

ผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้งสำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยี โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

SEMI-INSTANT DRIED BAMBOO SHOOT POWDER PRODUCT USING SOLAR DRYING TECHNOLOGY

สาธิต ทองสุกงาม¹ เศรษฐพงษ์ อัมมะเย¹ นงนภสร ทองศิลา¹ กษมา ชารีโคตร²

และ ตันนิศร กนกเลิศฤทธิ์^{1*}

Sathit Thongsukngam¹, Setthapong Appamaye¹, Nongnapasorn Thongsila¹

Kasama Chareekhot², and Tanisorn Kanoklerdit^{1*}

¹สาขาวิชาอาหารและบริการ คณะเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

²สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

¹Department of Food and Service, Faculty of Technology and Engineering, Udon Thani Rajabhat University

²Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology and Engineering, Udon Thani Rajabhat University

*corresponding author e-mail: tanisorn@udru.ac.th

(Received: 3 May 2025; Revised: 5 August 2025; Accepted: 8 August 2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้งสำเร็จรูป โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในการแปรรูปอาหารพื้นบ้านของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ให้มีความสะดวกในการบริโภค เก็บรักษานาน และมีคุณภาพทางการตลาด กระบวนการวิจัยเริ่มจากการคัดเลือกสูตรหมกหน่อไม้จากชาวบ้าน 3 กลุ่มในจังหวัดอุดรธานี หนองบัวลำภู และบึงกาฬ ทำการประเมินความชอบของผู้บริโภค จำนวน 30 คน ด้วยแบบทดสอบ 5 ระดับ (5 Point hedonic scale) พบว่า สูตรที่ 3 จังหวัดบึงกาฬ เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ย 4.18 ± 0.87 คะแนน จากนั้นจึงนำสูตรดังกล่าวมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้ โดยการทำแห้งด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 3×6 เมตร อุณหภูมิอบเฉลี่ย 65°C เวลาอบที่เหมาะสมที่สุด คือ 5 ชั่วโมง จนความชื้นเหลือไม่เกิน 10% โดยน้ำหนัก และมีค่า Water activity (a_w) เท่ากับ 0.21 ซึ่งสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องไว้ได้นาน และการคืนสภาพด้วยการผสมน้ำ ในอัตราส่วน 1 : 2 (ผงหมกหน่อไม้ 30 กรัม : น้ำ 60 มิลลิลิตร) ให้ผลด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับหมกหน่อไม้สดทุกด้าน โดยเฉพาะกลิ่น รส และความชอบโดยรวม

ที่มีความคล้ายคลึงสูงผลงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าผงหมกหน่อไม้อบแห้งกึ่งสำเร็จรูปเป็นนวัตกรรมอาหารที่สามารถเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น ส่งเสริมเศรษฐกิจฐานราก และสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ต่อไป

คำสำคัญ: ผงหมกหน่อไม้ อบแห้ง กึ่งสำเร็จรูป โรงอบพลังงานแสงอาทิตย์

Abstract

This research aimed to develop a semi-instant dried bamboo shoot powder by applying solar greenhouse drying technology to transform traditional northeastern Thai cuisine into a convenient, shelf-stable, and marketable product. The study began by selecting traditional bamboo shoot curry recipes from three community groups in Udon Thani, Nong Bua Lam Phu, and Bueng Kan provinces. Consumer acceptance was evaluated by 30 participants using a 5-point hedonic scale. The recipe from Bueng Kan (Recipe 3) received the highest overall liking score, with a mean of 4.18 ± 0.87 . This recipe was then developed into a curry powder product using a solar greenhouse dryer (3×6 meters) at an average drying temperature of 65°C. The optimal drying time was 5 hours, reducing moisture content to below 10% by weight and resulting in a water activity (a_w) value of 0.21, which ensures product stability at room temperature. Rehydration using a ratio of 1 : 2 (30 grams of curry powder to 60 milliliters of water) yielded a product with sensory attributes similar to freshly cooked curry, especially in aroma, taste, and overall acceptability. The findings indicate that this semi-instant curry powder is an innovative food product that can enhance the value of local ingredients, support community-based economies, and has potential for commercial development.

Keywords: Dried Bamboo Shoot Powder, Drying, Semi-Instant, Solar greenhouse drying

บทนำ

อาหารอีสาน เป็นอาหารพื้นบ้านของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย มีข้าวเหนียวเป็นอาหารหลัก และใช้วัตถุดิบจากท้องถิ่นในการปรุงอาหาร เช่น พืชผักและเนื้อสัตว์ ส่วนใหญ่ใช้น้ำปลาร้าในการปรุงรส อาหารอีสานมีหลายประเภท เช่น แกง อ่อม ลาบ ก้อย แจ่ว นึ่ง ปิ้ง ย่าง และส้มตำ (มณีรัตน์, 2562) ในปัจจุบันอาหารอีสานได้รับความนิยมมากขึ้นตามยุคสมัย และมีกระแสทางสื่อสังคมออนไลน์ ทางกรมทรัพยากรทางปัญญาจึงร่วมมือกับมิชลินไกด์ประเทศไทย และการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยได้สนับสนุนการส่งเสริมอาหารอีสาน โดยเชฟมิชลิน เช่น

เซฟซาลี กาเดอร์ และเซฟเดวิด ฮาร์ดวิก ได้เลือกใช้วัตถุดิบวัตถุดิบที่มาจากแหล่งผลิตเฉพาะเจาะจง (Geographical Indication; GI) จากภาคอีสานมาสร้างสรรค์เมนูอาหารพิวชนที่ผสมผสานความเป็นไทยและสากลอย่างลงตัว การนำวัตถุดิบ GI มาพัฒนาเมนูอาหารใหม่ๆ ไม่เพียงช่วยยกระดับวัตถุดิบท้องถิ่นสู่สากล แต่ยังเป็นการเผยแพร่ อัตลักษณ์และคุณภาพของสินค้า GI ไทย ไปยังชาวต่างชาติผ่านช่องทางออนไลน์ การผนวกกับการท่องเที่ยวเชิงอาหาร ช่วยสร้างรายได้ให้กับชุมชนท้องถิ่นอย่างยั่งยืนและเป็นรูปธรรม สินค้า GI ในภาคอีสานกลายเป็นตัวชูโรงในการเผยแพร่วัฒนธรรมอีสานและดึงดูดนักท่องเที่ยวและยังช่วยเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับชุมชนท้องถิ่น (สินิตย์, 2565)

หมกหน่อไม้เป็นอาหารพื้นบ้านอีสานที่คนอีสานนิยมรับประทานกันมาก เป็นภูมิปัญญาของคนอีสานโบราณที่รู้จักนำเอาวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาประกอบอาหาร หมกหน่อไม้เป็นการรับประทานหน่อไม้อีกรูปแบบหนึ่งให้มีรสชาติต่างออกไปจากแกงอ่อม และต้มจิ้มน้ำพริก โดยการนำหน่อไม้มาผสมคลุกเคล้ากับผักพื้นบ้านและเครื่องเทศ ใบแมงลัก ต้นหอม หอมแดง ตะไคร้ พริกแห้ง ใบย่านาง ข้าวเป็ญ เพื่อให้มีกลิ่นหอม ประจุรสด้วยน้ำปลาร้า น้ำปลา เกลือแกง ห่อด้วยใบตองแล้วนำไปนึ่งจนสุก ได้รสชาติกลมกล่อมกลิ่นหอมใบตอง เป็นหมกหน่อไม้ในแบบฉบับของคนอีสานพื้นบ้าน (กานต์, สุปรียา และกรกิจ, 2556)

อาหารกึ่งสำเร็จรูป ในปัจจุบันเป็นอาหารที่ผ่านกระบวนการแปรรูปและการปรุงกลิ่นรส เช่น การอบแห้ง และการทอด ทำให้สะดวกต่อการบริโภคเพียงเติมน้ำร้อนหรือนำไปต้มก็สามารถรับประทานได้ทันที อาหารกึ่งสำเร็จรูปส่วนใหญ่จะมีการบรรจุส่วนผสมที่เป็นเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส แยกไว้เป็นซองเล็กอยู่ในบรรจุภัณฑ์เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถปรับรสชาติได้ตามต้องการ อาหารกึ่งสำเร็จรูปจึงได้รับความนิยมมากขึ้นในสังคมเมืองที่เร่งรีบ ผู้คนส่วนใหญ่มักเลือกซื้ออาหารสำเร็จรูปและวัตถุดิบที่บรรจุพร้อมปรุงจากห้างสรรพสินค้า และในปัจจุบันอาหารกึ่งสำเร็จรูปได้พัฒนาไปไกลกว่าข้าวต้มและโจ๊ก มีอาหารหลายร้อยชนิดที่ผ่านกระบวนการแปรรูปและพร้อมรับประทานโดยไม่ต้องปรุง (MGR Online, 2549)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พิจารณาที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้งกึ่งสำเร็จรูป เพื่อให้มีความสะดวกแก่การรับประทานและการเก็บรักษาไว้รับประทานได้ในระยะเวลานาน อีกทั้งยังเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยจึงนำเครื่องปรุงและสมุนไพรของเครื่องแกงหมกหน่อไม้มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้งกึ่งสำเร็จรูป เพื่อให้ตอบเจตนาของกลุ่มเกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ที่เข้าร่วมโครงการยกระดับและสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันสำหรับกลุ่มเกษตรกรผลิตและแปรรูปแบบครบวงจร ภายใต้การใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่ โดยศูนย์เทคโนโลยีเกษตรและนวัตกรรม (AIC) จังหวัดอุดรธานี กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยร่วมมือระหว่าง มหาวิทยาลัย

ราชภัฏอุดรธานี และหน่วยงานในสังกัดสำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดอุดรธานี (สุนทร, 2565) และให้ชุมชนสามารถนำอาหารพื้นบ้านที่มีอยู่ในชุมชนมาผลิตแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านในชุมชนให้เป็นสินค้าคุณภาพ สะอาดถูกหลักอนามัย ที่สามารถส่งออกขายทางสื่อออนไลน์ได้ทั่วโลก และยังเป็นผงหมกหน่อไม้บดแห้งที่สำเร็จรูปที่ตอบโจทย์สำหรับผู้คนที่ใช้ชีวิตแบบเร่งรีบ และไม่มีเวลาในการเตรียมอาหาร เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการรับประทาน ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำผงหมกหน่อไม้บดแห้งที่สำเร็จรูปที่คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมจาก 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดอุดรธานี หนองบัวลำภู และบึงกาฬ โดยศึกษาระยะเวลาการอบด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และวิเคราะห์คุณภาพเคมี-กายภาพ และทางประสาทสัมผัสของผงหมกหน่อไม้ที่สำเร็จรูปที่มีระยะเวลาอบที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้ผงหมกหน่อไม้ที่สำเร็จรูปที่สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนต่อยอดสู่การผลิตเชิงพาณิชย์และเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภค

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ซื้อจากตลาดเมืองทอง จังหวัดอุดรธานี ได้แก่ หน่อไม้พันธุ์ไผ่ตง ข้าวเป็ญจากข้าวเหนียว กข 6 พริกแห้งพันธุ์จินดา พริกกะเหรี่ยง หอมแดง ตะไคร้ ใบมะกรูด น้ำใบย่านาง น้ำปลาร้าปรุงสำเร็จรูปยี่ห้อแม่เหิรยญ น้ำปลา ยี่ห้อทิพย์รส ใบแมงลัก ผักชีลาว ต้นหอม เนื้อหมูสามชั้น และกะทิสำเร็จรูปยี่ห้ออรอยดี

2. การเตรียมเครื่องหมกหน่อไม้

ทำการผลิตเครื่องหมกหน่อไม้ตามสูตรของแต่ละจังหวัด ได้แก่ จังหวัดอุดรธานี หนองบัวลำภู และบึงกาฬ โดยมีส่วนผสมเครื่องหมกหน่อไม้ ดังตารางที่ 1

กรรมวิธีการผลิตหมกหน่อไม้สูตรที่ 1 (แสงจันทร์, 2567) บ้านเลขที่ 116 หมู่ 8 บ้านดงบาก ตำบลหนองไผ่ อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี นำหน่อไม้ต้มสุกมาขูดให้เป็นเส้น แล้วนำหน่อไม้ขูดเส้นไปต้มให้จืด 2-3 น้ำ คั้นใบย่านางกรองเอาแต่น้ำไซลิก ข้าวเป็ญ พริกแห้ง หอมแดง ตะไคร้บุบพอแตกแล้วนำน้ำย่านางมาละลายเครื่องแกงในครก นำหน่อไม้ต้มสุกใส่ในซามผสม ใส่ น้ำย่านางที่ละลายกับเครื่องแกงแล้วใส่กะทิ ปรุงรสชาติ ด้วยน้ำปลาร้า น้ำปลา ใส่เนื้อหมูสามชั้น ใบแมงลัก แล้วผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วนำไปทอดด้วยไฟตอง นำไปนึ่งให้สุกประมาณ 20 นาที

กรรมวิธีการผลิตหมกหน่อไม้สูตรที่ 2 (วงเดือน, 2567) เลขที่ 124 หมู่ 1 บ้านห้วยเตือ ตำบลทันโนน อำเภอเมือง จังหวัดหนองบัวลำภู เริ่มจากขูดหน่อไม้ต้มสุกให้เป็นเส้น แล้วนำหน่อไม้ขูดเส้นไปต้มให้จืด 2-3 น้ำ คั้นน้ำใบย่านางกรองเอาแต่น้ำ ไซลิกข้าวเป็ญ ไซลิก หอมแดง

เกลือ พริกแห้ง ตะไคร้บูปพอกแตก นำข้าวเปลือกที่โหลกไว้มาผสมกับเครื่องแกงแล้วใส่น้ำย่านาง หน่อไม้ต้มสุกใบแมงลัก ใบมะกรูด นำเนื้อหมูสามชั้นไปรวนพอสุกเหลือง แล้วนำหมูสามชั้นไปผสม คลุกเคล้ากับส่วนผสมอื่นๆ ปิ้งรสชาติด้วยน้ำปลาร้า น้ำปลา แล้วผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน นำไปห่อ ด้วยใบตอง แล้วนำไปนึ่งให้สุกประมาณ 15–20 นาที

กรรมวิธีการผลิตหมกหน่อไม้สูตรที่ 3 (สมยงค์, 2567) บ้านเลขที่ 28 หมู่ 9 บ้านช้างใต้ ตำบลช้าง อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ นำหน่อไม้สดมาล้างให้เป็นเส้น แล้วนำหน่อไม้ สดที่ล้างไปต้มให้จืด 2–3 น้ำ คั้นใบย่านางกรองเอาแต่น้ำ โหลกข้าวเปลือก พริกแห้ง หอมแดง แล้ว นำน้ำย่านางมาละลายเครื่องแกงในครก นำหน่อไม้ที่ต้มสุกแล้วใส่ในครกแล้วปิ้งรสชาติด้วย น้ำปลาร้า น้ำปลา เกลือแกง แล้วโหลกให้เข้ากัน ใส่ผักชีลาว ต้นหอม ใบมะกรูด ใบแมงลัก แล้ว ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน นำมาห่อด้วยใบตอง แล้วนำไปนึ่งให้สุกประมาณ 20 นาที

3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมกหน่อไม้สำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยีโรงอบพลังงาน แสงอาทิตย์

3.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์หมกหน่อไม้ 3 สูตร จากภูมิปัญญาท้องถิ่น

ทำการศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์หมกหน่อไม้ทั้ง 3 สูตร จากภูมิปัญญา ท้องถิ่นใน 3 จังหวัด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ บ้านดงบาก ตำบลหนองไผ่ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ บ้านห้วยเตี๋ย ตำบลพันโนน อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ และ บ้านโนนสว่าง ตำบลโนนสว่าง อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ จากนั้นประเมินคุณภาพทางประสาท สัมผัสหมกหน่อไม้ทั้ง 3 สูตร ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วย วิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5 Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งฝึกฝน จำนวน 30 คน เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์หมกหน่อไม้ 3 สูตร จากภูมิปัญญาท้องถิ่น

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม) ส่วนผสมแต่ละสูตร					
	สูตรที่ 1 จ.บุรีรัมย์		สูตรที่ 2 จ.หนองบัวลำภู		สูตรที่ 3 จ.บึงกาฬ	
	กรัม	ร้อยละ (w/w)	กรัม	ร้อยละ (w/w)	กรัม	ร้อยละ (w/w)
หน่อไม้	200	28.32	400	40.44	300	37.08
ข้าวเปลือก	50	6.61	50	5.05	45	5.56
พริกแห้ง	3	0.42	3	0.30	2	0.24
พริกกระเทียม	3	0.42	5	0.50	5	0.61

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม) ส่วนผสมแต่ละสูตร					
	สูตรที่ 1 จ.อุดรธานี		สูตรที่ 2 จ.หนองบัวลำภู		สูตรที่ 3 จ.บึงกาฬ	
	กรัม	ร้อยละ (w/w)	กรัม	ร้อยละ (w/w)	กรัม	ร้อยละ (w/w)
หอมแดง	25	3.54	8	0.80	30	3.70
ตะไคร้	15	2.54	18	1.82	–	–
ใบมะกรูด	–	–	5	0.50	5	0.61
น้ำใบย่านาง	120	16.99	240	24.26	120	14.83
น้ำปลาร้า	25	3.59	45	4.55	45	5.56
น้ำปลา	25	3.59	5	0.50	7	0.86
ใบแมงลัก	20	2.83	10	1.01	20	2.47
ผักชีลาว	–	–	–	–	15	1.85
ต้นหอม	–	–	–	–	15	1.85
เนื้อหมูสามชั้น	100	14.16	200	20.27	200	24.78
กะทิ	120	16.99	–	–	–	–
รวม	706	100.00	989	100.00	809	100.00

ที่มา: สูตรที่ 1 (แสงจันทร์, 2567) สูตรที่ 2 (วงเดือน, 2567) และสูตรที่ 3 (สมยงค์, 2567)

3.2 ศึกษากระบวนการผลิตผงหมกหน่อไม้อบแห้งและระยะเวลาในการอบด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

ทำการศึกษากระบวนการผลิตผงหมกหน่อไม้อบแห้งด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ได้จากสูตรพื้นฐาน ในข้อที่ 1 โดยนำข้าวสารข้าวเหนียวป่นให้เป็นผงละเอียดแล้วละลายในน้ำ(ข้าวเปีย) อัตราส่วน 50 : 60 คั้นน้ำย่านางกรองเอาแต่น้ำไซลิก พริกแห้ง หอมแดง นำเครื่องแกงละลายกับน้ำย่านาง ปรงรสชาติด้วยน้ำปลา ปลาร้า ใ้ใบมะกรูด แล้วนำหม้อขึ้นตั้งไฟ หม้อเดือดแล้วใส่ ผักชี ต้นหอม ใบแมงลัก ต้มให้ผักสลด ใส่ข้าวเปียแล้วเคี่ยวให้ซอสข้นหนืด พักซอสไว้ให้เย็นแล้วนำใส่เครื่องปั่น แล้วปั่นให้ซอสละเอียด ปาดซอสใส่กระดาษเคลือบไขพิเศษ ปริมาณ 100 กรัม นำซอสที่ปาดใส่กระดาษไขเข้าอบด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีขนาด 3x6 เมตร มีอุณหภูมิเฉลี่ย 65 องศาเซลเซียส นำซอสที่แห้งแล้วกะ

ออกจากกระดาษไขแล้วนำไปปั่นผงให้ละเอียด เพื่อใช้สำหรับทดสอบคุณภาพด้านกายภาพ เคมี และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ของผงหมกหน่อไม้บดแห้ง ดังนี้

1) ค่าสี (CIELAB) โดยการวัดค่า L^* a^* และ b^* ด้วยเครื่องวัดสี (ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น CX1463 ประเทศสหรัฐอเมริกา)

2) ค่า Water activity (a_w) วัดด้วยเครื่องวัด a_w (ยี่ห้อ NOVASINA รุ่น Labswift-aw, ประเทศสวีเดน) ที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส

3) ความชื้น (Moisture content) วัดความชื้นตามวิธีของ (AOAC, 2000)

4) ทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5 Point hedonic scale) (5=ชอบมากที่สุด 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งฝึกฝน จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษา สาขาวิชาอาหารและบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่แสดงความสมัครใจในการเข้าร่วม ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

3.3 ศักยภาพประกอบทางเคมีและทางกายภาพของผงหมกหน่อไม้บดแห้งด้วย เทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้ที่สำเร็จรูปที่มีกระบวนการผลิตด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ อุณหภูมิ ระหว่าง 60–70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง และนำมาบดเป็นผงเพื่อนำไปวิเคราะห์ ดังนี้

1) ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใย ตามวิธีของ AOAC (2000) สำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate, available) ใช้การคำนวณโดยวิธี By difference ดังสมการที่ 1 และคำนวณพลังงานโดยคิดจากสารอาหารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน (จักรกฤษณ์ และคณะ, 2562)

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (กรัม)} = 100 - (\text{ความชื้น} + \text{ไขมัน} + \text{โปรตีน} + \text{เถ้า} + \text{ใยอาหาร}) \quad (1)$$

2) ความหนืด (Viscosity) ชั่งผงหมกหน่อไม้ตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ปิกรเกอร์ 250 มิลลิลิตร ปรับน้ำหนักด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 250 กรัม วัดความหนืดที่อัตราการเฉือน (Shear rate) คงที่ โดยเลือกหัววัดให้เหมาะสม (Spindle) ค่อยๆ เพิ่มความเร็วรอบ (Speed) โดยการเพิ่มจากจำนวนน้อย ไปมาก กำหนดอุณหภูมิ และสังเกต % torque ให้อยู่ในช่วง 85–100% ด้วยเครื่อง Rheometer (Brookfield, model DV-III, USA)

3) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ชั่งผงหมกหน่อไม้ตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ปิกรเกอร์ 250 มิลลิลิตร ปรับน้ำหนักด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 250 กรัม วัดด้วยเครื่อง pH meter (Mettler Toledo รุ่น F20 Five Easy™ ประเทศสวิตเซอร์แลนด์)

3.4 ศึกษาการคืนสภาพของผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้งที่สำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การศึกษากการคืนสภาพผงหมกหน่อไม้อบแห้งด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ทำการทดลองในช่วงเดือนเมษายน และในแต่ละวันของการทดลองเริ่มนำหมกหน่อไม้เข้าอบเวลา 10.00–15.00 น. และจากการตรวจวัดอุณหภูมิภายในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยเทอร์โมมิเตอร์พบว่า อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 60–70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง ซึ่งเป็นระยะเวลาการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมที่สุด โดยนำผงหมกหน่อไม้ที่สำเร็จรูปในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ผงหมกหน่อไม้ที่สำเร็จรูปปริมาณ 30 35 และ 40 กรัม และเติมน้ำปริมาณ 165 กรัม เพื่อทดแทนของเหลวในสูตรพื้นฐาน คือ น้ำย่านาง 120 กรัม น้ำปลาร้า 45 กรัม และปรุงประกอบโดยใส่หน่อไม้และเนื้อสัตว์ในปริมาณที่เท่ากับกับสูตรพื้นฐาน คือ หน่อไม้ 200 กรัม และหมูสามชั้น 200 กรัม เมื่อคืนสภาพด้วยผงหมกหน่อไม้ทั้ง 3 สูตร แล้ว นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังนี้

เตรียมตัวอย่างผงหมกหน่อไม้แบบคืนสภาพทั้ง 3 สูตร ในการทดสอบจะถูกนำมาใส่รหัสเลขสุ่ม 3 หลัก และให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างผงหมกหน่อไม้ จำนวน 50 กรัม และบันทึกระดับคะแนนความชอบหรือไม่ชอบของตัวอย่างนั้นๆ จากซ้ายไปขวา ของการเสิร์ฟ ตัวอย่างทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5 Point Hedonic Scale) (5 = ชอบมากที่สุด 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งฝึกฝน จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่แสดงความสมัครใจในการเข้าร่วมทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การรายงานผลข้อมูลในรูปแบบค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±S.D.) ใช้การวางแผน การทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) กับ การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี และใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design) กับ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เวอร์ชัน 22

ผลการวิจัย

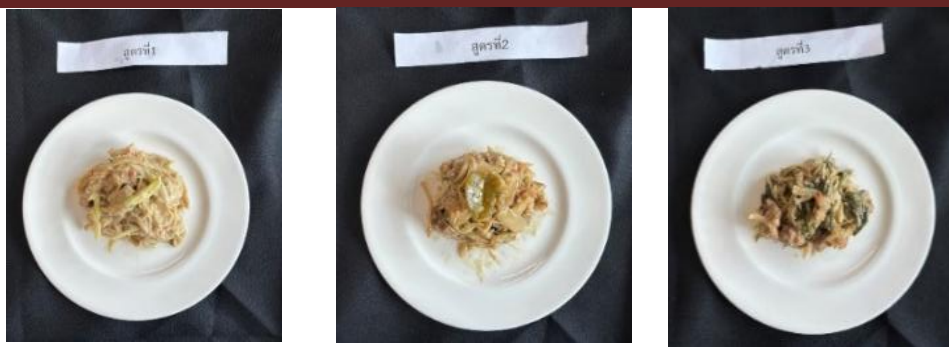
1. ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์หมกหน่อไม้ 3 สูตร จากภูมิปัญญาท้องถิ่น

ภาพที่ 1 แสดงผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์หมกหน่อไม้ทั้ง 3 สูตร จากภูมิปัญญาท้องถิ่นใน 3 จังหวัด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ สูตรที่ 1 บ้านดงบาก ตำบลหนองไผ่ อำเภอนหนองหาน จังหวัดอุดรธานี ดังภาพที่ 1 (ก) สูตรที่ 2 บ้านห้วยเดื่อ ตำบลทันทโนน อำเภอมือเมือง จังหวัดหนองบัวลำภู ดังภาพที่ 1 (ข) และสูตรที่ 3 บ้านซางใต้ ตำบลซาง อำเภอนเซกา จังหวัดบึงกาฬ ดังภาพที่ 1 (ค) และตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสหมกหน่อไม้ทั้ง 3 สูตรในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่า คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทุกด้านมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ของทั้ง 3 สูตร โดยการทดสอบประสาทสัมผัสด้านสีของหมกหน่อไม้ทั้ง 3 สูตร มีสีที่แตกต่างกัน ซึ่งในสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 3.50 และ 3.26 ตามลำดับ และสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบด้านสีสูงที่สุดเท่ากับ 4 ขณะที่ด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ของหมกหน่อไม้สูตรที่ 3 ได้คะแนนความชอบสูงที่สุดเท่ากับ 3.98 4.25 และ 3.96 ตามลำดับ โดยอีก 2 สูตร ได้รับคะแนนน้อยกว่าสูตรที่ 3 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) นอกจากนี้หมกหน่อไม้ของสูตรที่ 3 มีความชอบโดยรวม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.18 ซึ่งเป็นคะแนนความชอบที่สูงที่สุด

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์หมกหน่อไม้ 3 สูตร จากภูมิปัญญาท้องถิ่น

คุณลักษณะ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
	จ.อุดรธานี	จ.หนองบัวลำภู	จ.บึงกาฬ
สี	3.50±0.91 ^b	3.26±0.77 ^b	4.00±0.86 ^a
กลิ่น	3.58±0.09 ^b	3.20±0.91 ^c	3.98±0.87 ^a
รสชาติ	3.65±1.03 ^b	3.15±1.07 ^c	4.25±0.95 ^a
เนื้อสัมผัส	3.74±1.01 ^{ab}	3.46±0.98 ^b	3.96±0.82 ^a
ความชอบโดยรวม	3.70±0.97 ^{ab}	3.71±0.84 ^b	4.18±0.87 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษร ^{a,b,c} ที่ต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 1 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์หมกหน่อไม้ 3 สูตร จากภูมิปัญญาท้องถิ่น (ก) สูตรที่ 1 จ.อุดรธานี (ข) สูตรที่ 2 จ.หนองบัวลำภู และ (ค) สูตรที่ 3 จ.บึงกาฬ

2. ผลการศึกษาระบวนการผลิตผงหมกหน่อไม้อบแห้งและระยะเวลาในการอบด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

ภาพที่ 2 แสดงผลการศึกษาผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้งกิ่งสำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยีโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ที่อบในระยะเวลา 4 5 และ 6 ชั่วโมง และตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้งกิ่งสำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 65 องศาเซลเซียส โดยเปรียบเทียบระยะเวลาในการอบแห้งที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 4 5 และ 6 ชั่วโมง ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้จากสูตรที่ 3 พบว่า ค่า L^* (ความสว่าง) ที่อบในระยะเวลา 4 และ 5 ชั่วโมง มีค่าความสว่างเท่ากับ 52.27 และ 52.50 ตามลำดับ มากกว่าอบที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง โดยมีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ค่า a^* และค่า b^* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในทุกระยะเวลาอบ เนื่องจากค่าความเป็นสีแดงและสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้มีสีเข้มขึ้นตามระยะเวลาการอบ โดยมีไททิสไปทางสีน้ำตาลทุกระยะเวลาการอบแห้ง

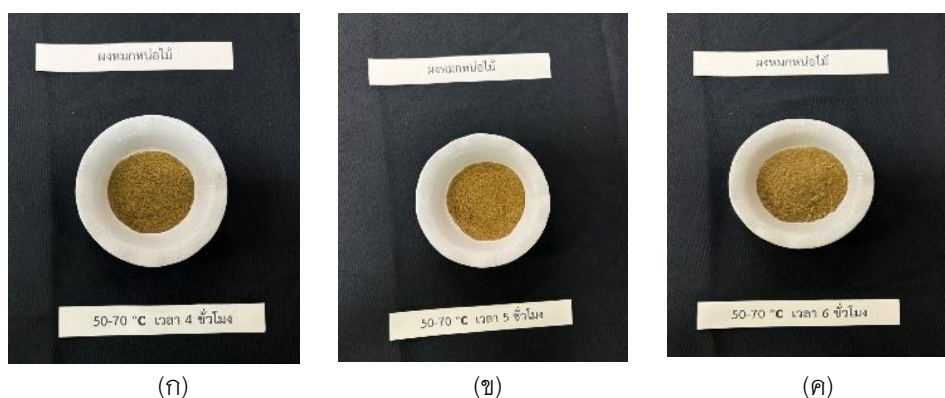
ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) พบว่า ค่าปริมาณน้ำอิสระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยผงหมกหน่อไม้อบที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง มีค่าปริมาณน้ำอิสระสูงกว่าอบที่ระยะเวลา 5 ชั่วโมง และ 6 ชั่วโมง โดยมีค่าปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.26 0.21 และ 0.21 ตามลำดับ และค่าความชื้น พบว่า มีค่าความชื้นของผงหมกหน่อไม้อบที่ระยะเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าสูงกว่าผงหมกหน่อไม้อบที่ระยะเวลา 5 ชั่วโมง และ 6 ชั่วโมง เช่นเดียวกับกับค่าปริมาณน้ำอิสระ

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้ง
ที่สำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

คุณลักษณะทางกายภาพ	ระยะเวลาในการอบ 4 ชั่วโมง	ระยะเวลาในการอบ 5 ชั่วโมง	ระยะเวลาในการอบ 6 ชั่วโมง
ค่าสี			
L *	52.27±0.69 ^a	52.50±0.69 ^a	48.92±0.44 ^b
a* ^{ns}	4.76±0.46	4.77±0.66	5.21±0.43
b* ^{ns}	23.89±1.08	23.99±1.09	22.78±1.48
ค่า a _w	0.26±0.01 ^a	0.21±0.00 ^b	0.21±0.00 ^b
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	9.13±0.39 ^a	7.42±0.19 ^b	7.74±0.18 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษร ^{a,b} ที่แตกต่างกันแถวเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้งที่สำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยีโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์
ที่อบแห้งในระยะเวลา (ก) 4 ชั่วโมง (ข) 5 ชั่วโมง และ (ค) 6 ชั่วโมง

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้ ที่สำเร็จรูป

จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้
ที่สำเร็จรูปที่มีกระบวนการผลิตด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ อุณหภูมิเฉลี่ย
65 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง และนำมาบดเป็นผง จากการศึกษ พบว่า ผงหมก
หน่อไม้ที่สำเร็จรูป 100 กรัม มีปริมาณความชื้นร้อยละ 2.02 โปรตีนร้อยละ 13.75 ไขมันร้อยละ

1.14 เกลือร้อยละ 18.26 เส้นใยร้อยละ 3.14 และคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate, available) ร้อยละ 61.69 และให้พลังงาน 324.58 กิโลแคลอรี ความเป็นกรดต่าง มีค่าเท่ากับ 5.39 และความหนืด มีค่าเท่ากับ 1140.50 เซนติพอยด์

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้กึ่งสำเร็จรูปอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง

พารามิเตอร์	ปริมาณ
องค์ประกอบทางเคมี	
ความชื้น (ร้อยละ)	2.02
โปรตีน (ร้อยละ)	13.75
ไขมัน (ร้อยละ)	1.14
เถ้า (ร้อยละ)	18.26
เส้นใย (ร้อยละ)	3.14
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	61.69
พลังงานที่ได้รับ (kcal/100 กรัม)	324.58
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.39
ความข้นหนืด (เซนติพอยด์)	1140.5

5. ผลการศึกษาการคืนสภาพของผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้งกึ่งสำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

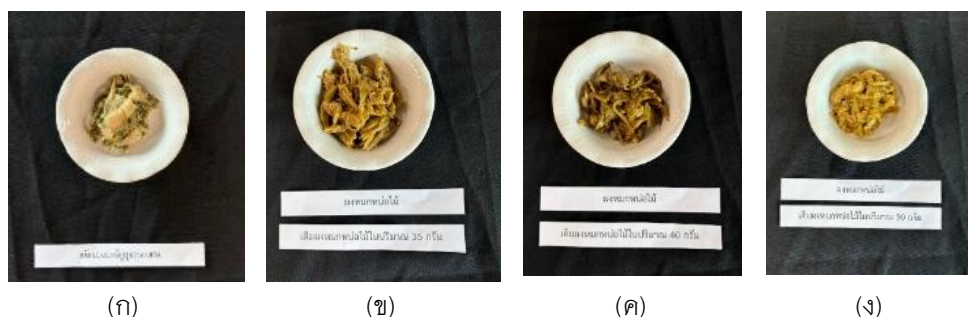
ภาพที่ 3 แสดงลักษณะการคืนสภาพผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้งกึ่งสำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้สูตรพื้นฐาน ดังสูตรที่ 1 ผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้ที่เติมผงหมกหน่อไม้อบแห้งกึ่งสำเร็จรูป 30 กรัม ดังสูตรที่ 2 35 กรัม ดังสูตรที่ 3) และ 40 กรัม ดังสูตรที่ 4 โดยมีผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของการคืนสภาพผงหมกหน่อไม้อบแห้งกึ่งสำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ดังตารางที่ 6 จากการศึกษา พบว่า สูตรที่ 1 สูตรพื้นฐาน มีค่าคะแนนความชอบสูงสุดในทุกๆ ด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเท่ากับ 4.00 4.30 4.15 4.18 และ 4.26 ตามลำดับ รองลงมา คือ สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 มีคะแนนความชอบในทุกๆ ด้าน ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องจากทั้ง 3 สูตรเป็นการคืนสภาพของผงหมกหน่อไม้ ด้วยการเติมผงหมกหน่อไม้อบแห้งกึ่งสำเร็จรูปในปริมาณที่แตกต่างกัน ได้แก่ ผงหมกหน่อไม้ปริมาณ 30 35 และ 40 กรัม โดยการปรุงประกอบใส่หน่อไม้และเนื้อสัตว์ในปริมาณที่เท่ากับสูตรพื้นฐาน คือ หน่อไม้ 200 กรัม หมูสามชั้น 200 กรัม

ตารางที่ 6 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้ง
 ที่สำเร็จรูปที่มีการคืนสภาพโดยการแปรรูปน้ำหนักรวมของผงหมกหน่อไม้อบแห้ง
 ที่สำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

คุณลักษณะ	(สูตรที่ 1)	(สูตรที่ 2)	(สูตรที่ 3)	(สูตรที่ 4)
	สูตร พื้นฐาน	ผงหมกหน่อไม้ 30 กรัม	ผงหมกหน่อไม้ 35 กรัม	ผงหมกหน่อไม้ 40 กรัม
สี ^{ns}	4.00±0.99	3.88±0.86	3.81±0.85	3.80±0.91
กลิ่น	4.30±0.80 ^a	3.46±0.96 ^b	3.63±0.86 ^b	3.51±0.94 ^b
รสชาติ	4.15±0.93 ^a	3.50±0.87 ^b	3.66±0.93 ^b	3.65±1.08 ^b
เนื้อสัมผัส	4.18±0.89 ^a	3.78±0.86 ^b	3.81±0.87 ^b	3.63±0.95 ^b
ความชอบ โดยรวม	4.26±0.84 ^a	3.63±0.84 ^b	3.75±0.79 ^b	3.75±0.95 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษร ^{a,b,c} ที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



ภาพที่ 3 การคืนสภาพผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้งที่สำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้ง
 พลังงานแสงอาทิตย์ของ (ก) ผลิตภัณฑ์หมกหน่อไม้สูตรพื้นฐาน (ข) ผลิตภัณฑ์ผงหมก
 หน่อไม้ที่เติมผงหมกหน่อไม้อบแห้งที่สำเร็จรูป 30 กรัม (ค) ผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้
 ที่เติมผงหมกหน่อไม้อบแห้งที่สำเร็จรูป 35 กรัม และ (ง) ผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้
 ที่เติมผงหมกหน่อไม้อบแห้งที่สำเร็จรูป 40 กรัม

อภิปรายผล

จากการศึกษาการพัฒนาผงหมกหน่อไม้กิ่งสำเร็จรูป จากการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุดจาก 3 สูตรที่นำมาจากแต่ละจังหวัด พบว่า หมกหน่อไม้ในสูตรที่ 3 (จังหวัดบึงกาฬ) ได้รับความยอมรับคะแนนชอบในทุกด้านสูงที่สุด ซึ่งหมกหน่อไม้ในสูตรที่ 1 (จังหวัดอุดรธานี) และสูตรที่ 2 (จังหวัดหนองบัวลำภู) มีส่วนประกอบวัตถุดิบที่เป็นหน่อไม้ดอง เมื่อนำไปต้มสุกหน่อไม้จะมีสีเหลืองเข้ม เพราะหน่อไม้เมื่อผ่านการหมักดองในถุงเป็นเวลานาน ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีจากสีเขียวของหน่อไม้สดไปเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาล เนื่องจากการออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิกภายในเนื้อหน่อไม้โดยเอนไซม์ Polyphenol oxidase; PPO รวมถึงการสะสมของกรดอินทรีย์ที่เกิดจากกระบวนการหมักซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของหน่อไม้ดอง (จิราพร และคณะ, 2559; Nirmla et al., 2011) และในสูตรที่ 3 ใช้หน่อไม้สดจากต้นไผ่ที่นำไปต้มให้หน่อไม้จืดทำให้หน่อไม้เปลี่ยนสีเป็นสีเหลืองอ่อน หมกหน่อไม้ทั้ง 3 สูตร จึงมีสีที่แตกต่างกัน และนอกจากนี้สูตรที่ 3 มีการใส่ต้นหอมและผักชีลาวที่ทำให้เพิ่มความหอมของหมกหน่อไม้ ต้นหอมมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ในต้นหอมมีน้ำมันหอมระเหยจำพวกอัลลิลซัลไฟด์ (Allyl sulfide) และสารประกอบซัลเฟอร์อื่นๆ ซึ่งมีบทบาทในการให้กลิ่นเฉพาะตัวที่ช่วยกระตุ้นความอยากอาหารและเพิ่มความหอมให้อาหาร (ปาริชาติ, 2562; Srivastava et al., 2020) ผักชีลาวมีกลิ่นหอมแรง และมีกลิ่นเฉพาะตัว นิยมนำมาประกอบอาหารอีสานจำพวกแกงและห่อหมก จึงทำให้อาหารอีสานมีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์ของอาหารอีสาน ด้านรสชาติ ในสูตรที่ 3 (จังหวัดบึงกาฬ) มีการใส่น้ำปลาร้าในอัตราส่วน (ร้อยละ) ที่มากกว่าสูตรที่ 1 (จังหวัดอุดรธานี) และสูตรที่ 2 (จังหวัดหนองบัวลำภู) จึงทำให้หมกหน่อไม้มีความเข้มข้นของกลิ่นปลาร้าซึ่งเป็นวัตถุดิบปรุงรสชาติหลักในผงหมกหน่อไม้ทำให้มีกลิ่นรสที่ดีและกลมกล่อม สูตรที่ 3 (จังหวัดบึงกาฬ) จึงมีค่าคะแนนความชอบสูงที่สุด แตกต่างจากสูตรที่ 1 (จังหวัดอุดรธานี) และสูตรที่ 2 (จังหวัดหนองบัวลำภู) ตามลำดับ ซึ่งหมกหน่อไม้เป็นอาหารอีสานที่เป็นภูมิปัญญาของคนอีสานโบราณที่รู้จักนำเอาวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นมาประกอบอาหารมีรสชาติเข้มข้นและจัดจ้านมีกลิ่นหอมของสมุนไพรพื้นบ้านหมกหน่อไม้ในสูตรที่ 3 มีรสชาติที่กลมกล่อมจากน้ำปลาร้า สีนารับประทาน เนื้อสัมผัสที่หนืดเล็กน้อย นอกจากนี้การใช้สมุนไพรคือต้นหอมและผักชีลาวลงไปทำให้หมกหน่อไม้มีกลิ่นหอมที่แตกต่างจากสูตรที่ 1 (จังหวัดอุดรธานี) และสูตรที่ 2 (จังหวัดหนองบัวลำภู) ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำสูตรที่ 3 (จังหวัดบึงกาฬ) ที่มีค่าคะแนนความชอบจากการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่สูงที่สุดในทุกด้านไปศึกษาต่อในกระบวนการผลิตและกรรมวิธีการผลิต ผลิตภัณฑ์หมกหน่อไม้อบแห้งกิ่งสำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ต่อไป

การทดสอบลักษณะทางกายภาพของผงหมกหน่อไม้อบแห้งกิ่งสำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิ 60–70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 5 และ

6 ชั่วโมง พบว่า ระยะเวลาอบที่ 4 และ 5 ชั่วโมงมีค่าความสว่าง (L^*) สูงกว่าระยะเวลาอบ 6 ชั่วโมง เนื่องจากเมื่ออบซอสหมกหน่อไม้ในระยะเวลาที่นานขึ้นทำให้สีซอสมีความเข้มขึ้นจากการระเหยของน้ำเมื่อใช้ระยะเวลาการอบนานขึ้น กระบวนการอบที่ยาวนานทำให้น้ำในซอสระเหยออกไป ส่งผลให้ความเข้มข้นของซอสเพิ่มขึ้น และสีของซอสมีความเข้มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ รัชชัย และกมลวรรณ (2563) ศึกษาการอบแห้งมะเขือเทศราชินีแช่แข็งด้วยโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์อินฟราเรด พบว่า ผลผลิตแห้งที่อบแห้งด้วยระบบนี้มีสีเข้มขึ้น โดยค่าความสว่าง (L^*) ลดลง แม้ว่าความแตกต่างจะไม่ถึงระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ค่า a^* และ b^* ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในทุกระยะเวลาอบ เนื่องจากค่าความเป็นสีแดงและสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้ทุกระยะเวลาการอบมีสีเข้มขึ้นตามระยะเวลาการอบโดยมีโทนสีไปทางสีน้ำตาลทุกระยะเวลาการอบแห้ง การอบในระยะเวลา 4 ชั่วโมง มีค่าปริมาณน้ำอิสระและความชื้นสูงสุด และยังอยู่ภายในข้อกำหนด มพข. 494/2547 ซึ่งเหมาะสมสำหรับการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้งถึงสำเร็จรูปที่เข้าอบด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในระยะเวลา 4 5 และ 6 ชั่วโมง มีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 13 และค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ไม่เกิน 0.65 ตามข้อกำหนด มพข. 494/2547 ผงปรุงรส (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงปรุงอาหาร, 2547) การทำแห้งจนกระทั่งมีค่าปริมาณน้ำอิสระ a_w ต่ำกว่า 0.50 สามารถควบคุมปฏิกิริยาเคมีจากเอนไซม์และจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษา จึงเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ ส่วนค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ช่วง 0.60–0.70 จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ (Smith, 2020) ดังนั้นผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้งถึงสำเร็จรูปจากการทดลองนี้จึงเป็นไปได้ที่จะเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องไว้ได้นาน

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในการคืนสภาพผงหมกหน่อไม้อบแห้ง พบว่า สูตรที่ 1 (สูตรพื้นฐาน) มีค่าคะแนนความชอบสูงที่สุดในทุกด้าน ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีความแตกต่างจากสูตรที่ 2 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) สูตรที่ 2 (ใช้ผงหมกหน่อไม้ 30 กรัม) พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) จากสูตรที่ 3 (ใช้ผงหมกหน่อไม้ 35 กรัม) และ 4 (ใช้ผงหมกหน่อไม้ 40 กรัม) ในด้านคุณภาพ แต่มีข้อดีในเรื่องการประหยัดต้นทุน โดยสามารถรักษาคุณภาพที่ใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐานได้ ดังนั้นสูตรที่ 2 (ใช้ผงหมกหน่อไม้ 30 กรัม) จึงเหมาะสมที่สุดสำหรับการศึกษาต่อในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้งถึงสำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้อบแห้งถึงสำเร็จรูปอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง ปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงานทั้งหมด 324.58 กิโลแคลอรี

โดยประกอบด้วย ความชื้นร้อยละ 2.02 โปรตีนร้อยละ 13.75 ไขมันร้อยละ 1.14 เถาร้อยละ 18.26 เส้นใยร้อยละ 3.14 และคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate, available) ร้อยละ 61.69 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้บดแห้งที่สำเร็จรูปมีปริมาณโปรตีนที่สูงรวมถึงมีปริมาณเถ้ารวมสูงเท่ากับ 18.26 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สถาบันวิจัยสมุนไพร (2561) พัฒนาผลิตภัณฑ์สุขภาพจากผงหน่ว พบว่า ผงหน่วมีปริมาณเถ้ารวมร้อยละ 18.08 ซึ่งผลิตภัณฑ์สมุนไพรเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่าเถ้าปริมาณมาก

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของการคั่วสภาพผงหมกหน่อไม้บดแห้งที่สำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า สูตรพื้นฐาน (สมยงค์, 2567) มีค่าคะแนนสูงที่สุดในทุกๆ ด้าน รองลงมา คือ 3 สูตร (30 35 และ 40 กรัม) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องจากทั้ง 3 สูตร เป็นการคั่วสภาพของผงหมกหน่อไม้บดแห้งที่สำเร็จรูปด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการปรุงประกอบใส่หน่อไม้และเนื้อสัตว์ในปริมาณที่เท่ากันกับสูตรพื้นฐาน คือ หน่อไม้ 200 กรัม หมูสามชั้น 200 กรัม หมกหน่อไม้ที่คั่วสภาพของผงหมกหน่อไม้มีสีเข้ม มีความชื้นเหนียวที่เกิดจากส่วนผสมของข้าวเป็อ ที่เป็นส่วนประกอบที่อยู่ในผงหมกหน่อไม้ และมีกลิ่นหอมของสมุนไพรลดลงแตกต่างจากหมกหน่อไม้สูตรพื้นฐาน ที่มีกลิ่นหอมของสมุนไพรที่ไม่ผ่านกระบวนการอบแห้ง ทำให้ยังคงกลิ่นหอมของสมุนไพร เนื่องจากผงหมกหน่อไม้มีการอบในอุณหภูมิที่สูงและระยะเวลาที่นาน จึงทำให้ผงหมกหน่อไม้มีสีเข้มขึ้นและมีกลิ่นหอมของสมุนไพรลดลง (Püschner, & Püschner, 2004; Pisecky, 2012) เพราะกลิ่นหอมของสมุนไพรถูกระเหยออกใน เพราะกลิ่นหอมของสมุนไพรถูกระเหยออกในกระบวนการอบแห้ง สูตรที่ 2 การคั่วสภาพผงหมกหน่อไม้บดแห้ง ปริมาณ 30 กรัม หลังจากการคั่วสภาพเป็นหมกหน่อไม้สี รสชาติ ความเหนียว และกลิ่นหอมของสมุนไพร ไม่แตกต่างจากสูตรที่ 3 ปริมาณ 35 กรัม และสูตรที่ 4 ปริมาณ 40 กรัม เนื่องจากสูตรที่ 2 มีรสชาติอร่อยกลมกล่อมกว่าทุกสูตรมีการใส่ผงหมกหน่อไม้ในปริมาณที่น้อยและประหยัดในการใส่ผงหมกหน่อไม้ อีกทั้งยังลดปริมาณต้นทุนแต่คุณภาพไม่แตกต่างจาก ใส่ผงหมกหน่อไม้ในปริมาณ 35 และ 40 กรัม และไม่แตกต่างจากสูตรพื้นฐาน ดังนั้นสูตรที่ 2 ปริมาณผงหมกหน่อไม้ 30 กรัม จึงเหมาะสมต่อการคั่วสภาพมากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงหมกหน่อไม้บดแห้งที่สำเร็จรูปได้ตรงตามวัตถุประสงค์ โดยคัดเลือกสูตรหมกหน่อไม้พื้นบ้านจากจังหวัดบึงกาฬที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดในทุกด้าน และนำมาพัฒนาเป็นผงหมกหน่อไม้บดแห้งด้วยเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงาน

แสงอาทิตย์ อบที่อุณหภูมิเฉลี่ย 65 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5 ชั่วโมง ให้ผลผลิตที่มีลักษณะทางกายภาพและเคมีเหมาะสมต่อการบริโภคและการเก็บรักษา การคืนสภาพผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผงหมกหน่อไม้ 30 กรัม พบว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากสูตรพื้นฐาน แต่ใช้วัตถุดิบน้อยลงจึงประหยัดต้นทุน เหมาะสำหรับการผลิตในระดับชุมชน ผลงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านกึ่งสำเร็จรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า ส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชน และสามารถต่อยอดสู่การผลิตเชิงพาณิชย์และจำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์ได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณศูนย์เทคโนโลยีเกษตรและนวัตกรรม (AIC) จังหวัดอุดรธานี และมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี สาขาวิชาอาหารและบริการ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กานต์ เหมวิหค, สุปรียา ห่องแสง, และกรกิจ ชัยศิริโสภณ. (2556). **อาหารอีสาน**. กรุงเทพฯ: แสงแดด.
- จักรกฤษณ์ ทองคำ, ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร, และรัชณี คงคาอุยฉาย. (2562). คุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์อาหารว่างเสริมผงชาใบหม่อนพันธุ์บุรีรัมย์ 60. **วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร**, 13(2), 119–127.
- จิราพร คำพิมูล, สุภาภรณ์ กุลสวัสดิ์, และสุนีย์ อ่อนสุวรรณ. (2559). ผลของการหมักและวิธีการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพของหน่อไม้คอง. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**, 35(4), 451–457.
- รัชชัย อ่องประเสริฐ, และกมลวรรณ จิตจักร. (2563). การอบแห้งมะเขือเทศราชินีเชื่อมด้วยโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับฮีตเตอร์อินฟราเรด. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์ราชมงคลธัญบุรี**, 18(2), 14–22.
- ปาริชาติ ศรีชนวัฒน์. (2562). สารสำคัญในพืชสมุนไพรกลุ่มหัวหอมและกระเทียม. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**, 50(1), 103–112.
- มนิรัตน์ จันทะพะลิน. (2562). อาหารอีสาน. **วารสารวัฒนธรรมอาหารไทย**, 1(2), 2–7.
- วงเดือน สุขศรี. (2567, 27 มกราคม). **สัมภาษณ์**. บ้านห้วยเตี๋ย, ตำบลทันทิมน, อำเภอเมือง, จังหวัดหนองบัวลำภู.
- สินิตย์ เลิศไกร. (2565, 3 พฤศจิกายน). **พาณิชย์ ดันซอฟทแวร์ไทยรวมปลุกกระแสการท่องเที่ยวไทยเชิงอาหาร ดึงเชฟมิชลินลุยถิ่นอีสานรังสรรค์เมนูรสเลิศจากวัตถุดิบ GI ไขว้อัตลักษณ์ท้องถิ่นไทยสู่สายตาต่างชาติ**. สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2566, จาก <https://www.thailandplus.tv/archives/630018>
- สมยงค์ นาเมืองรักษ์. (2567, 30 มกราคม). **สัมภาษณ์**. บ้านซางใต้, ตำบลซาง, อำเภอเซกา, จังหวัดบึงกาฬ.

- แสงจันทร์ สิงห์สาธิต. (2567, 25 มกราคม). **สัมภาษณ์**. บ้านดงบาก, ตำบลหนองไผ่, อำเภอหนองหาน, จังหวัดอุดรธานี.
- สุนทร สุทธิบาท. (2565). **โครงการยกระดับและสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันสำหรับเกษตรกรผลิตและแปรรูปด้านการเกษตรแบบครบวงจร**. สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2567, จาก <https://www.opsmoac.go.th/udonthani-news-preview-442891791168>
- สถาบันวิจัยสมุนไพร**. (2561). สืบค้นเมื่อ 1 พฤษภาคม 2568, จาก https://innovation.dmsc.moph.go.th/InnovationV2.0/ProfileProject.php?ROW_REF=1200&PERSON_ID=1523
- AOAC International. (2000). **Official methods of analysis**. (17th edition). AOAC International.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2000). **Official methods of analysis of AOAC international**. (17th edition). Gaithersburg, Maryland: The Association of Official Analytical Chemists.
- Labuza, T.P. (1970). Properties of water as related to the keeping quality of foods. SOS symposium on physical and chemical properties of foods. **Proceedings of Third International Congress Food Science IFT**, 618–635.
- Labuza, T.P. (1968). **Sorption phenomena in food**. *Food Technology*, 22(3), 15.
- McGee, H. (2004). **On Food and Cooking**. Scribner: The Science and Lore of the Kitchen.
- MGR Online. (2549). **อาหารที่สำเร็จรูป งานด่วนทันใจไม่ต้องปรุง**. สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2566, จาก <https://mgronline.com/live/detail/9490000028479>
- Tannenbaum, S.R., & Karel, M. (1970). Water content and stability of low moisture and intermediate-moisture foods. *Journal of Food Technology*, 24(5), 543–550.
- McGee, M. Regier (Ed.). **The microwave processing of foods**. Sawston: Woodhead Publishing.
- Nirmala, C., David, E., & Sharma, M.L. (2011). Changes in quality of fermented bamboo shoots during fermentation and storage. *Journal of Food Science and Technology*, 48(5), 591–595.
- Püschner, P., & Püschner, S.C.L. (2005). Improving microwave process control. In H. Schubert & M. Regier (Eds.), **The microwave processing of foods**. Sawston: Woodhead Publishing.
- Pisecky, J. (2012). Evaporation and concentration processes in the food industry. In H. Schubert & A. Srivastava (Eds.), **Food processing technologies**. New York: Springer.
- Singh, S., Singh, R., & Yadav, A. (2020). Phytochemical and therapeutic potential of Allium species: A review. *Nutrition & Food Science*, 50(3), 455–467.
- Smith, J. (2020). Effect of water activity on microbial growth and enzyme activity in dried foods. *Journal of Food Science*, 85(1), 123–130.