P-ISSN 0858-4435
E-ISSN 2651-1231

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี Homepage : *http://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj*
ปีที่ 31 ฉบับที่ 4 (กรกฎาคม-สิงหาคม 2566) หน้า [59-72]

ผลของการเติมซูริมิและผงไซเลียมต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปอบแห้ง

Effect of Surimi and Psyllium Powder Addition on Physicochemical Properties of Dried Instant Noodle

สัณห์ฤทัย หอสว่างวงศ์, ภัทิรา สาขะมุติ*
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12120
Sanruthai Hosawangwong, Phatthira Sakamut*
Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology,
Thammasat University, Pathum Thani 12120
Received 8 May 2023; Received in revised 28 Juae 2023; Accepted 6 July 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเส้นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปอบแห้งที่มีส่วนผสมของซูริมิและผงไซเลียม การศึกษาผลของการเติมซูริมิ (ร้อยละ 0, 10, 20, และ 30) และผลของการเติมผงไซเลียม (ร้อยละ 0, 2 และ 5) ที่เหมาะสม พบว่า การเติมซูริมิส่งผลให้ค่า L* และค่า a* ลดลง ($p<0.05$) บะหมี่ที่เติมซูริมิร้อยละ 10-20 มีค่าแรงต้านทานการดึง ค่าระยะเวลาการต้มสุก และค่าร้อยละการสูญเสียภายหลังการปรุงสุกไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ($p>0.05$) ส่งผลให้โครงสร้างระดับจุลภาคมีความเป็นรูพรุนลดลง การเพิ่มปริมาณซูริมิเป็นร้อยละ 30 ส่งผลให้บะหมี่มีค่าความต้านทานแรงดึงลดลงร้อยละ 23.36 เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม สอดคล้องกับโครงสร้างที่แสดงการไม่เชื่อมต่อกัน จึงเลือกปริมาณซูริมิร้อยละ 20 มาศึกษาปริมาณผงไซเลียมที่เหมาะสม พบว่า การเติมผงไซเลียมส่งผลให้ค่า L* และค่า b* ลดลง ค่า a* และค่าร้อยละผลผลิตต้มสุกมีค่าเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) โครงสร้างระดับจุลภาคแสดงความไม่ต่อเนื่อง การเติมผงไซเลียมร้อยละ 5 ไม่ส่งผลต่อค่าความต้านทานแรงดึง ระยะเวลาในการต้มสุก และค่าร้อยละการสูญเสียภายหลังการปรุงสุก แต่ส่งผลให้ค่าผลผลิตต้มสุกมากกว่าตัวอย่างควบคุมร้อยละ 10.44

คำสำคัญ: บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปชนิดไม่ทอด; ซูริมิ; ผงไซเลียม; กระบวนการอบ; บะหมี่ปลา

***ผู้รับผิดชอบบทความ:** psutloet@tu.ac.th
doi: .....

885/66.indd 59 23/8/2566 BE 10:41

Abstract

The objective of this study was to develop a dried instant noodle containing surimi and psyllium powder. This study investigated the effect of surimi (0, 10, 20, and 30%) and psyllium powder (0, 2, and 5%) addition on the physicochemical properties of the noodles. In dried instant noodles, the addition of surimi resulted in lower lightness (L*) and redness (a*) values compared to the control (0%) ($p<0.05$). The tensile strength, cooking time, or cooking loss, dried instant noodles with surimi at 10–20% did not significantly differ from the control ($p>0.05$). However, the porosity of the microstructure decreased. Dried instant noodles with surimi at 30% showed a 23.36% decrease in tensile strength and the formation of a discontinuous network structure. To determine the optimum psyllium powder content, a dried instant noodle with 20% surimi was selected. The results showed that adding psyllium powder decreased L* and b* values, but increased a* values and cooking yield ($p<0.05$). The microstructure revealed a discontinuous network structure. Tensile strength, cooking time, and cooking loss of dried instant noodles with 5% psyllium powder did not significantly differ from the control ($p>0.05$). However, the cooking yield increased by 10.44% at this level.

Keywords: Non-frying instant noodles; Surimi; Psyllium powder; Drying, fish noodle

1. บทนำ

ผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป (Instant noodle) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเส้นที่ได้รับความนิยมทั่วโลก เนื่องจากมีความสะดวก ใช้เวลาสั้นในการเตรียม มีอายุการเก็บนาน และมีราคาประหยัด [1] จากรายงานของ World Instant Noodles Association [2] พบว่าการบริโภคบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยมีการบริโภค 116.5 ล้านล้านห่อทั่วโลก อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมีส่วนประกอบหลัก คือ แป้งสาลี สตาร์ช น้ำ และเกลือ ทำให้มีองค์ประกอบหลัก คือคาร์โบไฮเดรต และในบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปชนิดที่ผ่านกระบวนการทอดจะมีไขมันเป็นองค์ประกอบปริมาณสูง (ร้อยละ 15-22) [3, 4] แต่สารอาหารชนิดอื่นที่ควรบริโภคในแต่ละมื้ออาหารมีปริมาณต่ำ ได้แก่ โปรตีน ร้อยละ 8.5-12.5 [5] และเส้นใยอาหารร้อยละ 2 [6] ทำให้บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปถูกพิจารณาว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการไม่เพียงพอ การบริโภคเป็นประจำจึงอาจนำไปสู่การเกิดภาวะขาดสารอาหาร การเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับการขาดสารอาหาร (Nutrient-related diseases) และการเกิดภาวะที่ระบบเมตาบอลิกในร่างกายผิดปกติร่วมกับการมีความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiometabolic disorders) ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคอ้วน และโรคไขมันในเลือดสูง [1] เมื่อความต้องการบริโภคบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปยังคงเติบโตอย่างต่อเนื่อง การผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพมากขึ้นจึงเป็นสิ่งจำเป็น

เพื่อปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีขึ้น จึงมีการนำแหล่งของโปรตีนชนิดต่างๆ มาใช้เป็นส่วนผสมในกระบวนการผลิต ได้แก่ โปรตีนจากเนื้อปลา [7] โปรตีนจากไข่ [8] และโปรตีนจากถั่ว [9]

885/66.indd 60 23/8/2566 BE 10:41

เป็นต้น โดยซูริมิเป็นแหล่งของโปรตีนจากเนื้อปลาที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเนื้อปลาบดมาผ่านกระบวนการล้างน้ำ เพื่อกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการออก ได้แก่ ไขมัน เลือด เอนไซม์ และโปรตีนที่ละลายในน้ำ ทำให้มีปริมาณโปรตีนเข้มข้นสูง (ร้อยละ 15-16) [10] ไม่มีกลิ่นคาวจากเนื้อปลา จึงทำให้ไม่รบกวนกลิ่นดั้งเดิมของผลิตภัณฑ์บะหมี่ จากงานวิจัยของ Nawaz et al. [11] พบว่า การเติมเนื้อปลาเฉา (*Ctenopharyngodon idella*) ที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วงร้อยละ 15-20 โดยพิจารณาจากค่า Storage modulus และ Loss modulus ค่าดัชนีการดูดน้ำ และโครงสร้างระดับจุลภาค จากงานวิจัยของ Parvathy et al. [12] พบว่า สูตรการผลิตเส้นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเสริมเนื้อปลา คือ เนื้อปลาร้อยละ 45 แป้งสาลีผสมแป้ง Maida ร้อยละ 47 และแป้งมันฝรั่งร้อยละ 8

นอกจากการเติมส่วนผสมที่เป็นแหล่งของโปรตีน พบว่า มีงานวิจัยที่สนใจเสริมแหล่งของเส้นใยอาหารเป็นส่วนผสมในการผลิตเส้นบะหมี่ เพื่อพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค เนื่องจากเส้นใยอาหารมีส่วนช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ ได้แก่ โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน และมะเร็งลำไส้ใหญ่ เป็นต้น โดยแหล่งของเส้นใยอาหารที่มีการนำมาใช้ เช่น รำข้าวสาลี [13] และสาหร่าย [14] เป็นต้น ไซเลียม (Psyllium) เป็นเส้นใยอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ โดยมี Psyllium Husk เป็นผลิตภัณฑ์หลักที่สกัดได้จากส่วนของเปลือก ไซเลียมประกอบด้วยสารมิวซิเลจ (Mucilage) ซึ่งเป็นสารที่มีลักษณะเป็นเส้นใยที่ชอบน้ำ (Fibrous hydrophilic material) หากเกิดเจลจะได้เจลใส ไม่มีสี โครงสร้างไซเลียมประกอบด้วยเส้นใยชนิดละลายน้ำ (Soluble fibre) ประมาณร้อยละ 80 อะราบิโนส (Arabinose) ร้อยละ 23 และไซโลส (Xylose) ร้อยละ 75 [15] เส้นใยอาหารชนิดนี้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ โดยใช้ในกลุ่มเด็กที่มีคอเลสเตอรอลสูง เป็นโรคเบาหวาน และเป็นโรคอ้วน [16] อย่างไรก็ตาม การบริโภคผงไซเลียมในปริมาณมากกว่า 10 กรัมต่อวัน อาจส่งผลให้เกิดอาการตะคริว มีแก๊ส หรือเกิดอาการท้องอืด [17] ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพที่ดี มีประโยชน์และไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ผ่านกระบวนการทอดแบบน้ำมันท่วม จะมีกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสที่เป็นลักษณะเฉพาะ แต่ผลิตภัณฑ์จะมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบประมาณร้อยละ 15-22 [3] ซึ่งการบริโภคอาหารทอดที่มีปริมาณไขมันสูง ทำให้ผู้บริโภคตระหนักถึงผลเสียที่มีต่อสุขภาพด้านต่างๆ หากบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่มีการเสริมโปรตีนและเส้นใยอาหารผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยโดยใช้กระบวนการอบแทน จะเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองกับกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติมซูริมิและผงไซเลียมต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป โดยใช้กระบวนการอบลมร้อนในกระบวนการผลิต

2. วัตถุดิบและวิธีการ

2.1 วัตถุดิบ

ซูริมิปลาทรายแดงแช่เยือกแข็ง เกรด A ซื้อจากบริษัท แมนเอโฟรเซนฟู้ดส์ จำกัด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 ± 2 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาใช้ แป้งดัดแปร (KREATION®NE) ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท สยามมอดิฟายด์ สตาร์ช จำกัด แป้งสาลีอเนกประสงค์ตราว่าว กัวร์กัม โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (เกรดสำหรับใช้ในอาหาร) และผงไซเลียม ความบริสุทธิ์ร้อยละ 95 (เกรดสำหรับใช้ในอาหาร) ซื้อจากบริษัท กรุงเทพเคมี จำกัด โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) (เกรดสำหรับใช้ในอาหาร) ตรามังกร

885/66.indd 61 23/8/2566 BE 10:41

2.2 ศึกษาปริมาณซูริมิที่เหมาะสมต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

2.2.1 การผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเสริมโปรตีนจากซูริมิ

ผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปจากสูตรของ Pattaravivat et al. [18] ที่มีการดัดแปลงเล็กน้อย วิธีการโดยย่อ เริ่มจากการผสมส่วนประกอบอื่นๆ เข้ากับแป้งสาลีผสม (แป้งสาลี:แป้งดัดแปร อัตราส่วน 9:1) ส่วนประกอบอื่นๆ ได้แก่ เกลือร้อยละ 1 กัวร์กัมร้อยละ 0.3 โซเดียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.2 โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.1 น้ำสะอาดร้อยละ 35 โดยน้ำหนักแป้งสาลีผสม และแปรปริมาณของซูริมิ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนักแป้งสาลีผสม ผสมส่วนผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (ยี่ห้อ Kenwood รุ่น Chef Premier ประเทศอังกฤษ) เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเติมซูริมิตามปริมาณที่ศึกษา นวดส่วนผสมต่อจนเกิดเป็นก้อนโด พักโด จากนั้นรีดก้อนโดเป็นแผ่น และนำเข้าเครื่องรีดบะหมี่ (ยี่ห้อ Marcota รุ่น Atlas 150 ประเทศอิตาลี) จากนั้นบรรจุบะหมี่สดในพิมพ์วงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร น้ำหนักบรรจุ 40 กรัม นำไปนึ่ง และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนกระทั่งมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 10 ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จึงบรรจุใส่ในถุงโพลิเอทิลีน เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 คืน ก่อนนำไปวิเคราะห์ขั้นต่อไป

2.2.2 ค่าสี (L*, a*, b*)

วัดค่าสีของบะหมี่ต้มสุก โดยใช้เครื่องวัดสี (ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น CX2687 ประเทศสหรัฐอเมริกา) รายงานค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ตามวิธีการของ Popert and Gawborisut [7]

2.2.3 ค่าแรงต้านทานการดึง (Tensile strength)

เตรียมบะหมี่ต้มสุก (ยาว 30 เซนติเมตร) วัดค่าโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA.XT2i ประเทศอังกฤษ) หัววัด spaghetti tensile rig (A/SPR) ตามวิธีการของ Popert and Gawborisut [7]

2.2.4 สมบัติด้านการปรุงสุก (Cooking properties)

2.2.4.1 ระยะเวลาต้มสุก (Cooking time)

ชั่งบะหมี่หนัก 5 กรัม ต้มในน้ำเดือด 200 มิลลิลิตร สุ่มตัวอย่างทุก 30 วินาที บันทึกระยะเวลาที่บะหมี่ไม่มีส่วนทึบแข็งตรงจุดกึ่งกลางเหลืออยู่ ตามวิธีการของ AACC [19]

2.2.4.2 ร้อยละผลผลิตต้มสุก (% Cooking yield)

ชั่งบะหมี่หนัก 5 กรัม ต้มในน้ำเดือด 200 มิลลิลิตร โดยใช้เวลาในการต้มที่เหมาะสมจากข้อ 2.2.4.1 ทิ้งให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรงเป็นเวลา 1 นาที ซับความชื้นส่วนเกิน ชั่งน้ำหนักบะหมี่ คำนวณหาร้อยละน้ำหนักที่ได้หลังการต้ม ตามวิธีการของ AACC [19]

2.2.4.3 ร้อยละการสูญเสียหลังการปรุงสุก (% Cooking loss)

ชั่งบะหมี่หนัก 5 กรัม ต้มในน้ำเดือด 200 มิลลิลิตร โดยเวลาในการต้มใช้เวลาที่เหมาะสมจากข้อ 2.2.4.1 ทิ้งให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรงเป็นเวลา 5 นาที อบน้ำที่เหลือจากการต้มบะหมี่และน้ำจากการล้างบีกเกอร์ที่ใช้ อบบะหมี่ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์หลังการอบ คำนวณหาปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างการต้ม ตามวิธีการของ AACC [19]

2.2.5 โครงสร้างระดับจุลภาค

วิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของตัวอย่างตามวิธีการของ Nawaz et al. [11] เคลือบตัวอย่างอบแห้งด้วยทองคำ และนำชิ้นตัวอย่างไปวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Field Emission Scanning Electron Microscope (FE-SEM) (ยี่ห้อ JEOL รุ่น JSM7800 ประเทศญี่ปุ่น) ตั้งค่า Accelerating Voltage 2 กิโลโวลต์

885/66.indd 62 23/8/2566 BE 10:41

2.2.6 การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows (Version 26.0.0.1)

2.3 ศึกษาปริมาณผงไซเลียมที่เหมาะสมต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมซูริมิกึ่งสำเร็จรูป

เตรียมเส้นบะหมี่เสริมซูริมิกึ่งสำเร็จรูปตามสูตรที่ได้รับคัดเลือกจากข้อ 2.2 ศึกษาปริมาณผงไซเลียมที่เหมาะสม โดยแปรปริมาณผงไซเลียม 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 2 และ 5 โดยน้ำหนักแป้งทั้งหมด

2.3.1 ค่าสี (L*a*b*)

วัดค่าสีของบะหมี่ต้มสุก ตามวิธีการของ Popert and Gawborisut [7]

2.3.2 ค่าแรงต้านทานการดึง (Tensile strength)

วัดค่าแรงต้านทานการดึง ตามวิธีการของ Popert and Gawborisut [7]

2.3.3 สมบัติด้านการปรุงสุก (Cooking properties)

2.3.3.1 ระยะเวลาต้มสุก (Cooking time)

วัดระยะเวลาต้มสุก ตามวิธีการของ AACC [19]

2.3.3.2 ร้อยละผลผลิตต้มสุก (% Cooking yield)

วัดร้อยละผลผลิตต้มสุก ตามวิธีการของ AACC [19]

2.3.3.3 ร้อยละการสูญเสียหลังการปรุงสุก (% Cooking loss)

วัดร้อยละการสูญเสียหลังการปรุงสุก ตามวิธีการของ AACC [19]

2.3.4 โครงสร้างจุลภาค

วิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของตัวอย่างตามวิธีการของ Nawaz et al. [11]

2.3.5 การวางแผนการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows (Version 26.0.0.1)

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

3.1 ศึกษาปริมาณซูริมิที่เหมาะสมต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

3.1.1 ค่าสี (L*, a*, b*)

สีของเส้นบะหมี่เป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ สีของเส้นบะหมี่โดยทั่วไปควรมีสีสว่างและมีความสม่ำเสมอตลอดทั้งเส้น [20] Figure 1A แสดงค่าสี (L*, a*, b*) ของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปอบแห้งที่มีการแปรซูริมิ 4 ระดับ (ร้อยละ 0-30) พบว่าการเติมซูริมิส่งผลให้ค่าความสว่างและค่าสีแดงของเส้นบะหมี่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยไม่ส่งผลต่อค่าสีเหลือง (b*) ของตัวอย่าง และเมื่อเติมในปริมาณที่มากขึ้น ส่งผลให้ค่าความสว่างลดลงมากขึ้น ($p<0.05$) โดยไม่ส่งผลต่อค่าสีแดงของตัวอย่าง ($p>0.05$) อาจเนื่องจากแป้งสาลีที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเส้นบะหมี่มีสีขาวออกน้ำตาล (Light brownish) และมีความสว่างมากกว่าซูริมิ อีกทั้ง การเติมซูริมิที่มีสัดส่วนมากขึ้น ทำให้สัดส่วนของแป้งสาลีลดลง จึงส่งผลให้มีค่าความสว่างและค่าสีแดงลดลง ผลการทดลองในงานวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nawaz et al. [11] ที่ศึกษาเรื่องผลของการเติมเนื้อปลาเฉาในเส้นบะหมี่

885/66.indd 63 23/8/2566 BE 10:41

พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อปลาบด ทำให้ค่าความสว่างของแป้งโดลดลง อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของสี (ΔE) เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ในงานวิจัยนี้ พบว่า เส้นบะหมี่ที่มีการเติมซูริมิร้อยละ 10, 20 และ 30 มีค่าความแตกต่างของสีเท่ากับ 0.98, 1.23 และ 2.71 ตามลำดับ ซึ่งค่าความแตกต่างของสีระหว่างตัวอย่างที่จะสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนมีค่าอยู่ระหว่าง 1.5 และ 3.0 [21] ด้วยเหตุนี้ ปริมาณของซูริมิที่มากที่สุดที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเส้นบะหมี่โดยไม่ส่งผลต่อคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์คือ ร้อยละ 20

3.1.2 ค่าแรงต้านทานการดึง

Figure 1B แสดงค่าแรงต้านทานการดึงของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปอบแห้งที่มีการแปรซูริมิ 4 ระดับ (ร้อยละ 0-30) พบว่า การเติมซูริมิเป็นส่วนผสมในบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปร้อยละ 10 และ 20 โดยน้ำหนักแป้งทั้งหมด ส่งผลให้ตัวอย่างมีค่าแรงต้านทานการดึงไม่ต่างจากสูตรควบคุม ($p>0.05$) โดยมีค่าแรงต้านทานแรงดึงอยู่ในช่วงระหว่าง 10.57-10.83 g แต่เมื่อเพิ่มปริมาณซูริมิเป็นร้อยละ 30 โดยน้ำหนักแป้งทั้งหมด พบว่าตัวอย่างมีค่าแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าแรงต้านทานแรงดึงลดลงร้อยละ 23.36 ลักษณะทางเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ที่มีผลต่อความชอบของผู้บริโภค ได้แก่ ความแน่น (Firmness) และความยืดหยุ่น (Elasticity) [22] การที่เส้นบะหมี่จะเกิดลักษณะดังกล่าวนั้น เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบภายในเส้นบะหมี่ที่สำคัญ 2 ชนิด ได้แก่ โปรตีนกลูเตนและสตาร์ชจากแป้งสาลี ในระหว่างกระบวนการผลิตเส้นบะหมี่ โปรตีนในแป้งสาลีจะเกิดการดูดน้ำและเสียสภาพ ส่งผลให้โปรตีนเกิดการเชื่อมข้ามและเกิดพันธะระหว่างโมเลกุลเพื่อเกิดเป็นโครงร่างตาข่าย 3 มิติที่ห่อหุ้มอนุภาคสตาร์ชไว้ภายใน ทำให้ได้เส้นบะหมี่ที่มีความแน่นและยืดหยุ่น [23] เมื่อมีการเติมโปรตีนจากแหล่งอื่นเพิ่มเติม เช่น โปรตีนจากเนื้อปลา พบว่า เส้นบะหมี่มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น [11, 12] เนื่องจากในระหว่างการให้ความร้อนโครงสร้างตาข่ายของโปรตีนจากเนื้อปลาถูกทำลาย ส่งผลให้หมู่ซัลไฮดริลในโครงร่างตาข่ายถูกเผยออกมา ซึ่งอาจถูกออกซิไดส์เป็นพันธะไดซัลไฟด์ ส่งเสริมให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพและเกิดการเกาะกลุ่มกัน [24] ขณะที่โปรตีนกลูเตนซึ่งเป็นโปรตีนชนิดพอลิเมอร์ริก (Polymeric) หน่วยย่อยแต่ละหน่วยจะเกิดการเกาะกลุ่มเป็นโครงร่างตาข่ายผ่านการเกิดพันธะไดซัลไฟด์ บางส่วนของโปรตีนกลูเตนที่มีโครงสร้างแบบเกลียว (Helical structure) จะเกิดพันธะกับกลูตามีน (Glutamine) เพื่อเกิดเป็นโครงสร้างตาข่ายกลูเตนที่มีสมบัติวิสโคอิลาสติก (Viscoelastic) ซึ่งการเชื่อมข้ามที่เกิดขึ้นภายในโครงสร้างส่งผลให้โครงสร้างภายในมีความหนาแน่นมากขึ้น จึงอาจส่งผลให้โครงสร้างแข็งแรงขึ้นได้ [11] แต่จากงานวิจัยนี้ พบว่า การเติมเนื้อปลาที่มีปริมาณมากกว่าร้อยละ 20 ส่งผลให้เส้นบะหมี่มีความแข็งแรงลดลง อาจเนื่องจากปริมาณเนื้อปลาที่มากเกินไป อาจรบกวนการเกิดโครงสร้างตาข่ายของกลูเตน ส่งผลให้เส้นบะหมี่มีความแข็งแรงลดลง ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nawaz et al. [11] ที่ศึกษาการเติมเนื้อปลาเฉาลงในเส้นบะหมี่ พบว่า การเติมเนื้อปลาบดมากกว่าร้อยละ 20 ส่งผลให้ค่า Storage modulus (G') และ loss modulus (G'') ที่บ่งบอกถึงความแข็งแรงของโครงสร้างมีค่าลดลง ในงานวิจัยนี้ ปริมาณของซูริมิที่มากที่สุดที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเส้นบะหมี่โดยไม่ส่งผลต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คือ ร้อยละ 20

885/66.indd 64 23/8/2566 BE 10:41

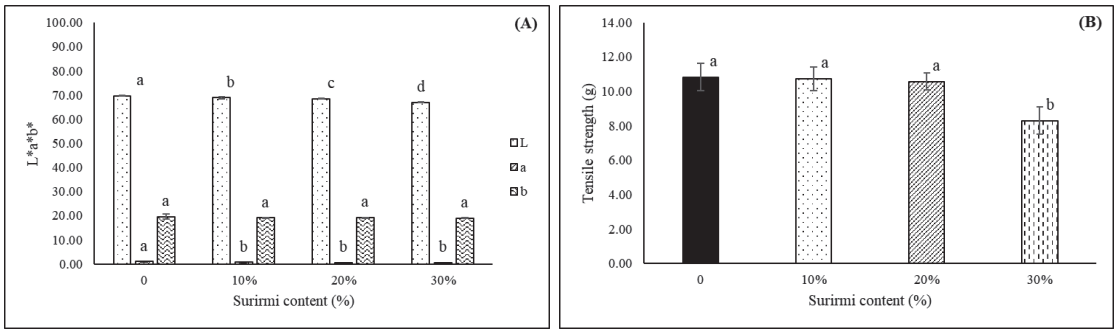

Figure 1 Effect of surimi content on color (L*a*b*) (A) and tensile strength (B) of dried instant noodles Different letters on each bar indicate significant differences ($p<0.05$)

3.1.3 สมบัติด้านการปรุงสุก (Cooking properties)

สมบัติด้านการปรุงสุก (Cooking properties) ของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ได้แก่ ระยะเวลาต้มสุก (Cooking time) ร้อยละผลผลิตต้มสุก (% Cooking yield) และร้อยละการสูญเสียหลังการปรุงสุก (% Cooking loss) จากการศึกษาปริมาณซูริมิที่เหมาะสมในการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปอบแห้ง พบว่า ปริมาณซูริมิไม่ส่งผลต่อค่าระยะเวลาต้มสุก แต่ส่งผลต่อค่าร้อยละการสูญเสียภายหลังการปรุงสุก และค่าร้อยละผลผลิตต้มสุก ค่าระยะเวลาการต้มสุกของเส้นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเป็นค่าที่บ่งบอกถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบภายในตัวอย่างในระหว่างกระบวนการปรุงสุก ได้แก่ การเสียสภาพของโปรตีนและการเกิดเจลของสตาร์ช [12] จากผลการทดลอง พบว่า บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปทุกสูตรที่มีการเติมซูริมิมีค่าระยะเวลาการต้มสุกเท่ากับ 4 นาที ซึ่งไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) (ไม่แสดงผลการทดลอง) สำหรับค่าร้อยละผลผลิตต้มสุก (Figure 2A) พบว่า บะหมี่สูตรควบคุมที่ไม่มีการเติมซูริมิมีค่ามากที่สุด (ร้อยละ 313.77) โดยมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากตัวอย่างที่มีการเติมซูริมิร้อยละ 10 แต่เมื่อมีการเติมซูริมิในปริมาณร้อยละ 20 และ 30 พบว่าตัวอย่างมีค่าร้อยละผลผลิตต้มสุกน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าลดลงร้อยละ 7.81 และ 7.35 ตามลำดับ โดยผลการทดลองนี้สอดคล้องกับค่าแรงต้านทานการดึงที่มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณซูริมิ เนื่องจากปริมาณโปรตีนจากเนื้อปลาที่มากเกินไป อาจรบกวนสมดุลระหว่างการจับโมเลกุลสตาร์ชและสายโปรตีน [11] ทำให้โครงสร้างของเส้นบะหมี่ไม่แข็งแรง กักเก็บโมเลกุลน้ำได้น้อยลง ค่าร้อยละผลผลิตต้มสุกจึงน้อยลง สำหรับค่าร้อยละการสูญเสียภายหลังการปรุงสุก เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณอนุภาคของแข็งที่แพร่ออกจากเส้นบะหมี่ไปยังสารละลายในระหว่างให้ความร้อน [25] จาก Figure 2B พบว่า บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 7.46-8.19 บะหมี่สูตรควบคุมที่ไม่มีการเติมซูริมิมีค่าร้อยละการสูญเสียภายหลังการปรุงสุกน้อยที่สุด (ร้อยละ 7.46) ซูริมิปลาทรายแดงมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบปริมาณร้อยละ 16.79 [10] มีโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ประมาณร้อยละ 70-80 โดยองค์ประกอบหลักในการเกิดเจลของโปรตีนไมไฟบริลลาร์ได้แก่ โปรตีนไมโอซินและแอกตินที่มีมวลโมเลกุล 220 kDa และ 45 kDa ตามลำดับ [26] เมื่อเปรียบเทียบกับโปรตีนกลูเตนที่ประกอบด้วยโปรตีนกลูเตนิน (Glutenin) และไกลอะดิน (Gliadin) ที่มีมวลโมเลกุล 110.89 kDa และ 89.61 kDa ตามลำดับ ทำให้โมเลกุลโปรตีนจากเนื้อปลามีขนาดใหญ่กว่า ประกอบด้วยกรดอะมิโนจำนวน

885/66.indd 65 23/8/2566 BE 10:41

มากกว่า จึงทำให้โปรตีนจากเนื้อปลาสามารถเกิดโครงสร้างตาข่ายไม่ละลายน้ำ (Insoluble network structure) ที่จับกับโมเลกุลสตาร์ชได้ [11] ส่งผลให้เส้นบะหมี่ที่เติมซูริมิที่มีความแข็งแรงลดลง มีค่าร้อยละการสูญเสียภายหลังการปรุงสุกไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม โดยค่าอัตราการสูญเสียภายหลังการปรุงสุกของบะหมี่ที่ถูกพิจารณาว่ามีคุณภาพที่ดีไม่ควรมีค่าเกินร้อยละ 10 [27]

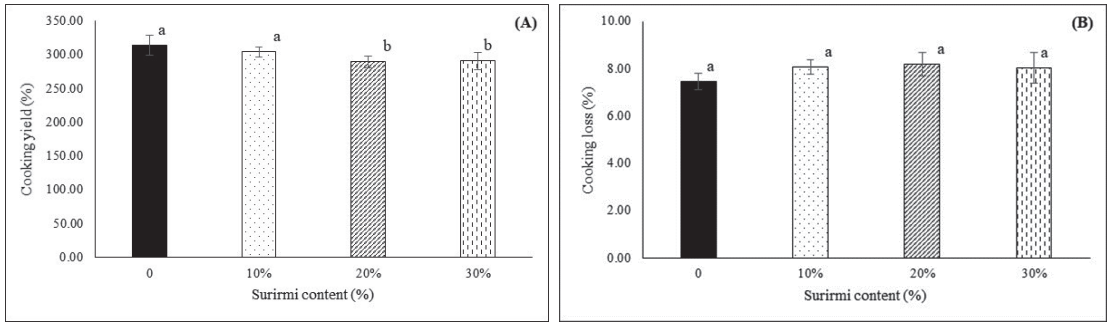

Figure 2 Effect of surimi content on cooking yield (A) and cooking loss (B) of dried instant noodles. Different letters on each bar indicate significant differences ($p<0.05$)

3.1.4 โครงสร้างระดับจุลภาค

Figure 3 แสดงโครงสร้างระดับจุลภาคของของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปอบแห้งที่มีการแปรซูริมิ 4 ระดับ (ร้อยละ 0, 10, 20 และ 30) พบว่า โครงสร้างระดับจุลภาคของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ไม่มีการเติมซูริมิ (Control) แสดงให้เห็นรูพรุนจำนวนมาก และมีการพองตัวของเม็ดสตาร์ชมากกว่าตัวอย่างอื่นๆ การเติมซูริมิร้อยละ 10 (SR10%) และ 20 (SR20%) ส่งผลให้โครงสร้างระดับจุลภาคของเส้นบะหมี่มีความเป็นรูพรุนลดลง มีความแน่นเพิ่มมากขึ้น เม็ดสตาร์ชถูกฝังไว้ภายในโครงสร้างของโปรตีน อย่างไรก็ตาม การเพิ่มซูริมิเป็นร้อยละ 30 แสดงให้เห็นถึงการไม่เชื่อมต่อกันของโครงสร้าง และเม็ดสตาร์ชบางส่วนเกิดการแยกตัวออกมาจากโครงสร้างกลูเตน ซึ่งอาจเกิดจากอันตรกิริยาระหว่างสตาร์ช กลูเตน และโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ถูกทำลาย [28] ซึ่งสอดคล้องกับค่าแรงต้านทานการดึงและค่าร้อยละผลผลิตต้มสุกที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเพิ่มปริมาณซูริมิร้อยละ 30

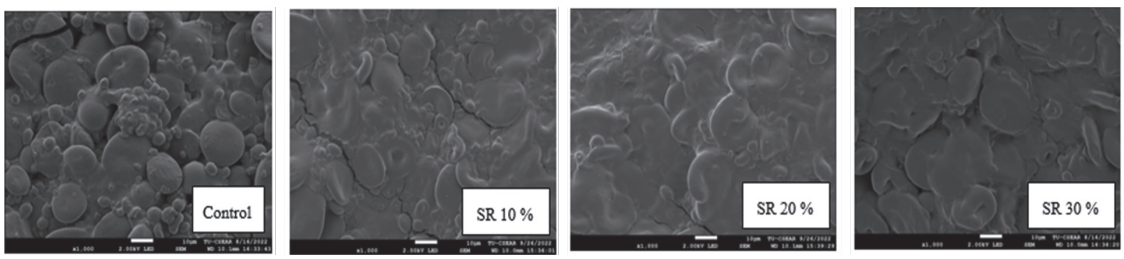

Figure 3 Effect of surimi content on microstructure of dried instant noodle. Control: non-frying instant noodle without surimi. SR: non-frying instant noodle with different percentage of surimi contents. Magnification: 1000x

885/66.indd 66 23/8/2566 BE 10:41

จากการศึกษาปริมาณซูริมิที่เหมาะสมต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป พบว่า การเติมซูริมิร้อยละ 10 และ20 โดยน้ำหนักแป้งทั้งหมด ส่งผลให้ความแตกต่างของสี (ΔE) ค่าแรงต้านทานการดึง ค่าระยะเวลาการต้มสุก ค่าร้อยละการสูญเสียภายหลังการปรุงสุกไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่ผู้วิจัยต้องการเลือกสูตรที่มีปริมาณของซูริมิมากที่สุดเป็นส่วนผสมในการผลิตเส้นบะหมี่ อีกทั้ง การเติมซูริมิร้อยละ 20 ส่งผลให้โครงสร้างระดับจุลภาคมีความเป็นรูพรุนลดลง จึงเลือกปริมาณซูริมิร้อยละ 20 มาศึกษาปริมาณผงไซเลียมที่เหมาะสมต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมซูริมิกึ่งสำเร็จรูป

3.2 ศึกษาปริมาณผงไซเลียมที่เหมาะสมต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมซูริมิกึ่งสำเร็จรูป

3.2.1 ค่าสี (L*, a*, b*)

Figure 4A แสดงค่าสี (L*, a*, b*) ของบะหมี่เสริมซูริมิกึ่งสำเร็จรูปอบแห้งที่มีการแปรผงไซเลียม 3 ระดับ (ร้อยละ 0, 2, และ 5) พบว่า การเพิ่มปริมาณผงไซเลียมส่งผลให้เส้นบะหมี่หลังผ่านการปรุงสุกมีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) ลดลง ค่าสีแดง (a*) มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เนื่องจากสีตามธรรมชาติของผงไซเลียมมีสีน้ำตาลอมแดงซึ่งคล้ำกว่าสีของแป้งสาลี อีกทั้ง ไซเลียมประกอบด้วยน้ำตาลชนิดต่างๆ [15] จึงอาจส่งเสริมให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ (Non-enzymatic browning) ส่งผลให้เส้นบะหมี่ที่เติมผงไซเลียมมีสีคล้ำกว่า ซึ่งพิจารณาได้จากการลดลงของค่า L* และ b* เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของสี (ΔE) เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม พบว่า เส้นบะหมี่ที่มีการเติมผงไซเลียมร้อยละ 2 และ 5 มีค่าความแตกต่างของสีเท่ากับ 5.52 และ 11.11 ตามลำดับ ซึ่งค่าความแตกต่างของสีระหว่างตัวอย่างมากกว่าช่วง 1.5-3.0 [27] แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคสามารถสังเกตเห็นถึงความแตกต่างได้

3.2.2 ค่าแรงต้านทานการดึงของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

Figure 4B แสดงค่าแรงต้านทานการดึงของบะหมี่เสริมซูริมิกึ่งสำเร็จรูปอบแห้งที่มีการแปรผงไซเลียม 3 ระดับ (ร้อยละ 0, 2, และ 5) พบว่า ปริมาณผงไซเลียมส่งผลให้ตัวอย่างมีค่าแรงต้านทานการดึงไม่ต่างจากสูตรควบคุม ($p>0.05$) โดยมีค่าความต้านทานแรงดึงอยู่ในช่วงระหว่าง 10.57-10.80 g เนื่องจากผงไซเลียมเป็นใยอาหารชนิดละลายน้ำ (Soluble dietary fiber) เมื่อถูกใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตบะหมี่ จะทำให้เกิดอันตรกิริยาระหว่างสตาร์ชและไฮโดรคอลลอยด์จากผงไซเลียม [29] ทำให้เส้นบะหมี่ที่มีสัดส่วนของปริมาณกลูเตนลดลง ยังคงมีโครงสร้างที่แข็งแรง ค่าแรงต้านทานการดึงจึงไม่ต่างจากสูตรควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mudgil et al. [30] ที่ศึกษาการเติมกัวร์กัมที่ผ่านการย่อยบางส่วนต่อสมบัติของเส้นบะหมี่ พบว่า การเติมกัวร์กัมที่ผ่านการย่อยบางส่วนที่มีสมบัติเป็นใยอาหารละลายน้ำที่ความเข้มข้นร้อยละ 3.40-4.19 ส่งผลให้ค่าความแข็งซึ่งบ่งบอกถึงความแข็งแรงของโครงสร้างตาข่ายกลูเตนมีค่าเพิ่มขึ้น

885/66.indd 67 23/8/2566 BE 10:41

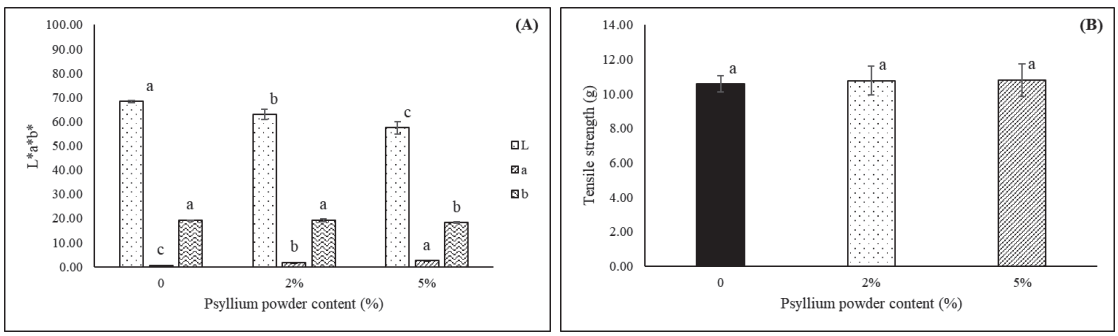

Figure 4 Effect of psyllium powder content on color (L*a*b*) (A) and tensile strength (B) of dried fish instant noodle

Different letters on each bar indicate significant differences ($p<0.05$)

3.2.3 สมบัติด้านการปรุงสุก (Cooking properties)

จากการศึกษาปริมาณผงไซเลียมที่เหมาะสม (ร้อยละ 0-5) ในการผลิตบะหมี่เสริมซูริมิกึ่งสำเร็จรูปอบแห้ง พบว่า ปริมาณผงไซเลียมไม่ส่งผลต่อค่าระยะเวลาต้มสุก และค่าร้อยละการสูญเสียภายหลังการปรุงสุก แต่ส่งผลต่อค่าร้อยละผลผลิตต้มสุก โดยระยะเวลาในการต้มสุกของเส้นบะหมี่พิจารณาจากเวลาที่เม็ดแป้งในเส้นบะหมี่เกิดเจลอย่างสมบูรณ์ (Completely gelatinized) [4] ร่วมกับการเสียสภาพของโปรตีน [12] โดยบะหมี่ที่มีระยะเวลาในการต้มสุกสั้นย่อมเป็นที่ต้องการมากกว่า ในการทดลองนี้ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่มีการเติมผงไซเลียม มีระยะเวลาในการต้มสุก 4 นาที ซึ่งไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) (ไม่แสดงข้อมูล) ซึ่งเป็นไปตามนิยามของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปของประเทศไทยที่กำหนดว่าบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปใช้เวลาในการปรุงและรับประทานไม่เกิน 5 นาที [31] สำหรับค่าร้อยละผลผลิตต้มสุกของเส้นบะหมี่ที่เติมผงไซเลียมร้อยละ 2 และ 5 มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 322.01-322.98 มากกว่าตัวอย่างควบคุมร้อยละ 10.17 และ 10.44 ตามลำดับ ผงไซเลียมเป็นใยอาหารชนิดละลายน้ำมีสมบัติในการดูดน้ำได้ดี [31] ไซเลียม 1 กรัม มีความสามารถในการดูดน้ำที่อุณหภูมิห้อง 10 กรัม [32] เมื่อพิจารณาการพองตัว (Swelling power) และการละลายน้ำ พบว่า ไซเลียมมีค่าดังกล่าวสูงกว่าแป้งสาลีประมาณ 15 เท่า [15] จึงทำให้ผงไซเลียมอาจช่วยจับโมเลกุลน้ำในโครงสร้าง เส้นบะหมี่ที่มีผงไซเลียมเป็นส่วนผสมจึงมีค่าผลผลิตต้มสุกมากกว่าตัวอย่างควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Koh et al. [4] ที่ศึกษาการเติมสาหร่ายสีแดงเป็นส่วนผสมในการผลิตเส้นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป พบว่า การเติมผงสาหร่ายสีแดงร้อยละ 5-15 ส่งผลให้ค่าร้อยละผลผลิตต้มสุกมีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับค่าร้อยละการสูญเสียภายหลังการปรุงสุก พบว่า บะหมี่ที่มีคุณภาพดีควรมีค่าร้อยละการสูญเสียภายหลังการปรุงสุกน้อยกว่าร้อยละ 10 [27] ในงานวิจัยนี้ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่มีการเติมผงไซเลียมทุกสูตรมีค่าร้อยละการสูญเสียภายหลังการปรุงสุกไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 8.34-9.90 จึงทำให้ถูกพิจารณาว่าบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปทุกสูตรเป็นบะหมี่ที่มีคุณภาพดี โดยผลการทดลองนี้สอดคล้องกับค่าแรงต้านทานการดึง อาจเนื่องจากอันตรกิริยาระหว่างสตาร์ชและไฮโดรคอลลอยด์จากผงไซเลียม ทำให้เส้นบะหมี่ที่เติมผงไซเลียมสามารถกักเก็บองค์ประกอบของแข็งไม่ให้ถูกชะล้างและหลุดออกมาอยู่ในน้ำที่ใช้ต้ม แม้เส้นบะหมี่ที่เติมผงไซเลียมจะมีสัดส่วนของโครงข่ายกลูเตนลดลง แต่เส้นบะหมี่ยังมีโครงสร้างที่แข็งแรง ส่งผลให้ค่าร้อยละการสูญเสียภายหลังการปรุงสุกไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม

885/66.indd 68 23/8/2566 BE 10:41

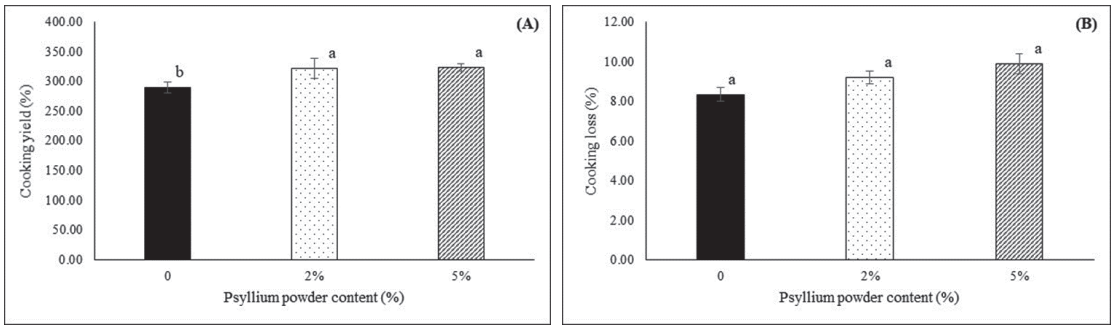

Figure 5 Effect of psyllium powder content on cooking yield (A) and cooking loss (B) of dried fish instant noodle

Different letters on each bar indicate significant differences ($p<0.05$)

3.2.4 โครงสร้างระดับจุลภาค

Figure 6 แสดงโครงสร้างระดับจุลภาคของบะหมี่เสริมซูริมิกึ่งสำเร็จรูปอบแห้งที่มีการแปรผงไซเลียม 3 ระดับ (ร้อยละ 0, 2, และ 5) พบว่า บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่มีการเติมซูริมิร้อยละ 20 แต่ไม่มีการเติมผงไซเลียม (SR 20%, control) แสดงให้เห็นโครงสร้างระดับจุลภาคที่มีความแน่น การเติมผงไซเลียมร้อยละ 2 (SR 20%+PL 2%) และ 5 (SR 20%+PL 5%) ส่งผลให้โครงสร้างระดับจุลภาคของเส้นบะหมี่แสดงโครงสร้างที่มีความไม่ต่อเนื่องเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง เนื่องจากการเติมผงไซเลียมอาจลดการเกิดอันตรกิริยาระหว่างกลูเตนินและไกลอะดินในการเกิดเป็นโครงข่ายกลูเตน แต่การที่ผงไซเลียมประกอบด้วยเส้นใยชนิดละลายน้ำได้ประมาณร้อยละ 67 โครงสร้างประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลอะราบิโนส และไซโลส ซึ่งอาจเกิดอันตรกิริยากัน และการเกิดอันตรกิริยาระหว่างพอลิแซ็คคาไรด์และโปรตีน [15] จึงอาจช่วยให้โครงสร้างของเส้นบะหมี่มีความแข็งแรงไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม กักเก็บน้ำได้ดี สอดคล้องกับค่าร้อยละผลผลิตต้มสุกที่เพิ่มขึ้น และค่าแรงต้านการดึงและค่าร้อยละการสูญเสียหลังการปรุงสุกไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

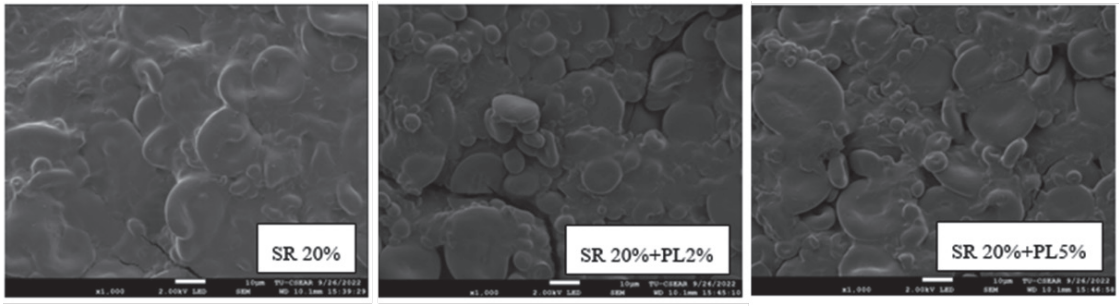

Figure 6 Effect of psyllium powder content on microstructure of dried fish instant noodle.

SR represents dried fish instant noodle. PL represents dried fish instant noodle with percentage of psyllium powder content. Magnification: 1000x

885/66.indd 69 23/8/2566 BE 10:41

จากการศึกษาปริมาณผงไซเลียมที่เหมาะสมในการผลิตบะหมี่เสริมซูริมิกึ่งสำเร็จรูปอบแห้ง พบว่า การเติมผงไซเลียมส่งผลให้ค่าสี (L*a*b*) แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม โดยการเติมผงไซเลียมร้อยละ 5 ส่งผลให้มีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) ลดลง ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น แต่ค่าความต้านทานแรงดึง ระยะเวลาในการต้มสุก และค่าร้อยละการสูญเสียภายหลังการปรุงสุกไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากตัวอย่างควบคุม โครงสร้างแสดงความไม่ต่อเนื่องเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างจากการเติมผงไซเลียมร้อยละ 2 ค่าร้อยละผลผลิตต้มสุกมากกว่าตัวอย่างควบคุมร้อยละ 10.44 จึงเป็นปริมาณผงไซเลียมที่เหมาะสมในการผลิตเส้นบะหมี่เสริมซูริมิกึ่งสำเร็จรูปอบแห้ง

4. สรุป

การศึกษาผลของการเติมซูริมิและผงไซเลียมต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปอบแห้ง พบว่า การเติมซูริมิร้อยละ 20 ทำให้เส้นบะหมี่มีค่าแรงต้านทานการดึง ค่าระยะเวลาการต้มสุก ค่าร้อยละการสูญเสียภายหลังการปรุงสุกไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โครงสร้างระดับจุลภาคมีความแน่นเพิ่มมากขึ้น การศึกษาปริมาณผงไซเลียมที่เหมาะสมในการผลิตบะหมี่เสริมซูริมิกึ่งสำเร็จรูปอบแห้ง พบว่า การเติมผงไซเลียมร้อยละ 5 ส่งผลให้เส้นบะหมี่มีสีคล้ำกว่าสูตรควบคุม (เส้นบะหมี่ที่มีการเติมซูริมิร้อยละ 20 และไม่เติมผงไซเลียม) มีค่าความต้านทานแรงดึง ระยะเวลาในการต้มสุก และค่าร้อยละการสูญเสียภายหลังการปรุงสุกไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) มีค่าร้อยละผลผลิตต้มสุกมากกว่าตัวอย่างควบคุมร้อยละ 10.44 และโครงสร้างระดับจุลภาคของเส้นบะหมี่แสดงโครงสร้างที่มีความไม่ต่อเนื่องไม่แตกต่างจากการเติมผงไซเลียมร้อยละ 2

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท สยามมอดิฟายด์สตาร์ช จำกัด (ประเทศไทย) ที่สนับสนุนแป้งดัดแปร (KREATION®NE) และสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2565 เลขที่สัญญา N34A650479 และศูนย์แห่งความเป็นเลิศทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมทางอาหาร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

6. References

[1] Qumbisa, N., Ngobese, N. and Kolanisi, U., 2020, Potential of using Amaranthus leaves to fortify instant noodles in the south African context: A review, Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev. 20: 16099–16111.

[2] World Instant Noodles Association, 2021, Global Report; World Instant Noodles Association: Tokyo, Japan, Available Source: https://instantnoodles.org/en/noodles/market.html, May 13, 2021.

[3] Wang, Li., Hou, G.G., Hsu, Y. and Zhou, L., 2011, Effect of phosphate salts on the Korean non-fried instant noodle quality, J. Cereal Sci. 54(3): 506-512.

[4] Koh, W.Y., Matanjun, P., Lim, X.X. and Kobun, R., 2022, Sensory, physicochemical, and cooking qualities of instant noodles incorporated with red seaweed (Eucheuma denticulatum), Foods. 11: 2669.

[5] Chowdhury, S., Nath, S., Pal, D., Murmu, P., Dora, K.C. and Rahman, F.H., 2020, Fortification of wheat based instant noodles with surimi powder: A

885/66.indd 70 23/8/2566 BE 10:41

review, Curr. J. Appl. Sci. Technol. 39(18): 117–125

[6] Bui, L.T.T. and Small, D.M., 2008, The impact of flours and product storage on the thiamin content of Asian noodles, LWT-Food Sci. Technol. 41(2): 262–269.

[7] Popert, P. and Gawborisut, S., 2015, Quality of egg noodles as affected by tilapia frame meat supplement, Khon Kaen Agr. J. 43(1): 56-61. (in Thai)

[8] Khouryieh, H., Herald, T. and Aramouni, F., 2006, Quality and sensory properties of fresh egg noodles formulated with either total or partial replacement of egg substitutes, J. Food Sci. 71: S433–7.

[9] Petitot, M., Barron, C., Morel, M.H. and Micard, V., 2010, Impact of legume flour addition on pasta structure: consequences on its in vitro starch digestibility, Food Biophys. 5: 284–99.

[10] Khumdate, P., 2003, Development of high dietary fiber canned Hor-mok from surimi by-product, Master Thesis, Prince of Songkla University, Songkla, 141 p. (in thai)

[11] Nawaz, A., Li, E., Khalifa, I., Irshad, S., Walayat, N., Mohammed, H.H.H., Zhang, Z., Ahmed, S. and Simirgiotis, M.J., 2021, Evaluation of fish meat noodles: physical property, dough rheology, chemistry and water distribution properties, Int. J. Food Sci. Technol. 56(2): 1061-1069.

[12] Parvathy, U., Bindu, J. and Joshy, C.G., 2017, Development and optimization of fish fortified instant noodles using response surface methodology, Int. J. Food Sci. Technol. 52(3): 608-616.

[13] Chen, J.S., Fei, M.J., Shi, C.L., Tian, J.C., Sun, C.L., Zhang, H., Ma, Z. and Dong, H.X., 2011, Effect of particle size and addition level of wheat bran on quality of dry white Chinese noodles, J. Cereal Sci. 53: 217–24.

[14] Rodríguez De Marco, E., Steffolani, M.E., Martínez, M. and León, A.E., 2018, The use of Nannochloropsis sp. as a source of omega-3 fatty acids in dry pasta: chemical, technological and sensory evaluation, Int. J. Food Sci. Technol. 53: 499–507.

[15] Raymundo, A., Fradinho, P. and Nunes, M.C., 2014, Effect of psyllium fibre content on the textural and rheological characteristics of biscuit and biscuit dough, Bioact. Carbohydr. Diet. 3(2): 96–105.

[16] Singh, B., 2007, Psyllium as therapeutic and drug delivery agent, Int. J. Pharm. 334(1-2): 1–14.

[17] Semeco, A., 2020, 7 benefits of psyllium. Available Source: https://www.medicalnewstoday.com/articles/318707, April 8, 2022.

[18] Pattaravivat, J., Somboonyarithi, V., Suwansakorn, P. and Kongpun, O., 2002, Surimi instant noodle, Food: 32(2): 131-143. (in thai)

885/66.indd 71 23/8/2566 BE 10:41

[19] AACC., 2000, Approved methods of the AACC, 10th Ed., American Association of Cereal Chemists, St. Paul, 1200 p.

[20] Li, M., Dhital, S. and Wei, Y., 2017, Multilevel structure of wheat starch and its relationship to noodle eating qualities, Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 16: 1042-1055.

[21] Liu, H., Liang, Y., Guo, P., Liu, M., Chen, Z., Qu, Z., He, B., Zhang, X. and Wang, J., 2022, Understanding the influence of curdlan on the quality of frozen cooked noodles during the cooking process, LWT. 161(1): 113382.

[22] Tang, C., Heymann, H. and Hsieh, F., 2000, Alternatives to data averaging of consumer preference data, Food Qual. Prefer. 11: 99-104.

[23] Obadi, M., Zhang, J., Shi, Y. and Xu, B., 2021, Factors affecting frozen cooked noodle quality: A review, Trends Food Sci. Technol. 109: 662-673.

[24] Zhang, L., Zhang, F. and Wang, X., 2016, Changes of protein secondary structures of pollock surimi gels under high-temperature (100 °C and 120 °C) treatment, J. Food Eng. 171: 159–163.

[25] Arise, A.K., Oriade, K.F., Asogwa, N.T. and Nwachukwu, I., 2022, Amino acid profile, physicochemical and sensory properties of noodles produced from wheat-Bambara protein isolate, Measurement: Food. 5: 100020.

[26] Suzuki, T., 1981, Fish and krill protein technology: Processing technology. London: Applied Science Publishers, 260 p.

[27] Sholichah, E., Kumalasari, R., Indrianti, N., Ratnawati, L., Restuti, A. and Munandar, A., 2020, Physicochemical, sensory, and cooking qualities of gluten-free pasta enriched with Indonesian edible red seaweed (Kappaphycus alvarezii), J. Food Nutr. Res. 9: 187–192.

[28] Liu, T., Hamid, N., Kantono, K., Pereira, L., Farouk, M.M. and Knowles, S.O., 2016, Effects of meat addition on pasta structure, nutrition and in vitro digestibility, Food Chem. 213: 108–114.

[29] Fratelli, C., Santos, F.G., Muniz, D.G., Habu, S., Braga, A.R.C. and Capriles, V.D., 2021, Psyllium improves the quality and shelf life of gluten-free bread, Foods. 10(5): 954.

[30] Mudgil, D., Barak, S. and Khatkar, B.S., 2016, Optimization of textural properties of noodles with soluble fiber, dough mixing time and different water levels, J. Cereal Sci. 69: 104-110.

[31] Minister of Public Health, 2000, Notification of the Ministry of Public Health (No. 210) B.E. 2543 Semi-processed Foods, pp. 90-95. (in Thai)

[32] Cheng, Z., Blackford, J., Wang, Q. and Yu, L., 2009, Acid treatment to improve psyllium functionality, J. Funct. Foods. 1: 44–49.

885/66.indd 72 23/8/2566 BE 10:41