.
16. วรณวรงค์ รัตนานิคม. ความถูกต้องและความแม่นยำของผลการทดสอบ Atterberg limit จากการทดสอบหลายวิธี [รายงานวิจัย]. ชลบุรี: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา; 2560.
17. สุภาวดี แสนทวีสุข. น้ำมันขามป้อมผงกึ่งสำเร็จรูปโดยการทำให้แห้งแบบโพร-แมท. ใน: เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52 วันที่ 4-7 ก.พ. 2557. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ; 2557. หน้า 33-40.
18. พรพรรณ ก้อใจ, ศิวพงษ์ ต้นสุวรรณวงศ์, กัญยานุช เทาประเสริฐ, ยิ่งยง เทาประเสริฐ, จักรกฤษณ์ คณารีย์. การนำเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบชั้นบางมาปรับใช้ในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพพืชสมุนไพรของแพทย์แผนไทย (กรณีศึกษาขมิ้นชัน). ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย ครั้งที่ 9 วันที่ 23-24 มกราคม 2563. มหาวิทยาลัยพะเยา. พะเยา; 2563. หน้า 276-7.
19. Chumphukam O, Pintha K, Khanaree C, Chewonarin T, Chaiwangyen W, Tantipaiboonwong P, et al. Potential anti-mutagenicity, antioxidant, and anti-inflammatory capacities of the extract from perilla seed meal. J Food Biochem 2018;42(11):e12556.
20. Min B, McClung AM, Chen MH. Phytochemicals and antioxidant capacities in rice brans of different color. J Food Sci 2011;76(1):C117-26.
21. Wu Q, Er-Bu A, Liang X, Luan S, He C, Yin L, et al. Determination of the main naphthoquinones in *Onosma hookeri* Clarke. var. *longiflorum* Duthie and its optimization of the ultrasound-assisted extraction using response surface methodology. J Food Sci 2020;85(2):357-65.
22. Choosuk N, Meesuk P, Renumarn P, Phungamngoen C, Jakkranuhwat N. Kinetic Modeling of Quality Changes and Shelf Life Prediction of Dried Coconut Chips. Processes 2022;10(7):1392.
23. พรพรรณ ก้อใจ, เกียรติภูมิ ลาภภิญโญ, จักรกฤษณ์ คณารีย์. การศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์ในดีปลีที่เพาะปลูกในพื้นที่จำกัด. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 2566;40(3):43-54.
24. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. ตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย (Thai Herbal Pharmacopoeia) ฉบับ พ.ศ. 2564. นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์; 2563.
25. กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง เกณฑ์มาตรฐาน ค่าความบริสุทธิ์ หรือคุณลักษณะอื่นอันมีความสำคัญต่อคุณภาพ สำหรับผลิตภัณฑ์สมุนไพร พ.ศ. 2568. ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 142 ตอนพิเศษ 40 ง. (ลงวันที่ 31 มกราคม 2568). [อินเทอร์เน็ต]. 2568 [เข้าถึงเมื่อ 23 ม.ค. 2569]. เข้าถึงได้จาก: <https://herbal.fda.moph.go.th/law-herbal/herbal3-54>



26. ดวงพร อมรเลิศพิศาล, กาญจนา นาคประสม. การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สารสกัดสมุนไพรอัดเม็ดและการประเมินอายุการเก็บรักษา. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 2565;27(1):504-23.
27. กระทรวงอุตสาหกรรม. ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสมุนไพรรวมแห้งขิงต้ม (ฉบับที่ 1812 มาตรฐานเลขที่ มผช. 996/2556). [อินเทอร์เน็ต]. 2556 [เข้าถึงเมื่อ 24 ม.ค. 2569]. เข้าถึงได้จาก: [https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0996\\_56\(สมุนไพรรวมแห้งขิงต้ม\).pdf](https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0996_56(สมุนไพรรวมแห้งขิงต้ม).pdf)
28. สโรบล สโรชวิกสิต, ชัยรัตน์ ตั้งดวงดี. ผลของอุณหภูมิการอบแห้งและสารช่วยอบแห้งต่อคุณภาพของน้ำสับประรดผงโดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร 2554;34(3):203-15.
29. พิไลรัก อินธิปัญญา, ธนกิจ ถาทมี. ผลของกระบวนการอบแห้งแบบพ่นฝอยต่อคุณภาพของน้ำหม่อนผสมน้ำผึ้งชนิดผง. วารสารวิชาการเกษตร 2557;32(2):139-53.
30. Chong SY, Wong CW. Effect of spray dryer inlet temperature and maltodextrin concentration on colour profile and total phenolic content of Sapodilla (*Manilkara zapota*) powder. Int Food Res J 2017;24(6):2543-8.