



บทความวิจัย

คุณภาพและการยอมรับมะขามี่บูกอบแห้งกิ่งสำเร็จรูปด้วยการเติมแป้งบุกทดแทนแป้งสาลี ณัฐวณิชกุล เศรษฐพรโมทย์¹ สุภัตรา ลีรสติรสสุนทร¹ ปวีณา ชำนาญ¹ เกตุขญาพร ทองยี่น¹ ลีทิติเดช สิงห์มี¹ และ นิตยา งามม^{2*}

¹สาขาวิชาธุรกิจอาหารและโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก อำเภอเมืองตาก จังหวัดตาก 63000

^{2*}สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 32000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 29 สิงหาคม 2566

แก้ไข: 2 ตุลาคม 2566

ตอบรับการตีพิมพ์: 22 พฤศจิกายน 2566

ตีพิมพ์ออนไลน์: 12 ธันวาคม 2566

คำสำคัญ

แป้งบุก

มะขามี่บูกอบแห้งกิ่งสำเร็จรูป

คุณภาพมะขามี่

การยอมรับผู้บริโภค

บทคัดย่อ

การศึกษาคูณภาพของแป้งบุกโดยการเตรียมแป้งบุกด้วยวิธีการอบแห้งและบดเป็นผงแล้วนำมาสกัดสารพิษออกด้วยสารละลายเอทานอล จากนั้นนำไปทำแห้งและบดเป็นผงอีกครั้ง แป้งบุกที่ได้มีปริมาณใยอาหารเท่ากับร้อยละ 7.41 จากนั้นศึกษาการเติมแป้งบุกทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพมะขามี่บูกอบแห้งกิ่งสำเร็จรูป พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนของแป้งบุกส่งผลให้ค่า L^* และค่า b^* มีแนวโน้มลดลง อยู่ในช่วง 25.60 ± 3.39 - 43.52 ± 2.07 และ 26.23 ± 3.30 - 34.13 ± 2.41 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่การเพิ่มอัตราแป้งบุกส่งผลให้ค่า a^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อยู่ในช่วง 11.87 ± 0.59 - 14.11 ± 1.32 ($p \leq 0.05$) ผลของคูลูกหลังต้ม พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนของแป้งบุกมีผลให้ระยะเวลาในการต้มสุก น้ำหนักหลังต้ม และของแข็งที่สูญเสียของมะขามี่บูกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เท่ากับ 3-4 นาที ร้อยละ 205.67 ± 7.20 - 250.13 ± 1.90 และร้อยละ 5.27 ± 0.12 - 8.13 ± 0.42 ตามลำดับ ผลของความต้านทานแรงดึง และความสามารถในการยึดของเส้นมะขามี่บูกมีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) เท่ากับ 3.07 ± 0.35 - 2.29 ± 0.19 นิวตัน และ 10.22 ± 0.25 - 8.35 ± 0.16 มิลลิเมตร ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของมะขามี่บูก พบว่า อัตราส่วนแป้งสาลี : แป้งบุกที่ 85 : 15 มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด เท่ากับ 7.33 (โดยวิธี 9-point hedonic scale) การศึกษาเวลาและอุณหภูมิในการอบแห้งมะขามี่บูก พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า L^* , a^* , b^* ค่า a_w และค่าความชื้นมีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) ผลการศึกษาคูณภาพหลังต้ม พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้ระยะเวลาในการต้มมีแนวโน้มลดลง แต่ปริมาณน้ำหนักหลังการต้ม และของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) โดยอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งที่เหมาะสมคือ 75 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ($n=100$) โดยใช้การแบบสอบถาม พบว่าผู้บริโภคเลือกผลิตภัณฑ์มะขามี่บูกร้อยละ 70 นอกจากนี้มะขามี่บูกอบแห้งกิ่งสำเร็จรูปมีปริมาณ ใย โปรตีน และเส้นใย เท่ากับ ร้อยละ 4.06 ± 0.04 , 8.31 ± 0.13 , 0.09 ± 0.00 , 12.53 ± 0.03 , 0.55 ± 0.02 และ 74.46 ± 0.15 ตามลำดับ มากกว่ามะขามี่บูกสำเร็จรูปตามคุณค่าโภชนาการของอาหารไทย

บทนำ

มะขามี่บูกสำเร็จรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับความนิยมเนื่องจากสามารถหาซื้อได้ง่าย ราคาประหยัด และใช้เวลารวดเร็วในการปรุงสุก โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมให้ความหมายของมะขามี่บูกสำเร็จรูปว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำให้สุก หรือสุกบางส่วนสามารถนำมาปรุงรับประทานโดยใช้เวลาน้อยกว่า 5 นาที (Thai Industrial Standards Institute, 2005) มะขามี่บูกสำเร็จรูปมีส่วนประกอบของแป้งข้าวสาลีหลัก น้ำมันพืช และน้ำมันปรุงรส การบริโภคอาหารชนิดนี้อาจให้ผู้บริโภคได้รับพลังงานมากกว่าข้าวสวยในปริมาณเดียวกัน ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้บริโภคมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น หรืออาจเพิ่มระดับของไขมันในเลือด เป็นผลให้เกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ เช่น โรคอ้วน โรคอ้วนลงพุง โรคเบาหวาน ที่ผ่านมามีนักวิจัยที่นำ

วัตถุดิบอื่นมาเติมในมะขามี่บูกเพื่อปรับปรุงคุณภาพทางโภชนาการทางเคมีกายภาพ และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหาร

บุกเป็นพืชล้มลุก มีถิ่นกำเนิดทางตะวันออกของเทือกเขาหิมาลัยไปจนถึงประเทศจีน ญี่ปุ่น และทางใต้ไปถึงประเทศไทย ลักษณะของบุกมีลักษณะกลมแบน เปลือกผิวขรุขระ เนื้อในหุ้มบุกมีลักษณะละเอียดเหมือนแป้งในพืชหัวอื่น ๆ บุกมีสารกลูโคแมนแนนเป็นเส้นใยอาหารธรรมชาติที่เอนไซม์ร่างกายไม่สามารถย่อยสลายได้ สามารถเพิ่มกากใยแต่ไม่เพิ่มพลังงานและปริมาณน้ำตาล หัวบุกเมื่อแปรรูปเป็นแป้งบุกแล้วสามารถดูดซับน้ำและเกิดการพองตัวเมื่อผสมกับน้ำ และมีคุณสมบัติที่สำคัญคือสามารถเกิดเจลได้ ให้เจลที่มีความแข็งแรงและยังมีความคงตัวสูง เมื่อนำไปต้มในน้ำเดือดซึ่งการให้ความร้อนแก่เจลมีส่วนทำให้เจลมีความแข็งแรงและเสถียรภาพเพิ่มขึ้น

*Corresponding author

E-mail address: nittaya.ph@rmuti.ac.th (N. Settapramote)

Online print: 12 December 2023 Copyright © 2023. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2023.37>

(Phonpanawit, 2022) ปัจจุบันมีการนำผงบุกมาใช้ประโยชน์เป็นสารก่อเจล สารข้นหนืด หรือสารให้ความคงตัว โดย Phisutthigoston et al. (2018) ได้ศึกษาการผลิตลูกชิ้นปลาเสริมเจลบุกและสมุนไพรเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาจากซูริมิปลาเกะพบว่า การเติมพืชร่วมกับเจลบุกทำให้ค่าความแข็งแรงของเจล ค่าลักษณะด้านเนื้อสัมผัสดีกว่าสูตรควบคุมที่ไม่ได้เติมพืชร่วมกับเจลบุก

จากรายงานการวิจัยของ Niemprem (2000) ได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนจากแป้งข้าวหอมมะลิผสมแป้งบุก ขนมจีนที่ผลิตได้มีค่าความชื้นร้อยละ 73.17 โปรตีนร้อยละ 5.42 ไขมันร้อยละ 0.59 เถ้าร้อยละ 0.75 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 20.07 เยื่อใยร้อยละ 1.88 ค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5.97 ค่าสี $L^* 81.4$ $a^* 2.0$ $b^* 2.2$ และมีค่า Maximum load 3.052 นิวตัน มีสีค่อนข้างขาว มีความเหนียวปานกลาง มีกลิ่นข้าวสุกและกลิ่นรสข้าวค่อนข้างมาก ไม่มีรสเค็มและรสเปรี้ยว มีความลื่นในปากน้อยกว่าขนมจีนทั่วไป เมื่อใส่ในน้ำยาเส้นขนมจีนค่อนข้างนุ่ม และมีความเหนียวปานกลาง และจากงานวิจัยของ Singthong (2013) ได้มีการนำไฮโดรคอลลอยด์ ประกอบด้วย แชนแทนกัม กัวกัม อัลจิเนต คาราจีแนน และผงบุก มาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัส เช่น มีความเหนียวนุ่ม ยืดหยุ่น และเส้นไม่ขาดง่ายของผลิตภัณฑ์เส้นกวยจั๊บอบลวกภายหลังการต้มสุก จากงานวิจัยได้มีกระบวนการเตรียมบุกจากหัวบุกสดที่นำผ่านการล้างทำความสะอาด ลดขนาด และปั่นให้ละเอียดก่อนนำไปทำแห้งด้วยวิธีการอบด้วยตู้อบลมร้อน จากนั้นนำมาผ่านกระบวนการจัดสารพิษที่อาจก่อให้เกิดอาการแพ้สำหรับผู้บริโภคออกไป ก่อนนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เส้น ซึ่งแป้งบุกที่ได้จะยังคงมีสารที่เป็นองค์ประกอบหลัก คือ สารแมนแนน จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ แมนแนน A และแมนแนน B ซึ่งจะเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นน้ำตาลกลาแลกโตส (Galactose) ที่เป็นองค์ประกอบในบางโมเลกุล แต่จะมีน้อยกว่าน้ำตาลแมนโนส (Mannose) โดยแมนแนน A มีน้ำตาลแมนโนสจะอยู่ภายในโมเลกุลของแมนแนนจำนวน 10-13 หน่วย และในแมนแนน B จำนวน 38-40 หน่วย ที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า จึงเรียกวันแมนแนนที่ได้จากหัวบุกว่า วันคอนยัค (Konjacmannan) แต่เนื่องจากโครงสร้างทางเคมีแตกต่างจากวันกาแลกโตสที่ได้จากน้ำตาลกลูโคส (Glucose) และแมนโนส จึงเรียกชื่อใหม่ว่า กลูโคแมนแนน เป็นสารวันที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ เมื่อรับประทานเข้าไปในร่างกายแล้วจะไม่ย่อยและดูดซึม แต่จะทำหน้าที่เป็นใยอาหาร ซึ่งมีประโยชน์ในการทำมาสะอาดลำไส้ แตกต่างจากวันกาแลกโตสที่ได้จากเมล็ดพืช หรือวันคาราจีแนนที่ได้จากสาหร่ายทะเลซึ่งเป็นแป้งอะไมโลสและอะไมโลเพคตินที่มีสูตรโครงสร้างประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส (Kato et al., 1970; Montreepila, 2019) ซึ่งในแป้งบุกที่ได้จากงานวิจัยนี้จะมีสารประกอบจำพวกแมนแนนสูง เนื่องจากแป้งไม่ได้ผ่านกระบวนการพอกสี หรือกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีมากนักจึงยังคงคุณสมบัติหรือองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญไว้ได้

จากรายงานวิจัยของ Onsamlee & Sirilada (2022) ได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่ด้วยการเติม เจลบุกลงไปในการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีของน้ำมัลเบอร์รี่ ศึกษาปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่ ปริมาณที่เหมาะสมผงบุกในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มัลเบอร์รี่ ผลการวิจัย พบว่า

ปริมาณน้ำมัลเบอร์รี่ที่เหมาะสม คือ 75 กรัม และปริมาณผงบุกที่เหมาะสม คือร้อยละ 3.00 ของส่วนผสมทั้งหมด คุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าความแข็ง (นิวตัน) การยืดติด ความยืดหยุ่น การเกาะรวมตัว ความเหนียว และความยากในการบดเคี้ยว เท่ากับ 277.38 นิวตัน -187.23 0.86 0.81 197.64 และ 277.76 ตามลำดับ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 21.03 องศาบริกซ์ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.76 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเจลบุกมีสมบัติในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์ได้

Ge et al. (2022) ศึกษาผลของการเติมผงบุกกลูโคแมนแนนต่อการเกิดริ้วรอยเกรเดชันและอายุการเก็บรักษาของเส้นบะหมี่ พบว่าการเติมผงบุกกลูโคแมนแนนส่งผลต่อเส้นบะหมี่ทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้นและยับยั้งการเกิด ริ้วรอยเกรเดชัน ประโยชน์ทางด้านสุขภาพ Ueno et al. (2023) พบว่า การบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของผงบุกสามารถควบคุมการระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ สำหรับการปลูกหัวบุกในประเทศไทยยังประสบปัญหาเรื่องการแปรรูป ทำให้ต้องส่งออกหัวบุกไปยังประเทศจีนเพื่อแปรรูปเป็นผงบุกที่มีปริมาณสารกลูโคแมนแนน สูงและส่งกลับมาจำหน่ายให้กับอุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทยในราคาแพง (Horticultural Research Institute, 2022) งานวิจัยนี้เป็นการนำหัวบุกสดมาแปรรูปเป็นแป้งบุกที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนปลูกหัวบุกสามารถผลิตเองได้ เนื่องจากมีขั้นตอนและอุปกรณ์ที่ไม่ซับซ้อน สามารถช่วยเพิ่มมูลค่าของให้แก่หัวบุก และเพิ่มรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการรายย่อยหรือวิสาหกิจชุมชนต่อไป

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะนำหัวบุกมาแปรรูปเป็นแป้งบุก ซึ่งนำมาเป็นส่วนผสมในบะหมี่บูกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูป โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนแป้งบุก และผลของอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งต่อคุณภาพของบะหมี่บูกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูป รวมทั้งทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อบะหมี่บูกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูป เพื่อเป็นแนวทางด้านการตลาด

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. วัตถุดิบ

แป้งสาลีอเนกประสงค์ (ยี่ห้อตราว่าว บริษัทไทยเน็ดฟลาวมิลล์ จำกัด ประเทศไทย) เบกกิ้งโซดา (ยี่ห้อแมคคาเรต บริษัทเจอาร์เอฟ แอนด์บี ประเทศไทย) เกลือ (ยี่ห้อปรุงทิพย์ บริษัทอุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด ประเทศไทย) หัวบุก (ขนาดน้ำหนัก 2-5 กิโลกรัมต่อหัว) พันธุ์บุกไข่ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เก็บเกี่ยวช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566)

2. การเตรียมแป้งบุก

ทำแป้งบุกโดยกระบวนการอบแห้ง โดยนำหัวบุก 10 กิโลกรัม มาล้างให้สะอาด ปอกเปลือก แล้วนำมาผานให้บางจากนั้นนำไปเข้าตู้อบลมร้อน (ยี่ห้อ Boss Mall รุ่น FF-69 ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 60 ± 5 องศาเซลเซียส อบแห้งจนกว่าจะมีความชื้นประมาณ ร้อยละ 10 ± 20 นำมาปั่นด้วยเครื่องปั่น (ยี่ห้อ Yun Bang รุ่น YB-800A ประเทศจีน) ให้เป็นผงแป้ง จากนั้นนำมาสกัดสารพิษออกโดยนำแป้งบุก ปริมาณ 10 กรัม ใส่ลงไปในโถแก้วเครื่องปั่น แล้วเติมเอทานอลที่มีความเข้มข้น ร้อยละ 50.00 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปั่นผสมกันด้วยเครื่องปั่นกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วทำซ้ำจำนวน 3 รอบ นำผงบุกที่

สกัดสารพิษออกไปเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 ± 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่องปั่น นำไปร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช (ดัดแปลงจาก Srismatthakarn et al., 2021) จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าสี L^* a^* b^* ความชื้น ค่า a_w และใยอาหาร ก่อนนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

3. การศึกษาผลของอัตราส่วนแป้งบุกทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพบะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูป

ผลิตบะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปส่วนผสมแสดงดัง Table 1 เริ่มจากการตั้งน้ำน้ำหนัก 10 เท่าของน้ำหนักแป้งบุก หยอดใส่แป้งบุกลงไปจนให้เป็นเจล หรือจนกว่าจะเหลือแป้งปริมาณ 50 กรัม จากนั้น

นำเจลบุกที่ได้ไปผสมกับแป้งสาลี เกลือ และเบคกิ้งโซดา นวดส่วนผสมให้เข้ากัน เป็นระยะเวลา 20 นาที แล้วนำแป้งไปพักไว้ เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นนำมารีดและตัดเป็นเส้นด้วยเครื่องตัดเส้น (ยี่ห้อ Imperia IPasta Dal รุ่น 932 ประเทศจีน) นำไปนึ่งด้วยไอน้ำ เป็นเวลา 15 นาที ทำการกลับอีกด้านหนึ่งต่อเป็นเวลา 15 นาที นำไปอบด้วยตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส โดยอบจนเส้นบะหมี่มีความชื้นไม่เกิน ร้อยละ 12 หลังจากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพในด้าน ค่าสี L^* a^* b^* ลักษณะเนื้อสัมผัส คุณภาพหลังการต้ม และคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-point hedonic scale ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน 30 คน

Table 1 Ingredients in instant dried konjac noodles

Ingredients (g (w/w))	Control	Treatment (Wheat flour : Konjac flour)		
		90 : 10	85 : 15	80 : 20
Wheat flour	100	90	85	80
Konjac flour	0	10	15	20
Salt	2	2	2	2
Baking soda	2	2	2	2

4. การศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งบะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูป

ผลิตบะหมี่บุกอบแห้งจากสูตรที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ผ่านมา โดยนำบะหมี่บุกสด ปริมาณ 35 กรัม บรรจุในถ้วยอลูมิเนียมฟอยด์ ขนาด 7X7 เซนติเมตร (โดยเรียงเส้นบะหมี่ให้เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมในถ้วยอลูมิเนียมจนเส้นหมดตามปริมาณที่กำหนดข้างต้น) นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 65 และ 75 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งบะหมี่) โดยสุ่มวัดน้ำหนักตัวอย่างทุก ๆ 30 นาที จนกระทั่งบะหมี่มีน้ำหนักผลต่างของน้ำหนักที่ ซึ่งติดต่อกันไม่เกิน 0.5 กรัม นำข้อมูลที่ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและน้ำหนักในการอบแห้ง หลังจากนั้นนำบะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพ ดังต่อไปนี้

4.1 การวิเคราะห์ค่าสี

ทำการวัดค่าสีโดยเครื่องวัดค่าสี (ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น MiniScan EZ 4500 ประเทศสหรัฐอเมริกา) ที่มีการวัดค่าสีในระบบ C.I.E lab (L^* a^* b^*) โดยนำเครื่องวัดค่าสีมาแนบกับตัวอย่างเพื่อวัดค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*) โดยก่อนการวัดสีทุกครั้งต้องปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) โดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน (White glass) สีดำมาตรฐาน (Black glass) โดยที่ $L^* = 97$ $a^* = 0.18$ $b^* = 1.84$ แล้วจึงวัดค่าสีของตัวอย่าง (3 ซ้ำ) และทำการบันทึกผล (Loikaao, 2017)

4.2 การวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

ทำการวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ โดยใช้เครื่อง Water Activity Meter (ยี่ห้อ Novasina รุ่น Lab Swift-AW Novasina ประเทศสวิตเซอร์แลนด์) ใส่ตัวอย่างไม่น้อยกว่าครึ่งลงในภาชนะ ใส่ภาชนะที่มีตัวอย่างในเครื่อง ปิดฝาเครื่อง จนเครื่องทำงานเสร็จจะมีเสียงเตือนบันทึกค่าที่ได้ (3 ซ้ำ)

4.3 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ทำการวัดค่าความชื้นโดยใช้เครื่องวัดปริมาณความชื้นใน

อาหาร (ยี่ห้อ RADWAG รุ่น MA50.R ประเทศโปแลนด์) ใส่ตัวอย่างลงในเครื่องประมาณ 3 กรัม ทำการปิดฝาเครื่อง จนเครื่องทำงานเสร็จจะมีเสียงเตือน บันทึกค่าที่ได้ (3 ซ้ำ)

4.4 การวิเคราะห์คุณภาพหลังการต้ม

4.4.1 เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก (Cooking time)

นำตัวอย่างบะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูป 5 กรัม ต้มในน้ำเดือด (100 องศาเซลเซียส) ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ในปิกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร สุ่มตัวอย่างทุก 30 นาที บันทึกระยะเวลาที่บะหมี่ไม่มีส่วนที่บดแข็งตรงจุดกึ่งกลางเหลืออยู่ (ดัดแปลงจาก Seesung et al., 2020)

4.4.2 ปริมาณร้อยละของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้ม (Cooking loss)

นำตัวอย่างบะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปต้ม 5 กรัม ใส่ลงในน้ำเดือด (100 องศาเซลเซียส) ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ที่บรรจุในปิกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร โดยใช้เวลาในการต้มที่เหมาะสมจากข้อ 4.4.1 จากนั้นกรองเส้นบะหมี่ออกจากน้ำ รวบรวมน้ำต้มบะหมี่ที่เหลือด้วยอะลูมิเนียม (ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) นำไประเหยน้ำให้แห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 ± 2 องศาเซลเซียส อบจนกระทั่งตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่ (ได้ผลต่างของน้ำหนักที่ซึ่งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม) จากนั้นนำถ้วยอะลูมิเนียมที่ระเหยน้ำจนแห้งมาชั่งน้ำหนักเพื่อกำหนดหาร้อยละของการสูญเสียของแข็งระหว่างการต้ม (3 ซ้ำ) ดังสมการด้านล่าง (ดัดแปลงจาก Seesung et al., 2020)

$$\text{ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างต้ม (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักของแข็งที่เหลืออยู่ในถ้วยฟอยล์ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักของบะหมี่ก่อนต้ม (กรัม)}} \times 100$$

4.4.3 น้ำหนักที่ได้หลังการต้ม (Cooking yield)

นำตัวอย่างบะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปต้ม 5 กรัม ใส่ลงใน

น้ำเดือด (100 องศาเซลเซียส) ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ที่บรรจุใน ปีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร โดยใช้เวลาในการต้มที่เหมาะสมจากข้อ 4.4.1 จากนั้นนำมาสะเด็ดน้ำออกด้วยกระชอน เป็นเวลานาน 1 นาที นำบะหมี่ไปชั่งน้ำหนักคำนวณหาร้อยละของน้ำหนักหลังการต้ม ดังสมการด้านล่าง (3 ข้ำ) (ดัดแปลงจาก Seesung et al., 2020)

$$\text{น้ำหนักหลังต้ม (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักของบะหมี่หลังต้ม (กรัม)}}{\text{น้ำหนักของบะหมี่ก่อนต้ม (กรัม)}} \times 100$$

5. การศึกษาองค์ประกอบทางอาหารและการยอมรับของผู้บริโภคต่อ บะหมี่บุกอบแห้งสำเร็จรูป

5.1 ศึกษาองค์ประกอบทางอาหารบะหมี่ บุกอบแห้ง กึ่งสำเร็จรูป โดยนำบะหมี่บุกอบแห้งสำเร็จรูปที่มีคุณภาพหลังการต้ม ที่ดีที่สุดมาวิเคราะห์ดังนี้ ปริมาณความชื้น ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเยื่อใยรวม และ ปริมาณเถ้า (3 ข้ำ) (AOAC, 2000)

5.2 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ นำบะหมี่อบแห้งกึ่งสำเร็จรูปที่ดีที่สุดจากการทดลองผลของอุณหภูมิและเวลา ในการอบแห้งบะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูป มาทำการทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภค (Consumer test) จำนวน 100 คน ซึ่งเป็น นักศึกษา บุคลากรในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก และบุคคลทั่วไป โดยใช้แบบสอบถาม แบ่งเป็น 3 ตอน ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบชิม ตอนที่ 2 พฤติกรรมทั่วไปของการบริโภค บะหมี่อบแห้งกึ่งสำเร็จรูป ตอนที่ 3 พฤติกรรมทั่วไปของการบริโภค บะหมี่อบแห้งกึ่งสำเร็จรูปทดแทนด้วยแป้งบุก โดยให้คะแนน ความชอบ 5 ระดับ (5-point hedonic scale) 5 = ชอบมากที่สุด 4 = ชอบมาก 3 = ชอบปานกลาง 2 = ชอบน้อย และ 1 = ชอบน้อย ที่สุด ซึ่งเป็นการลดความสับสนและเพิ่มความชัดเจนในการให้คะแนน เพื่อให้ผู้บริโภคให้คะแนนได้ง่ายขึ้น (da Silva et al., 2013) โดยเตรียมตัวอย่างในการทดสอบด้วยการลวกบะหมี่ให้สุก 4 นาที ทิ้งให้สะเด็ดน้ำนาน 1 นาที ผสมลงในน้ำซุ๊ป แล้วทำการเสิร์ฟขณะร้อน (ดัดแปลงจาก Limrungruangrat et al., 2014) และสอบถามการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์บะหมี่อบแห้งกึ่งสำเร็จรูป

5.3 การวิเคราะห์คุณภาพ

1) การวิเคราะห์ค่าสี

ทำการวัดค่าสีโดยเครื่องวัดค่าสี (ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น MiniScan EZ 4500 ประเทศสหรัฐอเมริกา) ที่มีการวัดค่าสีในระบบ C.I.E lab ($L^* a^* b^*$) โดยนำเครื่องวัดค่าสีมาแนบกับตัวอย่าง เพื่อวัดค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*) โดยก่อนการวัดสีทุกครั้งต้องปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) โดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน (White glass) สีดำมาตรฐาน (Black glass) โดยที่ $L^* = 97$ $a^* = 0.18$ $b^* = 1.84$ แล้วจึงวัดค่าสีของตัวอย่าง (3 ข้ำ) และทำการบันทึกผล (Loikaeko, 2017)

2) การวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ

ทำการวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ โดยใช้เครื่อง Water Activity Meter (ยี่ห้อ Novasina รุ่น Lab Swift-AW Novasina ประเทศ สวิตเซอร์แลนด์) ใส่ตัวอย่างไม่น้อยกว่าครึ่งลงในภาชนะ ใส่ภาชนะที่มี ตัวอย่างในเครื่อง ปิดฝาเครื่อง จนเครื่องทำงานเสร็จจะมีเสียงเตือน บันทึกค่าที่ได้ (3 ข้ำ)

3) การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ทำการวัดค่าความชื้นโดยใช้เครื่องวัดปริมาณความชื้น ในอาหาร (ยี่ห้อ RADWAG รุ่น MA50.R ประเทศโปแลนด์) ใส่ตัวอย่าง ลงในเครื่องประมาณ 3 กรัม ทำการปิดฝาเครื่อง จนเครื่องทำงานเสร็จ จะมีเสียงเตือน บันทึกค่าที่ได้ (3 ข้ำ)

4) การวิเคราะห์คุณภาพหลังการต้ม

คุณภาพหลังการต้ม ได้แก่ เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ ให้สุก (Cooking time) ปริมาณร้อยละของแข็งที่สูญเสียระหว่างการ ต้ม (Cooking loss) และน้ำหนักที่ได้หลังการต้ม (Cooking yield) (3 ข้ำ) (ดัดแปลงจาก Seesung et al., 2020)

5) การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

เตรียมตัวอย่างโดยการนำบะหมี่บุกกึ่งสำเร็จรูป ต้มในน้ำเดือด เป็นเวลาในการต้มที่เหมาะสมจากข้อ 4.4.1 จากนั้นนำมาสะเด็ดน้ำบน กระชอนเป็นเวลา 1 นาที นำมาวัดด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (ยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TAX.T.PLUS) ด้วยการทดสอบ แรงดึง ใช้หัววัด A/SPR นำตัวอย่างมาทดสอบ 5 เส้น ตั้ง ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ทดสอบดังนี้ Pre-test speed = 1.0 mm/s, Test speed = 3.0 mm/s, Post- test speed = 10.0 mm/s, Distance = 100 mm รายงานผลเป็นความต้านทานแรงดึง (Tensile strength) และความสามารถในการยืด (Extensibility) (ดัดแปลงจาก Singthong, 2013)

6) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

โดยทำการทดสอบกับกลุ่มผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ในห้องปฏิบัติการ โดยวิธีการทดสอบทางประสาท สัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และ ความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนตามความชอบแบบ 9 ระดับ (9-points hedonic scale) โดย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด จนถึง 9 = ชอบมากที่สุด และการเตรียมตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ นำบะหมี่ ลวกให้สุก 4 นาที ทิ้งให้สะเด็ดน้ำนาน 1 นาที เสิร์ฟพร้อมน้ำซุ๊ป (Limrungruangrat et al., 2014) ซึ่งแบบประเมินคุณภาพทาง ประสาทสัมผัสนี้ได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการ พิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา (RMUTL-IRB 065/2023)

6. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สถิติ แสดงผลในรูปแบบ ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation, SD) โดยข้อมูลคุณภาพ ทางด้านกายภาพ และคุณภาพทางด้านเคมี ตามแผนการทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์ (Complete randomized design, CRD) และการ ทดสอบทางประสาทสัมผัสตามแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) และวิเคราะห์การ เปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี (Duncan's new multiple range test, DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ผลคุณภาพของแป้งบุก

เมื่อนำหัวบุกมาผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นแป้งบุก แล้ว นำมาวัดค่าสี พบว่า ค่า $L^* a^*$ และ b^* มีค่าเท่ากับ 45.39 ± 7.09 5.58 ± 0.75 และ 14.03 ± 1.77 ตามลำดับ ซึ่งจากการสังเกตแป้งบุกมี

เจดสีน้ำตาลออกเหลืองเล็กน้อย ปริมาณใยอาหารของแป้งบุกเท่ากับ ร้อยละ 7.41±0.01 สำหรับค่า a_w และค่าความชื้นของแป้งบุกเท่ากับ 0.45±0.04 และร้อยละ 6.51±0.07 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องแป้งบุก (มผช.1171/2549) ที่ระบุว่า แป้งบุกควรมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก (Thai Industrial Standards Institute, 2006)

2. ผลการศึกษาผลของอัตราส่วนแป้งบุกทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพ บะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูป

ผลการทดสอบทางกายภาพของบะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูป ที่ทดแทนด้วยแป้งบุก 4 ระดับ วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพในด้านสี แสดงค่าออกมาในรูปแบบค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ค่าสี เหลือง (b^*) และคุณภาพหลังการต้ม ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความ สว่าง ค่าสีแดง และ ค่าสีเหลือง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดัง Table 2 โดยเมื่อปริมาณแป้งบุกทดแทน แป้งสาลีเพิ่มขึ้นค่าความสว่าง มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าลดลงจาก 43.52 ถึง 25.60 ค่าสีแดงมีค่า เพิ่มขึ้นจาก 11.87 ถึง 14.11 และ ค่าสีเหลืองมีค่าลดลงจาก 34.13 ถึง 26.23 เพราะมีอัตราส่วนแป้งบุกเพิ่มขึ้นทำให้ค่าสีของเส้นบะหมี่ บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปมีการเปลี่ยนแปลงส่งผลให้มีลักษณะเป็นสี น้ำตาล ดังภาพบะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูป Figure 1 ซึ่งการ เปลี่ยนแปลงของค่าสีของบะหมี่ที่มีส่วนผสมผงบุกสามารถเกิดได้ทั้ง จากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ และปฏิกิริยา การเกิดสีน้ำตาลแบบไม่อาศัยเอนไซม์ ซึ่งในการอบแห้งของเส้นบะหมี่ นั้นการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่อาศัยเอนไซม์ โดยเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์โดยการใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะ ส่งเสริมการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ดีขึ้น (Phonpannawit, 2022) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zeng et al. (2020) ทำการศึกษาการทำ บะหมี่บุกโดยวิธีทำแห้งแบบสุญญากาศ พบว่า การใช้อุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส ผงบุกที่ได้จะมีสีเข้มมากกว่าการใช้อุณหภูมิที่ 60 องศา เซลเซียส และ 50 องศาเซลเซียส

Table 2 L^* , a^* and b^* of instant dried konjac noodles with different flour ratio

Different flour ratio (Wheat flour : Konjac flour) (w/w)	L^*	a^*	b^*
100 : 0	43.52±2.07 ^a	11.87±0.59 ^b	34.13±2.41 ^a
90 : 10	37.13±2.52 ^b	12.16±0.51 ^b	28.40±2.60 ^b
85 : 15	27.48±2.44 ^c	13.23±0.37 ^{ab}	27.38±1.89 ^b
80 : 20	25.60±3.39 ^c	14.11±1.32 ^a	26.23±3.30 ^b

Data were expressed as mean ± standard deviation of triplicate. Different superscript letters in the same column indicating significantly difference ($p \leq 0.05$).



Figure 1 Instant dried konjac noodles with different flour ratio (wheat flour : konjac flour)

ผลการศึกษาคุณภาพหลังการต้ม พบว่า ระยะเวลาการต้มกึ่ง บะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปอัตราการทดแทนที่ 100 : 0 90 : 10 และ 85 : 15 มีระยะเวลาในการต้มสุกอยู่ที่ 4 นาที แต่บะหมี่บุกอบแห้งกึ่ง สำเร็จรูปอัตราการทดแทนที่ 80 : 20 มีระยะเวลาในการต้มสุกอยู่ที่ 3 นาที แสดงดัง Table 3 บะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปที่มีอัตราส่วนการ ทดแทนด้วยแป้งบุกเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีระยะเวลาในการต้มสุกลดลง เนื่องจากโดยปกติการสุกของบะหมี่จะเกิดจากการเกิดเจลของสตาร์ช ที่อยู่ภายในแป้งสาลี โดยสตาร์ชจะเกิดการเจลาติไนเซชันเมื่อให้ความ ร้อนแก่เม็ดสตาร์ชในสภาวะที่มีน้ำอยู่ ซึ่งพันธะไฮโดรเจนจะคลายตัว โมเลกุลของน้ำจะแทรกเข้าไปในเม็ดสตาร์ชและจับกับโมเลกุลของ สตาร์ชส่งผลให้เม็ดสตาร์ชพองตัวและใสขึ้น (Sriroth & Kuakoon, 2007) ดังนั้นเมื่อเติมบุกผงในผลิตภัณฑ์บะหมี่มากขึ้นมีผลทำให้ เวลาที่ใช้ในการต้มสุกลดลง อาจเนื่องจากการเติมบุกผงเพิ่มขึ้นทำให้ สัดส่วนของแป้งสาลีในสูตรบะหมี่ลดลง จึงทำให้มีผลต่อการเกิดกลูเตน ของโดบะหมี่ โดยการใช้ส่วนผสมอื่นที่ไม่ใช่แป้งสาลีจะส่งผลให้เกิด โครงสร้างร่างแหของกลูเตน (Gluten network) ที่ไม่แข็งแรง

(Limrungruangrat et al., 2014)

ผลการศึกษาปริมาณน้ำหนักล้างต้มบะหมี่ของบะหมี่บุก อบแห้งกึ่งสำเร็จรูป พบว่าปริมาณน้ำหนักล้างต้มมีแนวโน้มลดลง จาก ร้อยละ 250.13 ถึง 205.67 อัตราการทดแทนที่ 100 : 0 90 : 10 และ 85 : 15 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่บะหมี่บุก อบแห้งกึ่งสำเร็จรูปอัตราการทดแทนที่ 80 : 20 มีปริมาณน้ำหนักล้าง ต้มน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดัง Table 3 โดยเนื่องจากบะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปมีอัตราส่วนการทดแทนด้วย แป้งบุกที่สูง โดยเม็ดแป้งบุกจะสร้างพันธะกับกลูเตนในแป้งสาลีทำให้ เกิดเป็นร่างแหขัดขวางการรั่วไหลของอะมิโนในเม็ดแป้ง และป้องกันการ พองตัวของเม็ดแป้ง จึงทำให้ปริมาณน้ำหนักล้างต้มบะหมี่ลดลง (Zhou et al., 2013)

ผลการศึกษาปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มของ บะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูป พบว่า อัตราการทดแทนแป้งบุกที่ แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้ม ($p \leq 0.05$) แสดงดัง Table 3 โดยปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มมี

แนวโน้มลดลงจาก ร้อยละ 8.13 ถึง 5.27 เนื่องจากบะหมี่บุงอบแห้ง กึ่งสำเร็จรูปมีอัตราการส่วนการทดแทนด้วยแป้งบุกที่มีคุณสมบัติเป็นเจล เพิ่มขึ้น ทำให้โครงสร้างของเส้นบะหมี่มีความแข็งแรงมากขึ้น เพราะ แป้งบุกเมื่อนำมาละลายกับน้ำจะได้อะการละลายที่มีความข้นหนืดและ สามารถเกิดเจล โดยอนุภาคของแป้งบุกจะดูดซับน้ำเข้าไปแล้วเกิดการ พองตัวทำให้ได้สารละลายที่มีความข้นหนืดเพิ่มขึ้นจนได้ลักษณะ โครงสร้างตาข่ายโพลิเมอร์ (Polymer network) แป้งบุกจะให้เจลที่ ทนต่อความร้อน แข็งแรง และมีความคงตัวต่อความร้อนสูงมาก (Akesowan, 1995) ดังนั้นเมื่อนำเส้นบะหมี่ แป้งบุกไปผ่าน กระบวนการต้มที่มีความร้อนสูงเส้นก็จะมีการสูญเสียระหว่างการต้ม ลดลง

ผลการทดสอบทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่ บุงอบแห้งกึ่งสำเร็จรูป พบว่า การเติมแป้งบุกทดแทนแป้งสาลีเพิ่มขึ้น ทำให้ความต้านทานแรงดึง และความสามารถในการยืดมีค่าลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยความต้านทานแรงดึงลดลง จาก 3.07 เป็น 2.29 N และ ความสามารถในการยืดลดลงจาก 10.22 เป็น 8.35 mm แสดงข้อมูลดัง Table 4 เนื่องจากเมื่อแป้งบุกทดแทน แป้งสาลีทำให้ปริมาณโปรตีนที่มาจากกลูเตนของแป้งสาลิลดลง ซึ่งกลูเตนที่ลดลงทำให้ ความต้านทานแรงดึง และความสามารถในการ ยืดมีค่าลดลง รวมทั้งสายกลูโคแมนแนนในผงบุกขยายตัวทำให้ไป ขัดขวางการเชื่อมต่อพันธะกันของกลูเตน (Park et al., 2019; Wang et al., 2017)

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของบะหมี่บุงอบแห้งกึ่ง สำเร็จรูป พบว่า ความชอบด้านกลิ่น และรสชาติ มีความชอบไม่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้ผู้บริโภคให้ข้อมูลว่าบะหมี่ทดแทน ด้วยแป้งบุกที่อัตราส่วน 4 ระดับ มีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น

และ รสชาติใกล้เคียงกัน แต่คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากบะหมี่บุงอบแห้งกึ่งสำเร็จรูป อัตราการทดแทนที่ 80 : 20 มีสีเข้มมากกว่าทุกสูตรอย่างชัดเจนทำให้ คะแนนต่ำที่สุด เพราะลักษณะที่ปรากฏของเส้นมีสีเข้มมากส่งผลต่อ ลักษณะปรากฏไม่ดึงดูดใจผู้บริโภค และเนื้อสัมผัสของเส้นมีความแข็ง กระด้างทำให้ได้คะแนนการยอมรับต่ำที่สุด เช่นเดียวกับคะแนนการ ยอมรับด้านเนื้อสัมผัส พบว่า การเพิ่มปริมาณการทดแทนแป้งบุก เพิ่มขึ้นทำให้คะแนนความชอบลดลง โดยอัตราการทดแทนที่ 85 : 15 ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัสมากกว่าอัตราการ ทดแทนที่ 80 : 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ด้านความชอบ โดยรวม พบว่า บะหมี่บุงอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปอัตราการทดแทนที่ 85 : 15 ได้คะแนนความชอบอยู่ในระดับ 7.33 อยู่ในความชอบระดับ ปานกลาง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับบะหมี่ (สูตร พื้นฐาน) และอัตราการทดแทนที่ 90 : 10 เนื่องจากการเพิ่มปริมาณ ของแป้งบุกเพิ่มขึ้นทำให้สัดส่วนของแป้งสาลิลดลง ซึ่งแป้งบุกจะเกิด การแข่งดูดซับน้ำกับสตาร์ชของแป้งสาลีเพื่อนำน้ำเข้าไปภายใน โครงสร้างทำให้จำกัดการพองตัวของสตาร์ช ส่งผลให้สตาร์ชจึงพองตัว ได้น้อยลงจึงมีทำให้เนื้อสัมผัสของบะหมี่แน่นขึ้นผู้บริโภคจึงได้ให้ คะแนนการยอมรับน้อยลง (Limrungruangrat & Anocha, 2012) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Limrungruangrat et al. (2014) ในการ พัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่เสริมสาหร่ายผักกาดทะเลผง พบว่า เมื่อปริมาณสาหร่ายผักกาดทะเลผงเพิ่มขึ้นจะทำให้การดูดซับน้ำของ สตาร์ชในแป้งสาลีน้อยลงทำให้แป้งเกิดการพองตัวลดลงส่งผลให้เนื้อ สัมผัสของบะหมี่แน่นขึ้น แสดงดัง Table 5

Table 3 Cooking time, cooking loss and cooking yield of instant dried konjac noodles with different flour ratio

Different flour ratio (Wheat flour : Konjac flour) (w/w)	Cooking time (min)	Cooking yield (%)	Cooking loss (%)
100 : 0	4.00±0.00	250.13±1.90 ^a	8.13±0.42 ^a
90 : 10	4.00±0.00	245.67±6.00 ^a	6.07±0.50 ^b
85 : 15	4.00±0.00	242.40±2.75 ^a	5.87±0.31 ^{bc}
80 : 20	3.00±0.00	205.67±7.20 ^b	5.27±0.12 ^c

Data were expressed as mean ± standard deviation of triplicate. Different superscript letters in the same column indicating significantly difference ($p < 0.05$).

Table 4 Tensile strength and Extensibility of instant dried konjac noodles with different flour ratio

Different flour ratio (Wheat flour : Konjac flour) (w/w)	Tensile strength (N)	Extensibility (mm)
90 : 10	3.07±0.35 ^a	10.22±0.25 ^a
85 : 15	3.27±0.06 ^a	9.31±0.10 ^a
80 : 20	2.29±0.19 ^b	8.35±0.16 ^b

Data were expressed as mean ± standard deviation of triplicate. Different superscript letters in the same column indicating significantly difference ($p < 0.05$).

Table 5 Sensory score of instant dried konjac noodles with different flour ratio

Attributes	Different flour ratio (Wheat flour : Konjac flour) (w/w)			
	100 : 0	90 : 10	85 : 15	80 : 20
Appearance	7.17±1.29 ^a	6.30±1.58 ^{bc}	6.80±1.35 ^{ab}	5.97±1.69 ^c
Color	7.53±1.55 ^a	6.77±1.25 ^b	6.37±1.61 ^{bc}	5.67±1.54 ^c
Texture	6.80±1.75 ^a	6.20±1.63 ^{ab}	7.03±1.52 ^a	5.90±1.60 ^b
Odor ^{ns}	6.50±1.61	6.23±2.05	6.43±1.59	6.33±1.75
Taste ^{ns}	7.20±1.30	6.70±1.02	6.80±1.45	6.60±1.07
Overall	7.33±1.73 ^a	6.57±1.70 ^{ab}	7.33±1.49 ^a	6.40±1.59 ^b

Data were expressed as mean ± standard deviation. Different superscript letters in the same row indicating significantly difference ($p \leq 0.05$). ^{ns} in the same row indicating a non-significantly difference ($p > 0.05$).

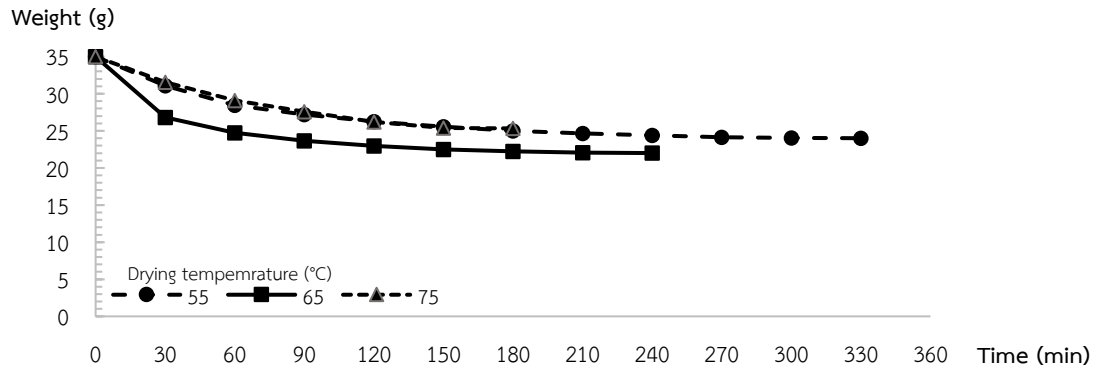


Figure 2 The relationship between weight (g) and drying time (min) of instant dried konjac noodles.

2. ผลการศึกษาอุณหภูมิและเวลาการอบแห้งผลิตภัณฑ์บะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูป

การศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งบะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูป โดยใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 55 65 และ 75 องศาเซลเซียส ทำการสุ่มตัวอย่างชั่งน้ำหนัก ทุก ๆ 30 นาที พบว่า บะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปใช้ระยะเวลาในการอบแห้งแตกต่างกัน โดยบะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปที่อุณหภูมิ 55 65 และ 75 องศาเซลเซียส น้ำหนักบะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปคงที่ที่ระยะเวลา 300 (5 ชั่วโมง) 210 (3 ชั่วโมง 30 นาที) และ 150 (2 ชั่วโมง 30 นาที) ตามลำดับ เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้น ทำให้น้ำในเส้นบะหมี่ระเหยได้เร็วขึ้นจึงทำให้เวลาในการอบแห้งลดลง การอบแห้งที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ใช้เวลาน้อยที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Puttame & Ninlanon (2021) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมใยผ้า รายงานว่าบะหมี่เสริมใยผ้ามีปริมาณความชื้นลดลงเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งเพิ่มขึ้น ในช่วงแรกของการอบแห้งปริมาณความชื้นลดลงอย่างรวดเร็วจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่แห้งเร็ว แสดงดัง Figure 2

ผลการศึกษาค่าสีของบะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปที่อุณหภูมิ 55 65 และ 75 องศาเซลเซียส พบว่า อุณหภูมิในการอบไม่มีผลต่อค่าความสว่าง และค่าสีแดง ($p>0.05$) แต่ขณะที่ค่าสีเหลืองของ

บะหมี่บุกทั้ง 3 อุณหภูมิ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยค่าสีเหลืองของบะหมี่บุกมีแนวโน้มลดลง จาก 27.62 ถึง 25.52 แสดงดัง Table 6 และลักษณะบะหมี่บุกแสดงดัง Figure 3 ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งสูงขึ้นทำให้เกิดปฏิกิริยาน้ำตาลแบบคาราเมล (Caramelization) ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ น้ำตาลที่อุณหภูมิสูง จึงทำให้สีผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลง (Hu et al., 2017; Sim et al., 2020)

ผลการศึกษาค่า a_w และค่าความชื้นของบะหมี่บุกอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปที่ อุณหภูมิ 55 65 และ 75 องศาเซลเซียส พบว่า ค่า a_w ของบะหมี่บุก ทั้ง 3 อุณหภูมิ ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) อยู่ในช่วง 0.25-0.27 แต่ขณะที่อุณหภูมิการอบแห้งมีผลทำให้ปริมาณความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) จากความชื้น ร้อยละ 6.65 ลดลงเป็นร้อยละ 6.03 แสดงดัง Table 6 เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งสูงขึ้นทำให้น้ำในอาหารเคลื่อนที่ขึ้นสู่ผิวหน้าของอาหารได้เร็วขึ้น และระเหยออกสู่ภายนอกได้เร็วขึ้นส่งผลให้ค่า a_w และปริมาณความชื้นลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Puttame & Ninlanon (2021) รายงานว่าการอบแห้งบะหมี่เสริมใยผ้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาการอบแห้งที่สภาวะการอบแห้ง 3 อุณหภูมิ ได้แก่ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 2 3 และ 4 ชั่วโมง บะหมี่เสริมใยผ้ามีปริมาณความชื้นลดลงเมื่อระยะเวลาการอบแห้งเพิ่มขึ้น

Table 6 L^* , a^* , b^* , a_w and moisture content of instant dried konjac noodles with different drying temperature

Temperature (°C)	L^{*ns}	a^{*ns}	b^*	a_w^{ns}	Moisture (%)
55	26.19±0.35	13.07±0.15	27.62±0.80 ^c	0.27±0.00	6.65±0.09 ^a
65	25.95±0.18	13.00±0.19	26.18±0.12 ^b	0.27±0.02	6.23±0.03 ^b
75	25.73±0.07	12.79±0.18	25.52±0.85 ^a	0.25±0.02	6.03±0.09 ^c

Data were expressed as mean ± standard deviation of triplicate. Different superscript letters in the same column indicating significantly difference ($p\leq 0.05$). ^{ns} in the same column indicating a non-significantly difference ($p>0.05$).



Figure 3 Instant dried konjac noodles with different drying temperature.

ผลการศึกษาระยะเวลาในการต้ม พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาในการมี 2 สภาวะ ได้แก่ อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการต้ม 4 นาที และ อุณหภูมิ 65 และ 75 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการต้ม 3 นาที ดัง Table 7 เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นทำให้โครงสร้างของเส้นบะหมี่เกิดการระเหยนํ้าออกไปมากขึ้น ทำให้เส้นบะหมี่สามารถดูดน้ำเข้ามาในเส้นได้เร็วขึ้น เช่นเดียวกันกับ อุณหภูมิในการอบแห้งที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มบะหมี่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการศึกษาปริมาณน้ำหนักรับการต้มของบะหมี่อบแห้ง กึ่งสำเร็จรูปทดแทนด้วยแป้งบุก พบว่า ปริมาณน้ำหนักรับการต้มของบะหมี่อบแห้งกึ่งสำเร็จรูปทดแทนด้วยแป้งบุกที่ อุณหภูมิ 55 และ 65 องศาเซลเซียส ($p > 0.05$) น้ำหนักหลังการต้ม อยู่ในช่วง ร้อยละ 206.40-252.07 ซึ่งน้ำหนักหลังการต้มบะหมี่ ที่อุณหภูมิ 65 และ 75

องศาเซลเซียส ($p > 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วง ร้อยละ 252.07-256.47 แต่บะหมี่อบแห้งที่อุณหภูมิ 55 และ 75 องศาเซลเซียส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นทำให้โครงสร้างของเส้นบะหมี่เกิดการระเหยนํ้าออกไปมากขึ้น ทำให้เส้นบะหมี่สามารถดูดน้ำเข้ามาในเส้นได้เร็วขึ้น

จากการศึกษาของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มของบะหมี่อบแห้งกึ่งสำเร็จรูปทดแทนด้วยแป้งบุก ที่อุณหภูมิ 55 และ 65 องศาเซลเซียส ($p > 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 5.27-6.87 ปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้มของบะหมี่อบแห้งที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ($p \leq 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 10.13 เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งเพิ่มสูงขึ้นทำให้โครงสร้างของเส้นบะหมี่เกิดการระเหยนํ้าออกไปมากขึ้นทำให้โครงสร้างบะหมี่มีความเปราะมากขึ้น (Limrungruangrat & Anocha, 2012)

Table 7 Cooking time, cooking loss and cooking yield of instant dried konjac noodles with different drying temperature

Temperature(°C)	Cooking time (min)	Cooking yield (%)	Cooking loss (%)
55	4.00±0.00	206.40±4.00 ^b	5.27±0.23 ^b
65	3.00±0.00	252.07±6.52 ^{ab}	6.87±0.83 ^b
75	3.00±0.00	256.47±2.21 ^a	10.13±0.42 ^a

Data were expressed as mean ± standard deviation of triplicate. Different superscript letters in the same column indicating significantly difference ($p \leq 0.05$).

3. ผลการศึกษางค์ประกอบทางอาหารและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่อบแห้งกึ่งสำเร็จรูป

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางอาหาร โดยนำบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ตีดีที่สุด (คัดเลือกจากหัวข้อที่ 3) มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางอาหาร พบว่า มีปริมาณเถ้า ความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใยรวม และคาร์โบไฮเดรต มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 4.06±0.04 8.31±0.13 0.09±0.00 12.53±0.03 0.55±0.02 และ 74.46±0.15 ตามลำดับ จากตารางแสดงคุณค่าโภชนาการของอาหารไทย (Bureau of Nutrition, 2018) ระบุว่าบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปพร้อมเครื่องปรุง มีองค์ประกอบทางอาหารปริมาณเถ้า ความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใยรวม และคาร์โบไฮเดรต มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 5.40 4.10 18.40 11.80 0.20 60.30 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมีปริมาณเถ้า โปรตีน และเยื่อใยมากกว่า ดังนั้นจึงเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่ของผู้บริโภคที่ต้องการอาหารที่คุณค่าทางโภชนาการ

ผลการศึกษาการยอมรับกับผู้บริโภค จำนวน 100 คน ผู้บริโภคเป็นผู้หญิง ร้อยละ 51.00 คน ส่วนใหญ่ผู้ทดสอบชิมอายุอยู่ระหว่าง 18-24 ปี ร้อยละ 57.00 และเป็นนักเรียนนักศึกษา ร้อยละ 56.00 โดยผู้ตอบแบบสอบถามทุกคนเคยรับประทานบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ซึ่งมีความถี่ในการรับประทานบะหมี่อบแห้งกึ่งสำเร็จรูปส่วนใหญ่อยู่ที่ 2-4 ครั้ง/สัปดาห์ ร้อยละ 47.00 อิทธิพลที่มีต่อการตัดสินใจซื้อบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปส่วนใหญ่อยู่ที่ตัวผู้บริโภคเอง ร้อยละ 78.00 ด้านเหตุผลในการรับประทาน พบว่า เหตุผลในการรับประทานบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่มากที่สุด คือ สะดวกในการรับประทาน ร้อยละ 45.50 รองลงมา คือ รสชาติ ร้อยละ 32.30 ผลการทดสอบความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่พัฒนาขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5-point hedonic scale) เท่ากับ 4.23±0.90 4.09±0.67 3.91±0.75 4.15±0.80 4.23±0.89 และ 4.47±0.77 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงระดับ

ความชอบปานกลางถึงชอบมาก โดยผู้บริโภคให้การยอมรับบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ร้อยละ 70.00 และผู้บริโภคตัดสินใจซื้อบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ร้อยละ 70.00

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้พบว่า การผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปอัตราส่วนของแป้งสาลีต่อแป้งบุกและกระบวนการอบแห้งคือ อัตราส่วน 85 : 15 เป็นสูตรที่ดีที่สุด และการอบแห้งบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่แนะนำคือที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที โดยบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมีระยะเวลาในการต้มสุกนาน 3 นาที คุณภาพทางเคมีกายภาพ ได้แก่ ระยะเวลาในการต้มและความชื้น อยู่ในเกณฑ์กับมาตรฐาน มอก. 271-2548 ของผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้ ควรมีการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป และสามารถนำข้อมูลเป็นพื้นฐานในการนำผงบุกมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเส้นชนิดอื่นได้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิจัยครั้งนี้ขอขอบคุณนักศึกษา อาจารย์และเจ้าหน้าที่ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือ เพื่อสถานที่และอุปกรณ์เครื่องมือในการทำวิจัย และสาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ทำให้การทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

References

- Akesowan, A. (1995). Konjac flour, production, properties and applications. *Food Journal*, 25(4), 238-242. (in Thai)
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2000). *Official methods of analysis* (18thed.). Washington, D.C.: Association of official analytical chemists.
- Bureau of Nutrition. (2018). *Nutritive values of Thai foods*. Accessed April 9, 2023. Retrieved from <https://nutrition2.anamai.moph.go.th/th/thai-food-composition-table> (in Thai)
- da Silva, A. N., da Silva, R, C. S. N., Ferreira, M. A. M., Minim, V. P. R., da Costa, T. M. T., & Perez, R. (2013). Performance of hedonic scales in sensory acceptability of strawberry yogurt. *Food Quality and Preference*, 30(1), 9-21. doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.04.00
- Ge, Z., Wang, W., Gao, S., Xu, M., Liu, M., Wang, X., Zhang, L., & Zong, W. (2022). Effects of konjac glucomannan on the long-term retrogradation and shelf life of boiled wheat noodles. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(2), 644-652. doi.org/10.1002/jsfa.11393
- Horticultural Research Institute. (2022). *Production of konjac*. Accessed October 29, 2023. Retrieved from <https://www.doa.go.th/th/> (in Thai)
- Hu, Y., Wang, L., Zhu, H., & Li, Z. (2017). Superheated steam treatment improved flour qualities of wheat in suitable conditions. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6), e13238. doi: 10.1111/jfpp.13238
- Kato, K., Watanabe, T., & Matsuda, K. (1970). Studies on the chemical structure of konjac mannan: part II. isolation and characterization of oligosaccharides from the enzymatic hydrolyzate of the mannan. *Agricultural and Biological Chemistry*, 34(4), 532-539. doi: 10.1080/00021369.1970.10859645
- Limrungruangrat, K., & Anocha, S. (2012). *Development of dry health noodles fortified with oringa leaves powder*. Chonburi, Thailand: Burapha University. (in Thai)
- Limrungruangrat, K., Jaritkuan, S., Suksomboon, A., & Wattanaputi, B. (2014). *Development of healthy non-fried instant noodle supplemented with algae*. Chonburi, Thailand: Burapha University. (in Thai)
- Loikaeo, N. (2017). *Development of high fiber instant noodle from banana flour*. Pathumthani, Thailand: Rangsit University. (in Thai)
- Montreepila, M. (2019). *Drying of konjac corm using fluidization technique*. (Doctoral dissertation). Maha Sarakham, Thailand: Maha Sarakham University. (in Thai)
- Niemprem, S. (2000). *Development of composite flour from fragrance rice flour and konjac flour for Knomjeen product*. (Master's thesis). Bangkok, Thailand: Kasetsart University. (in Thai)
- Onsamlee, G., & Srikok, S. (2022). Use of konjac powder in mulberry jelly gummy products. *RMUTI Journal Science and Technology*, 15(3), 107-120.
- Park, E. Y., Kim, H. Y., Shin, H. Y., Jeon, Y. I., Kim, J. M., Kim, S., & Kim, J. Y. (2019). Change in textural properties, starch digestibility, and aroma of nonfried instant noodles by substitution of konjac glucomannan. *Cereal Chemistry*, 96(4), 784-791. doi: 10.1002/cche.10180
- Phisutthigason, S. Jirapeatsayasuk, P., & Sompongse, W. (2018). Production of fish ball with konjac glucomannan gel and herbs. *Thai Science and Technology Journal*, 26(2), 224-235. (in Thai)
- Phonpanawit, A. (2022). Effect of temperature and time of drying process on chemical quality of konjac powder and its application in sausage emulsion. *King Mongkut's Agricultural Journal*, 40(1), 58-67. (in Thai)
- Puttame, K., & Ninlanon, W. (2021). Development of dried alkaline noodle product supplemented with water meal. *VRU Research and Development Journal Science and Technology*, 16(2), 57-69. (in Thai)
- Seesung, S. Vichairom, J., & Khummin, J. (2020). *Quality development of instant fish noodle from tilapia*. (Technical paper). Bangkok, Thailand: Fisheries Industrial Technology Research and Development Division, Department of Fisheries. (in Thai)
- Sim, E., Park, E., Ma, F., Baik, B. K., Fonseca, J. M., & Delwiche, S. R. (2020). Sensory and physicochemical properties of whole wheat salted noodles under different preparations of bran. *Journal of Cereal Science*, 96, 103112-103121. doi: 10.1016/j.jcs.2020.103112
- Singthong, J. (2013). *Effect of hydrocolloids on quality improvement of Ubon Noodles*. Ubon Ratchathani, Thailand: Ubon Ratchathani University. (in Thai)
- Sriroth, K., & Kuakoon P. (2007). *Flour of technology*. Bangkok, Thailand: Kasetsart university press. (in Thai)
- Srismatthakarn, P., Cham, S., & Na Nan, P. (2021). *Processing of high-quality konjac powder: a healthy food plant*. Chiang Mai, Thailand: Rajamangala University of Technology Lanna. (in Thai).
- Thai Industrial Standards Institute. (2006). Konjac flour.

- Accessed April 29, 2023. Retrieved from <https://www.tisi.go.th/index.php> (in Thai)
- Thai Industrial Standards Institute. (2005). *Instant Noodle*. Accessed April 29, 2023. Retrieved from https://www.fio.co.th/web/tisi_fio/fulltext/TIS271-2548.pdf (in Thai)
- Ueno, H., Haraguchi, N., Azuma, M., Shiiya, T., Noda, T., Ebihara, E., Uehira, Y., Uchida, T., Sasaba, K., Nakamura, M., Uchimura, N., Kita, E., Umemura, A., Nobe, T., Sumoto, E., Yano, Y., & Nakazato, M. (2023). Active consumption of konjac and konjac products improves blood glucose control in patients with type 2 diabetes mellitus. *Journal of the American Nutrition Association*, 42(2), 123-129. doi: 10.1080/07315724.2021.2002739
- Wang, Y., Chen, Y., Zhou, Y., Nirasawa, S., Tatsumi, E., Li, X., & Cheng, Y. (2017). Effects of konjac glucomannan on heat-induced changes of wheat gluten structure. *Food Chemistry*, 229, 409-416. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.02.056
- Zeng, Z., Chen, M., Wang, X., Wu, W., Zheng, Z., Hu, Z., & Ma, B. (2020). Modeling and optimization for konjac vacuum drying based on response surface methodology (RSM) and artificial neural network (ANN). *Processes*, 8(11), 1430-1447. doi: 10.3390/pr8111430
- Zhou, Y., Cao, H., Hou, M., Nirasawa, S., Tatsumi, E., Foster, T. J., & Cheng, Y. (2013). Effect of konjac glucomannan on physical and sensory properties of noodles made from low-protein wheat flour. *Food Research International*, 51(2), 879-885. doi: 10.1016/j.foodres.2013.02.002

Research article

The quality and acceptance of instant dried konjac noodles with konjac flour substituted for wheat flour

Natwalinkhol Settapramote¹ Supatra Sirisathirasoonthorn¹ Paweena Chamnan¹

Ketchadaphon Thongyuen¹ Sittidet Singmee¹ and Nittaya Phungam^{2*}

¹Food Business and Nutrition, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Tak, Mueang, Tak Province, 63000

^{2*}Agro-Industry, Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Mueang, Surin Province, 32000

ARTICLE INFO

Article history

Received: 29 August 2023

Revised: 2 October 2023

Accepted: 22 November 2023

Online published: 12 December 2023

Keyword

Konjac flour

Instant dried noodle

Noodle quality

Consumer acceptance

ABSTRACT

The quality of konjac flour was studied by preparing konjac flour by drying and grinding it into powder, extracting the toxins with an ethanol solution, then re-drying and grinding the powder. The konjac flour had a fiber content equal to 7.41 %. Moreover, it was to investigate the quality of dehydrated instant noodles produced by substituting konjac flour for wheat flour. It was found that increasing the ratio of konjac flour resulted in L* values and b* values tending to decrease in the ranges of 25.60±3.39-43.52±2.07 and 26.23±3.30-34.13± 2.41, respectively (p≤0.05). While increasing the rate of konjac flour resulted in the a* value tending to increase in the range of 11.87±0.59-14.11±1.32 (p≤0.05). The results of cooking quality found that increasing the ratio of konjac flour had an effect on the cooking time, cooking loss and cooking yield of noodles tends to increase by 3-4 minutes, 205.67±7.20-250.13±1.90 % and 5.27±0.12-8.13±0.42 %, respectively. While the tensile strength and extensibility of noodles tended to decrease (p≤0.05) equal to 3.07±0.35-2.29±0.19 newtons and 10.22±0.25-8.35±0.16 mm. The results of the sensory testing of konjac noodles revealed that the ratio of wheat flour : konjac flour at 85 : 15 had the highest overall liking score of 7.33 (by the 9-point hedonic scale). The time and temperature of drying konjac noodles were investigated. It was found that as the temperature increased, the L*, a*, b*, a_w, and moisture content tended to decrease (p≤0.05). The quality of cooking, the temperature increased, and the cooking time decreased nevertheless, cooking loss and cooking yield tended to increase (p≤0.05). The recommended drying conditions were 75 °C for 2.5 hours. The results of the consumer acceptance test (n=100) by questionnaires found that 70 % of consumers chose instant dried konjac noodles. Further, instant dried konjac noodles had ash, protein, and fiber content equal to 4.06±0.04, 8.31±0.13, 0.09±0.00, 12.53±0.03, 0.55±0.02 and 74.46±0.15 %, respectively, more than instant noodles according to the nutritional value of the Thai food.

*Corresponding author

E-mail address: nittaya.ph@rmu.ac.th (N. Phungam)

Online print: 12 December 2023 Copyright © 2023. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2023.37>