

การศึกษากระบวนการผลิตนมข้าวเม้าอัดเม็ดที่เหมาะสมกับชุมชน

Study on the Production Process of Khao Mao Milk Tablets Suitable for Community

พรประภา ชุนถนอม^{1*}, รวีพร ศรีสำราญ¹, กรรณิการ์ สมบุญ¹, วิวัฒน์ ศรีวิชา² และเดือนรุ่ง สุวรรณโสภา³
Pornprapha Chunthanom^{1*}, Raweeporn Srisamran¹, Kannika Somboon¹, Wiwat Sriwicha² and Duernrung Suwannasopa³

Received date: 19 ก.ย. 66 Revised date: 5 ก.พ. 67 Accepted date: 14 ก.พ. 67

DOI: <https://doi.org/10.55003/kmaj.2025.03.24.015>

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการผลิตนมข้าวเม้าอัดเม็ดที่เหมาะสมสำหรับวิสาหกิจชุมชน ทำการศึกษาวิธีทำแห้งข้าวเม้าสดและศึกษาสูตรการผลิตนมข้าวเม้าอัดเม็ด โดยทำแห้งข้าวเม้าสด 3 แบบคือผึ่งลม อบแห้งในตู้อบลมร้อน และคั่ว แล้วบดเป็นแป้งก่อนอัดเม็ด พบว่าค่าสีของข้าวเม้าแห้งทุกตัวอย่างไม่แตกต่างจากข้าวเม้าสด ปริมาณน้ำอิสระของข้าวเม้าแห้งทุกตัวอย่างน้อยกว่าข้าวเม้าสด ($P \leq 0.05$) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ของข้าวเม้าทุกตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของข้าวเม้า คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเม้าหลังอบแห้งพบว่าพลังงานจากไขมัน ไขมันทั้งหมด โปรตีน วิตามินบี2 เหล็ก ธาตุแคลเซียม มีปริมาณลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวเม้าสด แต่พลังงานทั้งหมดคาร์โบไฮเดรต โยอาหาร น้ำตาล โซเดียม วิตามินบี1 และแคลเซียม มีปริมาณสูงกว่าข้าวเม้าสด เมื่อบดข้าวเม้าอบแห้งเป็นแป้งพบว่ามีความสว่างและค่าสีเขียวมากขึ้น แต่ค่าสีเหลืองและความเข้มสีลดลง เมื่อผลิตนมข้าวเม้าอัดเม็ด 3 สูตรคือหวานน้อย ปานกลาง และมาก แล้วทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าสูตรหวานปานกลางได้คะแนนด้านรสชาติมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากสูตรหวานมาก ส่วนคะแนนด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของทุกสูตรไม่แตกต่างกัน และเมื่อผลิตนมข้าวเม้าผสมสารสกัดจากใบข้าวเม้าอัดเม็ด 3 สูตรคือสีเขียวน้อย เขียวปานกลาง และเขียวเข้ม แล้วทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าสูตรสีเขียวน้อยได้คะแนนด้านความชอบโดยรวมมากที่สุด ($P \leq 0.05$) ส่วนคะแนนด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของทุกสูตรไม่แตกต่างกัน ($P > 0.5$)

คำสำคัญ: ข้าวเม้า การทำแห้ง การอัดเม็ด ใบข้าว

Abstract

The objective of this research was to develop the production of Khao Mao (KM) milk tablets suitable for community enterprise. An appropriate fresh KM drying and optimum tablet formula were investigated. Fresh KM was dried in 3 different ways including, aerated, dehydrated in tray dryer and roasted, and then ground into flour before tableting. It was found that the color values of all samples of dried KM were not significantly different from those of fresh KM. The a_w value of all samples of dried KM was lower than that of fresh KM ($P \leq 0.05$). Total microbial content and also yeast and mold of all samples were in the standard of community product of KM. The nutritional value of dehydrated KM found that energy from fat, total fat, protein, vitamin B2, iron, ash and moisture content were decreased when compared with fresh KM. In the addition, the total energy, carbohydrates, dietary fiber, sugar, sodium, vitamin B1 and calcium content were higher than fresh KM. After milling dried KM into flour, it was found that the L^* and $-a^*$ value increased, but the b^* and C^* value decreased. When produce KM milk tablets, there were 3 formulas including, low sweet, medium sweet and very sweet. The results showed that the sensory evaluation of the moderately sweet formula of tablet received the highest score for taste but not different from the very sweet formula. The scores for color, odor, texture and overall preference of all formulas were not different. Furthermore, KM milk mixed with rice leaf extract was

¹ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.สกลนคร 47160

² สาขาการแพทย์แผนไทย คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.สกลนคร 47160

³ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.สกลนคร 47160

¹ Department of Food Science and Technology, Faculty of Natural Resource, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon 47160

² Department of Thai Traditional Medicine, Faculty of Natural Resource, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon 47160

³ Department of Industrial Engineering, Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon 47160

*Corresponding author: pronprapa.ch@rmuti.ac.th

produced, 3 formulas were light green, medium green and dark green. The samples of the light green formula had the highest overall scores ($P \leq 0.05$), while the scores on color, odor, taste and texture of all formulas were not significantly different ($P > 0.05$).

Keywords: Khao Mao, drying, tablet processing, rice leave

คำนำ

ข้าวเม่า (pounded young rice) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวเปลือกที่ผ่านระยะนํ้ามประมาณ 5-7 วัน หรือข้าวเปลือกแห้งที่แช่นํ้าไว้แล้วประมาณ 2 วัน มาทำความสะอาด อาจผสมนํ้าคั้นจากพืช เช่น นํ้าคั้นใบเตย นํ้าคั้นดอกอัญชัน เพื่อให้มีสีและกลิ่นตามต้องการ คั่วให้สุก แล้วนำไปตำให้เมล็ดข้าวแบน แยกเอาแกลบออก อาจนำไปอบอีกครั้งเพื่อให้แห้ง (Thai Industrial Standards Institute, 2019) ข้าวเม่ามีกระบวนการผลิตหลายแบบซึ่งขึ้นอยู่กับภูมิปัญญาของแต่ละท้องถิ่น ซึ่งกระบวนการผลิตข้าวเม่าสดโดยใช้ภูมิปัญญาใน จ.สกลนคร เริ่มจากเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกในระยะกำลังเม่า นำข้าวเปลือกออกจากรวง ล้างนํ้าเพื่อคัดเอาเมล็ดข้าวที่ลีบออกไป เติมนํ้าสะอาดเพื่อต้มและคั่วเมล็ดข้าวในกระทะใบบัวจนข้าวสุก แล้วนำไปตำในครกกระเดื่องเพื่อกะเทาะเปลือก ผัดเอาแกลบออก ได้เมล็ดข้าวเม่าที่แบน มีกลิ่นหอม มีสีเขียวอ่อน และสามารถบริโภคได้ทันที ข้าวเม่าสดที่ได้นี้จะมีอายุการเก็บรักษาเพียง 1-2 วัน เนื่องจากข้าวเม่ามีความชื้นประมาณร้อยละ 20 และปริมาณนํ้าอิสระ (a_w) ประมาณ 0.9 ข้าวเม่าจัดเป็นอาหารที่มีความชื้นปานกลาง จึงง่ายต่อการเสื่อมเสียจากเชื้อราและเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ (Rattanapanont, 2002) การยืดอายุการเก็บรักษาข้าวเม่าโดยการลดความชื้นหรือทำให้แห้ง และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น แป้งข้าวเม่า หรือข้าวเม่าผง เมื่อเก็บรักษาแป้งข้าวเม่าหรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ทำจากแป้งข้าวเม่า พบว่ามีกลิ่นหืนและสีซีดลง เนื่องจากแป้งข้าวเม่ามีขนาดอนุภาคเล็กจึงมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศได้มาก ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่าย หากนำแป้งข้าวเม่าที่ได้มาอัดเม็ดเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว จะได้ผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าอัดเม็ดที่มีความแข็งมากจนไม่สามารถละลายได้ในปากหรือนํ้าร้อน จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าไม่สามารถทำแป้งข้าวเม่าให้อยู่ในรูปอิมัลชันเช่นเดียวกับกระบวนการทำนมอัดเม็ดหรือนมอัดเม็ดที่ผสมเนื้อมังคุด (Pasittrak et al., 2015) เนื่องจากข้าวเม่าทำจากข้าวเหนียวที่มีอะไมโลเพกตินเป็นองค์ประกอบหลักจึงมีความเหนียวและยึดติดเกาะตัวกันดีมากหากสัมผัสกับนํ้าหรือความชื้น จึงต้องผสมแป้งข้าวเม่ากับนมผงและนํ้าตาลไอซิ่งหรือกลูโคส เติมนํ้าตาลหล่อลื่นและสารช่วยยึดเกาะ เช่น แมกนีเซียมสเตียเรต และแป้งสาคุ แล้วขึ้นรูปโดยการตอกเม็ด ซึ่งการใช้นมผงเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์จะทำให้เกิดช่องว่างของอากาศในผลิตภัณฑ์น้อยที่สุด หากมีช่องว่างมากเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์เปราะและแตกง่าย อย่างไรก็ตาม การผลิตนมอัดเม็ดในระดับอุตสาหกรรมจะใช้นํ้าหรือวัตถุดิบอื่น เช่น นํ้าผักหรือนํ้าผลไม้ เข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray dryer) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยมีความสามารถในการกระจายตัวสูงและมีปริมาณความชื้นต่ำ (Vongsawasdi et al., 2002) มีรูพรุนอยู่ภายในมากขึ้น และมีความหนาแน่นลดลง (Master, 1991) นอกจากนั้น Panyayong and Ubolsook (2020) ได้ศึกษานํ้านมเมล็ดมะม่วงหิมพานต์อัดเม็ดโดยใช้นํ้านมเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ทำแห้งแบบพ่นฝอย ร้อยละ 50.00 นํ้าตาลไอซิ่งร้อยละ 33.33 และแป้งข้าวโพดร้อยละ 16.67 อย่างไรก็ตาม เทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอยทำให้อาหารสามารถละลายได้ดี แต่วิสาหกิจชุมชนที่ผลิตอาหารหลายแห่งไม่มีเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยและยากต่อการเข้าถึงเทคโนโลยีดังกล่าว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้กรรมวิธีการผลิตนมอัดเม็ดผสมเนื้อมังคุด (Pasittrak et al., 2015) และนมอัดเม็ดเสริมผงไข่แดง (Nataworatat, 2007) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์นมข้าวเม่าอัดเม็ดทั้งสูตรที่มีรสหวานและสูตรที่มีสีเขียวให้มีคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งน่าจะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวเม่าที่เหมาะสมกับการผลิตในระดับวิสาหกิจชุมชนได้ในอนาคต

วิธีการศึกษา

การเตรียมตัวอย่างแป้งข้าวเม่า

นำข้าวเม่าสดจากข้าวเหนียวพันธุ์ กข6 ที่ผลิตจากภูมิปัญญาดั้งเดิมของบ้านคอนศรี อ.วานรนิวาส จ.สกลนคร ทำให้แห้ง 3 กระบวนการ ได้แก่ ผึ่งลม (ใช้พัดลมเป่าในที่ร่มอุณหภูมิ 33-35°C นานประมาณ 8 ชั่วโมง) อบแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาด (tray dryer) ที่อุณหภูมิ 50°C นานประมาณ 4 ชั่วโมง หรือจนมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 ตามวิธีการของ Youngsuk (2007) และคั่วจนแห้ง (คั่วในกระทะทองเหลืองด้วยไฟอ่อนที่อุณหภูมิ 40-50°C นานประมาณ 10 นาที) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์คุณภาพข้าวเม่าแห้งเทียบกับข้าวเม่าสด (control) ได้แก่ ค่าสี (L^* , a^* , b^* , C^* , h°) โดยใช้เครื่องวัดสี (ยี่ห้อ HunterLab รุ่น ColorFlex EZ, Hunter Associates Laboratory Inc., USA) ค่า a_w โดยใช้เครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (ยี่ห้อ AQUA LAB รุ่น 4TE, METEG Group, Inc., USA) ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ตามวิธีของ AOAC (2000) เพื่อคัดเลือกกระบวนการทำแห้งที่เหมาะสม ทำการทดลอง 2 ซ้ำ บรรจุข้าวในถุงสุญญากาศขนาด 1 กก. เก็บรักษาข้าวเม่าสดและข้าวเม่าแห้งที่อุณหภูมิ 4°C และอุณหภูมิห้อง ตามลำดับ ก่อนนำตัวอย่างจำนวน 2 กก. ส่งตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อน โดยมีรายการวิธีการวิเคราะห์ดังนี้ *B. cereus*, *C. perfringens*, Yeasts & molds และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด, *E. coli*, *Salmonella spp.*, *S. aureus* และวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ พลังงานทั้งหมด พลังงานจากไขมัน ไขมันอิ่มตัว โคเลสเตอรอล โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ในอาหาร น้ำตาล โซเดียม วิตามินเอ วิตามินบี1 และวิตามินบี2 แคลเซียม และเหล็ก (In-house method ของบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย)) จำกัด เถ้าและความชื้น (AOAC, 2012) ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด โดยส่งตรวจ 1 ครั้ง นำข้าวเม่าแห้งทำเป็นแป้งโดยบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 mesh ได้แป้งข้าวเม่าบรรจุใส่ถุงสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C ทำการทดลอง 2 ซ้ำ ก่อนนำมาใช้งานภายในเวลา 1 เดือน

การเตรียมสารสกัดใบข้าว

เก็บเกี่ยวใบข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่เป็นต้นอ่อนมีอายุประมาณ 14 วัน ล้างน้ำ หั่นเป็นท่อนขนาดประมาณ 1 นิ้ว เติมน้ำเกลือแอลกอฮอล์ 50% (food grade) จนท่วมตัวอย่าง แช่ทิ้งไว้ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง กรองแล้วระเหยเพื่อทำให้เข้มข้นด้วยเครื่อง rotary evaporator (ยี่ห้อ EYELA รุ่น N-1210BS-W, EYELA, Japan) ที่อุณหภูมิ 50°C จนได้สารละลายสีเขียวจากใบข้าวที่เข้มข้นดี ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

การผสมและตอกเม็ดนมข้าวเม่าอัดเม็ด

นำแป้งข้าวเม่าผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ได้แก่ นมผงแท่งตราคารเนชั่น แป้งข้าวเม่า น้ำตาลไอซิ่ง แป้งสาคุ (จ.พัทลุง) สารเพิ่มการจับตัว (แมกนีเซียมสเตียเรต) และสารป้องกันการจับตัวเป็นก้อน (ซิลิกอนไดออกไซด์) เพื่อให้เกิดแกรนูล โดยดัดแปลงจากสูตรนมอัดเม็ดเสริมผงไข่แดง (Nataworat et al., 2007) และนมอัดเม็ดผสมมังคุด (Pasittrak et al., 2015) ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Composition of Khao Mao milk tablets

Composition (%)	Treatment		
	Low sweet	Medium sweet	Very sweet
Whole milk powder	61.62	58.9	53.12
Khao Mao flour	30.81	29.45	27.06
Icing sugar	4.62	8.83	16.23
Sago flour	1.23	1.18	1.08
Magnesium stearate	1.23	1.18	1.08
Silicon dioxide	0.49	0.46	0.43

ทำการอัดเม็ดโดยใช้เครื่องตอกเม็ดแบบอัตโนมัติชนิดโรตารี (ยี่ห้อ Y.U Pack รุ่น ZP-9B, T.U Pack Co.,Ltd., Thailand) โดยใช้แรงกดขนาด 5 kN ใช้ใบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มม. และหนา 4 มม. ทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบชิมแบบกึ่งฝึกฝนจำนวน 30 คน ที่มีอายุระหว่าง 18-50 ปี ด้วยวิธี 9-point Hedonic scale เพื่อประเมินระดับความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยระดับคะแนน 1 คือชอบน้อยที่สุด และ 9 คือชอบมากที่สุด (Wiriyajaree, 2018) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

Table 2 Composition of Khao Mao milk mixed with rice leaf extract tablets

Composition (%)	Treatment		
	Light green	Medium green	Dark green
Whole milk powder	58.51	58.45	58.40
Khao Mao flour	26.59	26.57	26.54
Icing sugar	11.40	11.39	11.38
Silicon dioxide	1.06	1.06	1.06
Sago flour	1.06	1.06	1.06
Magnesium stearate	1.06	1.06	1.06
Vinilla extract	0.21	0.21	0.21
Rice leaf extract	0.11	0.20	0.29

การผสมและตอกเม็ดนมข้าวเม่าผสมสารสกัดใบข้าวอัดเม็ด

นำส่วนประกอบผสมกับวุ้นลาฟงเพื่อเพิ่มกลิ่นหอมและผสมกับสารสกัดใบข้าวเพื่อให้มีสีเขียวนำรับประทานในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ (สีเขียวเข้มมาก สีเขียวเข้มปานกลาง และสีเขียวเข้มน้อย) โดยนำสารสกัดใบข้าวปั่นผสมกับแป้งข้าวเม่า อบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C จนแห้ง นำมาบดแล้วผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ได้สูตรการผลิตดัง Table 2 อัดเม็ด ทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบชิมแบบกึ่งฝึกฝนจำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9-point Hedonic scale วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสุบูรณ์ (randomized complete block Design: RCBD) (Wiriyaaree, 2018) เพื่อประเมินระดับความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Turkey's test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Wiriyaaree, 2002)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษากรรมวิธีการทำแห้งข้าวเม่าที่เหมาะสมกับชุมชน วิเคราะห์คุณภาพแสดงผลดัง Table 3-4 พบว่าค่าสีของทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับข้าวเม่าสดชุดควบคุม (control) ส่วนค่า a_w ซึ่งเป็นค่าที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต จะส่งผลต่ออายุการเก็บรักษา โดยข้าวเม่าสดมีค่า a_w สูงที่สุด คือ 0.90 ($P \leq 0.05$) ทำให้เกิดการเน่าเสียได้ง่าย จึงทำแห้ง 3 กรรมวิธี พบว่าตัวอย่างอื่นๆ มีค่า a_w ไม่เกิน 0.6 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ข้าวเม่า (มพข.741/2562) ค่า a_w ของข้าวเม่าอบแห้งมีค่าน้อยที่สุดคือ 0.487 เนื่องจากใช้อุณหภูมิสูงกว่าวิธีผึ่งลมและคั่ว สอดคล้องกับ Sombat and Vangnai (2014) ที่รายงานว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งส่งผลให้ค่า a_w และความชื้นลดลง เนื่องจากการอบแห้ง ปริมาณน้ำเกิดการระเหยไป เมื่อน้ำเคลื่อนที่มาบริเวณผิวแล้วจึงระเหยเป็นไอน้ำด้วยกระแสลมร้อนที่มาสัมผัสกับอาหาร (Barbosa-Cánovas and Vega-Mercado, 1996) ค่าสี L^* หรือค่าความสว่างของข้าวเม่าที่ทำแห้งโดยการผึ่งลมอบแห้ง และคั่วในการทดลองนี้ พบว่ามีความสว่างมากกว่าข้าวเม่าแห้งในตลาดที่รายงานค่าสี L^* โดย Nachaisin et al. (2016) มีค่าเป็น 54.18 แต่หากทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze dried) มีค่า L^* สูงถึง 66.12 ส่วนค่าสี a^* หรือค่าสีแดงของข้าวเม่าแห้งในการทดลองนี้มีค่าสูงกว่างานวิจัยของ Nachaisin et al. (2016) ที่รายงานค่าสี a^* ของข้าวเม่าแห้งในท้องตลาดและข้าวเม่าแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีค่าเป็น 0.67 และ 1.40 ตามลำดับ แต่ค่าสี b^* หรือค่าสีเหลืองของข้าวเม่าอบแห้งในการทดลองนี้มีค่าใกล้เคียงกับข้าวเม่าแห้งในตลาดที่พบเท่ากับ 36.24 แต่ข้าวเม่าแห้งแบบแช่เยือกแข็งมีค่าลดลงเหลือเพียง 34.10 ซึ่งไม่แตกต่างกับข้าวเม่าผึ่งลม แสดงว่าข้าวเม่าอบแห้งในการทดลองนี้มีความสว่างมากกว่า มีสีเข้มน้อยกว่า และมีสีเหลืองใกล้เคียงกับข้าวเม่าแห้งในตลาด เนื่องจากข้าวเม่าอบแห้งในการทดลองนี้ไม่ใช้น้ำใบเตยเคลือบเมล็ดข้าว จึงมีสีเข้มน้อยกว่าข้าวเม่าแห้งในตลาดและตัวอย่างจากงานวิจัยของ Nachaisin et al. (2016) ที่ใช้กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จึงทำให้มีสีเข้มน้อยและค่าความสว่างมากกว่า เพราะใช้ความร้อนในการทำแห้งน้อยกว่า นอกจากนั้นค่า a_w ของข้าวเม่าผึ่งลมยังมีค่าใกล้เคียงกับข้าวเม่าแห้งในตลาดที่พบว่ามีค่าเป็น 0.58 และข้าวเม่าอบแห้งในการทดลองนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nachaisin et al. (2016) ที่รายงานว่าข้าวเม่าแห้งแบบ

แช่เยือกแข็งมีค่าเป็น 0.49 นอกจากนั้น Onsaard (2011) รายงานข้าวเม่าสดใน จ.อุบลราชธานีมีค่า a_w เท่ากับ 0.97 ซึ่งสูงกว่าข้าวเม่าสดสกลนคร (control) ของการทดลองนี้ซึ่งพบเพียง 0.90 ค่า a^* เท่ากับ 0.41-0.84 ซึ่งมีสีเขียวมากกว่าการทดลองนี้ที่พบเพียง 1.81 และค่า b^* เท่ากับ 27.22-32.31 ซึ่งมีค่าสีเหลืองน้อยกว่าการทดลองนี้ที่มีค่าเท่ากับ 34.53

Table 3 The color and water activity values of dried processed Khao Mao compared with fresh Khao Mao

Khao Mao	Color					a_w
	L^* ns	a^* ns	b^* ns	C^* ns	h° ns	
Fresh	60.62±0.33	1.81±1.36	34.53±0.45	35.63±0.31	87.28±1.94	0.9003±0.0042 ^a
Aerated	60.24±1.71	2.32±1.50	34.54±0.49	34.14±0.32	86.62±1.77	0.5797±0.1041 ^b
Hot air	59.72±1.20	2.66±1.10	36.75±0.82	35.41±0.26	85.62±1.98	0.4870±0.0657 ^b
Roasted	58.75±0.25	2.51±1.44	35.19±1.47	33.34±1.66	86.24±1.91	0.5648±0.1486 ^b

^{a-b} Different superscript letters within each column are significantly different ($P<0.05$), ns = non significant.

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราของข้าวเม่าทุกตัวอย่าง พบว่ามีค่าไม่เกิน 1×10^6 และ 1×10^2 CFU/g ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ข้าวเม่า (มพช.741/2562) (Thai Industrial Standards Institute, 2019) แต่ข้าวเม่าฝัองมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงกว่าข้าวเม่าสดและข้าวเม่าทำแห้งวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากจุลินทรีย์เจริญได้เร็วในอาหารที่มี a_w สูง และความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของข้าวมีค่าเป็นกลางคืออยู่ในช่วง 6-7 ซึ่งจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดีในช่วง 6-8 (Srichayet, 2019) หากไม่ใช้ความร้อนในการแปรรูปหรือความเย็นในการเก็บรักษาจะทำให้เสื่อมเสียได้ง่าย นอกจากนั้นสภาวะการทำแห้งโดยการฝัองลมที่อุณหภูมิ 33-35°C จะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดีเนื่องจากเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมของจุลินทรีย์กลุ่มที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง (mesophiles) เจริญเติบโตได้ดีที่ 35-37°C (Srichayet, 2019) ส่วนยีสต์และราของข้าวเม่าสดมีปริมาณมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากข้าวเม่าฝัองลมและข้าวเม่าคั่ว ($P>0.05$) ข้าวเม่าอบแห้งมีปริมาณยีสต์และราน้อยที่สุดเนื่องจากการอบแห้งโดยตู้อบลมร้อน ทำให้ปริมาณน้ำอิสระมีปริมาณน้อยที่สุดเมื่อเทียบการทำแห้งแบบอื่น (ดังแสดงใน Table 3) ซึ่งค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 ยีสต์และราจะหยุดการเจริญ (Fellow, 1990) ส่วนคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของข้าวเม่าสดเมื่อเทียบกับข้าวเม่าอบแห้งดังแสดงใน Table 5 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ทั้งสองตัวอย่างนี้มีปริมาณ *B. cereus*, *C. perfringens*, *S. aureus* และ Yeasts & molds น้อยกว่า 10 CFU/g และ *E. coli* มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g แต่ไม่พบ *Salmonella sp.* พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในข้าวเม่าสดและข้าวเม่าอบแห้งเป็น 6.5×10^4 และ 2.5×10^2 CFU/g ตามลำดับ

Table 4 Total microbials and yeast & mold of dried processed Khao Mao compared with fresh Khao Mao

Khao Mao	Total microbial counts (CFU/g)	Yeasts & molds (CFU/g)
Fresh	1,130±23 ^b	87±12 ^a
Aerated	4,670±58 ^a	60±36 ^{ab}
Hot air	1,470±40 ^b	33±6 ^b
Roasted	1,800±69 ^b	37±6 ^{ab}

^{a-b} Different superscript letters within each column are significantly different ($P<0.05$).

Table 5 Analysis results of standard microbial contaminants of dried and fresh Khao Mao.

Items	Fresh Khao Mao	Dried Khao Mao
Total plate count (cfu/g)	6.5×10^4	$< 2.5 \times 10^2$
Yeasts & molds (cfu/g)	<10	<10
<i>Bacillus cereus</i> (cfu/g)	<10	<10
<i>Clostridium perfringens</i> (cfu/g)	<10	<10
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	<3	<3
<i>Salmonella sp.</i> (per 25 g)	Not detected	-
<i>Staphylococcus aureus</i> (cfu/g)	<10	<10

คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเม่าสดเมื่อเทียบกับข้าวเม่าอบแห้ง ดังแสดงใน Table 6 เมื่ออบแห้งแล้ว พบว่าข้าวเม่ามีพลังงานจากไขมัน ไขมันทั้งหมด โปรตีน วิตามินบี 2 เหล็ก แคลเซียม และวิตามินซี มีแนวโน้มลดลง แต่พลังงานทั้งหมด คาร์โบไฮเดรต โยอาหาร น้ำตาล โซเดียม วิตามินบี 1 และแคลเซียม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่ง Onsaard (2011) รายงานว่าข้าวเม่าสดใน จ. อุบลราชธานีมีค่าความชื้นร้อยละ 22.10-22.91 ซึ่งสูงกว่าข้าวเม่าสดในการทดลองนี้ที่พบเพียงร้อยละ 19.44 แต่โปรตีนพบร้อยละ 6.24-6.68 ซึ่งน้อยกว่าข้าวเม่าสดในการทดลองนี้ที่พบสูงถึงร้อยละ 10.88 ไขมันร้อยละ 1.61-4.26 ซึ่งใกล้เคียงกับข้าวเม่าสดในการทดลองนี้ที่พบร้อยละ 1.72 เยื่อใยร้อยละ 0.16-0.27 ซึ่งน้อยกว่าข้าวเม่าสดในการทดลองนี้ที่พบสูงถึงร้อยละ 1.87 เถ้าร้อยละ 1.51-1.59 ซึ่งสูงกว่าข้าวเม่าสดในการทดลองนี้ที่พบเพียงร้อยละ 1.12 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 64.32-65.08 ซึ่งน้อยกว่าข้าวเม่าสดในการทดลองนี้ที่พบร้อยละ 66.84 เมื่อข้าวเม่าสดผ่านการทำให้แห้งแล้วพบว่าปริมาณโปรตีนและไขมันลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวเม่าสด แต่คาร์โบไฮเดรตและน้ำตาลเพิ่มขึ้น ปริมาณโปรตีนและไขมันของข้าวเม่าอบแห้งในการทดลองนี้พบว่ามีค่าเป็น 7.57 และ 1.62 g/100 g ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณโปรตีนสูงกว่างานวิจัยของ Youngsuk (2007) ที่รายงานว่ามีร้อยละโปรตีนของข้าวเม่าอบแห้ง 6.4-7.0 แต่มีร้อยละไขมันอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกันคือ 0.7-1.9

Table 6 Nutritional value of dried and fresh Khao Mao (per 100 grams)

Items	Fresh Khao Mao	Dried Khao Mao
Total energy (kcal)	326.36	363.34
Energy from fat (kcal)	15.48	14.58
Total fat (grams)	1.72	1.62
Saturated fat (grams)	0.49	0.56
Cholesterol (milligrams)	not found	not found
Protein (grams)	10.88	7.57
Carbohydrate (grams)	66.84	79.62
Fiber (grams)	1.87	2.05
Sugar (grams)	<0.50	0.66
Sodium (milligrams)	8.32	12.08
Vitamin A (micrograms)	not found	not found
Vitamin B 1 (milligrams)	0.175	0.255
Vitamin B 2 (milligrams)	<0.025	<0.020
Calcium (milligrams)	14.15	52.29
Iron (milligrams)	1.52	1.33
Ash (grams)	1.12	1.01
Moisture content (grams)	19.94	10.18

เมื่อนำข้าวเม่ามาทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 50°C นานประมาณ 4 ชั่วโมง บดและร่อนได้แบ่งข้าวเม่า และวิเคราะห์คุณภาพได้ผลดังแสดงใน Table 7 พบว่าแบ่งข้าวเม่ามีค่า a_w และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของข้าวเม่า (มพช.741/2562) (Thai Industrial Standards Institute, 2019) โดยทั่วไปแล้วจุลินทรีย์ที่ทำให้ก่อโรคส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ a_w ต่ำกว่า 0.85 ยีสต์และราไม่สามารถเจริญได้ที่ a_w ต่ำกว่า 0.62 (Rattanapanont, 2002) แบ่งข้าวเม่านี้จึงปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค แบ่งข้าวเม่ามีค่าสี L^* หรือมีสีสว่างมากกว่า มีค่า a^* หรือมีสีเขียวมากกว่า และมีค่า b^* หรือมีสีเหลืองน้อยกว่า แต่มีค่า b^* หรือมีสีเหลืองน้อยกว่า และมีค่า C^* หรือความเข้มข้นน้อยกว่าข้าวเม่าอบแห้ง นอกจากนั้น Singthong & Thongkaew (2019) รายงานว่าแบ่งข้าวเม่าพันธุ์กข6 มีค่า a_w เท่ากับ 0.65 ซึ่งสูงกว่าแบ่งข้าวเม่าของการทดลองนี้ ค่าสี L^* เท่ากับ 85.65 ซึ่งมีความสว่างมากกว่าแบ่งข้าวเม่าของการทดลองนี้ที่มีค่าเป็น 78.16 ค่า a^* เท่ากับ -1.50 ซึ่งมีสีเขียวมากกว่าแบ่งของการทดลองนี้ที่มีค่าเป็น -0.72 และค่า b^* เท่ากับ 19.93 ซึ่งมีสีเหลืองใกล้เคียงกับแบ่งของการทดลองนี้ที่มีค่าเป็น 19.12 แบ่งข้าวเม่ามี

สีเหลืองอมเขียว เนื่องจากข้าวเม่านี้อัดเม็ดอยู่ที่ยอดชั้นนอก แต่กระบวนการผลิตข้าวเม่าผ่านการคั่วเพื่อให้เมล็ดข้าวสุกจึงทำให้คลอโรฟิลล์เปลี่ยนเป็นฟิโอฟิตินที่เป็นสีน้ำตาล

Table 7 Quality of Khao Mao flour

Quality	Results
Color: L*	78.16±0.02
a*	-0.72±0.01
b*	19.12±0.01
C*	19.14±0.01
h°	92.17±0.02
a _w	0.3869±0.1001
Total plate count (CFU/g)	3.8×10 ³ ±1.3×10 ²
Yeasts & molds (CFU/g)	8.7×10 ¹ ±3.2×10 ¹

เมื่อทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสดังแสดงผลใน Table 8 พบว่านมข้าวเม่าอัดเม็ดสูตรหวานปานกลางได้คะแนนด้านรสชาติมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากสูตรหวานมาก ($P>0.05$) นมข้าวเม่าอัดเม็ดสูตรหวานมากได้คะแนนค่าสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มากกว่าสูตรอื่นๆ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) นมข้าวเม่าอัดเม็ดสูตรหวานมากนี้ใช้แป้งข้าวและน้ำตาลไอซิ่งในปริมาณน้อยกว่า แต่ไขมันผงในปริมาณมากกว่าผลิตภัณฑ์อัดเม็ดข้าวไรซ์เบอร์รี่อัดเม็ดที่ประกอบด้วยผงข้าวหักไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 30 น้ำตาลไอซิ่งร้อยละ 30 นมผงร้อยละ 18 สารป้องกันการจับตัวเป็นก้อนร้อยละ 1 สารหล่อลื่นร้อยละ 1 และสารเพิ่มปริมาณหรือผงสตรอเบอร์รี่ร้อยละ 20 (Samsalee and Mangklan, 2021) ผลิตภัณฑ์นมข้าวเม่าอัดเม็ดสูตรหวานมากนี้จึงน่าจะเหมาะกับผู้ที่ต้องการโปรตีนสูงและชอบรสหวาน เช่น เด็ก และวัยรุ่น

Table 8 Sensory quality of sweetened Khao Mao milk tablets

Treatment	Color ^{ns}	Odor ^{ns}	Taste	Texture ^{ns}	Overall preference ^{ns}
Low sweet	7.27±1.08	6.60±1.40	7.13±0.94 ^b	6.50±1.14	7.13±1.07
Medium sweet	7.07±0.91	6.53±1.38	8.07±0.91 ^a	6.43±0.90	7.37±1.07
Very sweet	7.20±0.96	6.77±1.50	7.60±1.07 ^{ab}	6.87±1.20	7.53±0.94

^{a-b} Different superscript letters within each column are significantly different ($P<0.05$), ns = non significant.

นมข้าวเม่าอัดเม็ดสูตรหวานมากประกอบไปด้วยนมผง แป้งข้าวเม่า น้ำตาลไอซิ่ง แป้งสาชู แมกนีเซียมสเตียเรต และซิลิกอนไดออกไซด์ ในปริมาณร้อยละ 53.12, 27.06, 16.23, 1.08, 1.08 และ 0.43 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังคงมีสีข้าวอมเขียวเล็กน้อย และไม่มีกลิ่นหอม จึงได้พัฒนาสูตรนมข้าวเม่าผสมสารสกัดใบข้าวอัดเม็ดทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเขียว และมีกลิ่นหอม เพื่อดึงดูดใจผู้บริโภคมากขึ้น เมื่อทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสดังแสดงใน Table 9 พบว่านมข้าวเม่าผสมสารสกัดใบข้าวอัดเม็ดสูตรสีเขียวอ่อนได้คะแนนด้านความชอบโดยรวมมากที่สุด ($P\leq 0.05$) ส่วนคะแนนด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของทุกสูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) นมข้าวเม่าผสมสารสกัดใบข้าวอัดเม็ดสูตรสีเขียวอ่อนได้รับการยอมรับมากที่สุดเนื่องจากมีคะแนนของค่าสี รสชาติ และเนื้อสัมผัส มากกว่าสูตรอื่น

Table 9 Sensory quality of Khao Mao milk mixed with rice leaf extract tablets

Treatment	Color ^{ns}	Odor ^{ns}	Taste ^{ns}	Texture ^{ns}	Overall preference
Light green	7.00±1.36	6.50±1.57	6.97±1.45	6.70±1.44	7.83±1.15 ^a
Medium green	6.80±1.19	6.57±1.38	6.60±1.19	6.47±1.20	7.20±0.76 ^b
Dark green	6.70±1.26	6.23±1.14	6.63±1.30	6.60±1.10	6.97±0.93 ^b

^{a-b} Different superscript letters within each column are significantly different ($P<0.05$), ns = non significant.

นมข้าวเม่าผสมสารสกัดใบข้าวอัดเม็ดสูตรสีเขียวอ่อนใช้แบ่งข้าวเม่าและน้ำตาลไอซิ่งในปริมาณน้อยกว่า แต่ใช้นมผงในปริมาณมากกว่าผลิตภัณฑ์ข้าวไรซ์เบอร์รี่อัดเม็ดซึ่งประกอบด้วยผงข้าวหักไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 30 น้ำตาลไอซิ่งร้อยละ 30 นมผงร้อยละ 18 สารป้องกันการจับตัวเป็นก้อนร้อยละ 1 สารหล่อลื่นร้อยละ 1 และสารเพิ่มปริมาณหรือผงสตรอเบอร์รี่ร้อยละ 20 (Samsalee and Mangklan, 2021) ผลิตภัณฑ์นมข้าวเม่าผสมสารสกัดใบข้าวอัดเม็ดนี้มีปริมาณแป้งและน้ำตาลไอซิ่งน้อยกว่า แต่มีปริมาณนมผงมากกว่านมข้าวเม่าอัดเม็ดสูตรหวานมาก และยังเสริมสารสกัดจากใบข้าวที่มีสารสำคัญ เช่น คลอโรฟิลล์ ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ จึงน่าจะเหมาะกับผู้ที่ต้องการอาหารเพื่อสุขภาพ เช่น นักกีฬา หรือคนในวัยทำงาน นมข้าวเม่าผสมสารสกัดใบข้าวอัดเม็ดสูตรสีเขียวอ่อนประกอบไปด้วย นมผง แป้งข้าวเม่า น้ำตาลไอซิ่ง แป้งสาเก แมกนีเซียมสเตียเรต ซิลิกอนไดออกไซด์ กลิ่นวนิลา และสารสกัดจากใบข้าว ในปริมาณร้อยละ 58.51, 26.59, 11.40, 1.06, 1.06, 1.06, 0.21 และ 0.11 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม นมข้าวเม่าผสมสารสกัดใบข้าวอัดเม็ดมีต้นทุนการผลิตสูงกว่านมข้าวเม่าอัดเม็ดเนื่องจากมีส่วนผสมหลายชนิดมากกว่า

สรุปผลการศึกษา

การทำแห้งข้าวเม่าสดด้วยการอบแห้งในตู้อบลมร้อนจะได้ข้าวเม่าแห้งที่มีคุณภาพมากกว่าการผึ่งลมและคั่ว โดยมีค่า a_w ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่าวิธีการทำแห้งอื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพด้านเชื้อปนเปื้อนของข้าวเม่าสดกับข้าวเม่าอบแห้งพบว่า หลังผ่านการทำแห้งจะทำให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง และปริมาณเชื้อปนเปื้อนอื่นๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ข้าวเม่า (มผช.741/2562) คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเม่าหลังอบแห้งพบว่ามีพลังงานจากไขมัน ไขมันทั้งหมด โปรตีน วิตามินบี 2 เหล็ก แคล และความชื้น มีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับข้าวเม่าสด แต่พลังงานทั้งหมดคาร์โบไฮเดรต โยอาหาร น้ำตาล โซเดียม วิตามินบี 1 และแคลเซียม มีปริมาณสูงกว่าข้าวเม่าสด ข้าวเม่าอบแห้งจึงมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีความปลอดภัยต่อการบริโภค และนำไปแปรรูปเป็นแป้งข้าวเม่าพบว่ามีค่าความสว่างและมีสีขาวมากขึ้น เมื่อนำแป้งข้าวเม่าไปผลิตนมข้าวเม่าอัดเม็ดแล้ว ทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส พบว่านมข้าวเม่าอัดเม็ดสูตรหวานมากได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นและเนื้อสัมผัส เป็น 6.77 และ 6.87 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย-ชอบปานกลาง และได้รับคะแนนความชอบด้านสี รสชาติ และการยอมรับโดยรวม เป็น 7.20, 7.60 และ 7.53 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก ส่วนนมข้าวเม่าผสมสารสกัดใบข้าวอัดเม็ดสูตรสีเขียวอ่อนได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส เป็น 6.50, 6.97 และ 6.70 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย-ชอบปานกลาง และได้รับคะแนนความชอบด้านสีและการยอมรับโดยรวม เป็น 7.00 และ 7.83 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก นมข้าวเม่าอัดเม็ดสูตรหวานมากจึงเหมาะสมที่จะผลิตในระดับวิสาหกิจชุมชนมากกว่านมข้าวเม่าผสมสารสกัดใบข้าวอัดเม็ดสูตรสีเขียวอ่อน เนื่องจากมีกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อนและมีต้นทุนต่ำกว่า

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้เขียนขอประกาศว่าบทความนี้ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการชุมชนนวัตกรรมข้าวเม่าสดสกลนครบ้านคอนศรี ประจำปีงบประมาณ 2564 สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.) ขอขอบคุณคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่ทำวิจัย ตลอดจนทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการวิจัยในครั้งนี้ งานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มทร.อีสาน เลขที่ HEC-04-64-017

การมีส่วนร่วมในการเขียนบทความของผู้เขียน

ความคิดริเริ่ม และ สมมติฐาน: พรประภา ชุนถนอม, วิวัฒน์ ศรีวิชา. การปฏิบัติการวิจัย การมีส่วนร่วมในการออกแบบ: พรประภา ชุนถนอม, รวีพร ศรีสำราญ, กรรณิการ์ สมบุญ, เดือนรุ่ง สุวรรณโสภา. การทดลอง การทดสอบ เครื่องมือวัด วิธีการเก็บข้อมูล และ criteria การจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การแปลผล: พรประภา ชุนถนอม. การวิพากษ์วิจารณ์ผล การแสดง การเปรียบเทียบกับข้อสรุปหรือองค์ความรู้ หรือทฤษฎีเดิม: พรประภา ชุนถนอม, รวีพร ศรีสำราญ. การมีส่วนร่วมในการเขียนต้นฉบับบทความ การให้การสนับสนุนเครื่องมือ ห้องปฏิบัติการ และ ทรัพยากร: พรประภา ชุนถนอม.

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. (2000). **Official Methods of Analysis**. 17th Ed. The Association of Official Analytical Chemists (AOAC).
- AOAC. (2012). **Official Methods of Analysis**. 19th Ed. The Association of Official Analytical Chemists (AOAC).
- Barbosa-Cánovas, G., & Vega-Mercado, H. (1996). **Dehydration of Foods**. International Thomson Publishing.
- Fellow, P. J. (1990). **Food Processing Technology: Principles and Practice**. 2nd Ed. Ellis Horwood Limited.
- Master, K. (1991). **Spray Drying Handbook**. 5th Ed. The Bath Press, Avon.
- Nachaisin, M., Nillseangrat, P., & Sutthapintu, A. (2016). Improvement qualities for shredded Thai-style instant rice. **Journal of Research for Development Social and Community, Rajabhat Maha Sarakham University**, 2(6), 88-95. (in Thai).
- Nataworatat, M. (2007). **Development of Protein-fortified Milk Tablets for Rural Students**. Thesis Doctor of Philosophy Program in Agro Industrial Product Development. Graduate School, Kasetsart University. (in Thai).
- Onsaard, E. (2011). **Study on the Physico-chemical Properties of Khao Mao**. Complete Research Report. Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University. (in Thai).
- Panyayong, C., & Ubolsook, P. (2020). The Development of cashew nut milk to tablets. **Academic Journal of Science and Applied Science**, 2020(2), 1-13. (in Thai).
- Pasittrak, S., Thanomthiranan, N., Nonmuang, W., & Charoensuk, K. (2015). Product development of mixed mangosteen milk tablet. **Rajabhat Rambhai Barni Research Journal**, 9(2), 31-38. (in Thai).
- Rattanapanont, N. (2002). **Food Chemistry**. Odeon Store Press. (in Thai).
- Samsalee, N., & Mangklan, S. (2021). Development of tablet products from riceberry broken rice. **RMUTP Research Journal: Sciences and Technology**, 15(1), 116-128. (in Thai).
- Srichayet, P. (2019). Principles of food processing to extend product's shelf life. **Food Journal**, 49(1), 12-19. (in Thai).
- Singthong, J., & Thongkaew, C. (2019). **Instant Ubon Noodle with Khao-mao as Functional Food**. Complete Research Report. Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University. (in Thai).
- Sombat P., & Vangnai, K. (2014). Effect of drying temperature and time on quality of beef jerky. In **Proceedings of 52nd Kasetsart University Annual Conference: Agro-Industry**, pp. 194-200. Kasetsart University. (in Thai).
- Thai Industrial Standards Institute. (2019). **Community Product Standards: Khao Mao (741/2562)**. Retrieved from: [https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0741_62\(ข้าวเม่าน้ำ\).pdf](https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0741_62(ข้าวเม่าน้ำ).pdf). (in Thai).
- Vongsawasdi, P., Noppharata, M., Tangbumrunpong, D., & Apinanjarpung, S. (2002). Production of instant fruit and vegetable juice by spray dryer and microwave-vacuum dryer. **Research and Development Journal KMUTT**, 25(3), 257-277. (in Thai).
- Wiriyajaree, P. (2018). **Sensory Evaluation**. Faculty of Agro Industry, Chiangmai University. (in Thai).
- Wiriyajaree, P. (2002). **Experimental Design**. 2nd Ed. Department of Product Development Technology, Faculty of Agro-Industry Chiang Mai University. (in Thai).
- Youngsuk, L. (2007). **Optimum Harvesting Age for Khao Mao Production and Storage**. Retrieved from: https://agkb.lib.ku.ac.th/rd/search_detail/result/155847. (in Thai).