

การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิต บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเสริมโปรตีนและใยอาหาร Formulation and Process Development of Instant Noodle Fortified with Protein and Dietary Fiber

กฤติยา เขื่อนเพชร*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

จันทกานต์ แสงเสริมเศรษฐ์, เมธาพร ธรรมรัตน์ และศุทธวีร์ คล้ายแดง

โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รังสิต ตำบลคลองสี่ อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Krittiya Khuenpet*

Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University,
Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

Chanthakan Saengsoetset, Methaporn Thammarat and Suttawee Klaydang

Suankularb Wittayalai Rangsit School, Tambon Khlong Si, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

Received: May 1, 2020; Accepted: May 28, 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเสริมโปรตีนและใยอาหาร การศึกษาการเติมปลาแซลมอน 2 ชนิด ได้แก่ เนื้อปลาแซลมอนอบแห้งและเนื้อปลาแซลมอนในน้ำมัน พบว่าการเติมเนื้อปลาแซลมอนอบแห้ง 5 % ของน้ำหนักแป้งสาลี ทำให้บะหมี่ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสีสูงที่สุด และคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (6.23 ± 1.24) การศึกษาการเติมแก่นตะวันผง (5, 10 และ 15 %) พบว่าการเติมแก่นตะวันผงสูงถึง 10 % บะหมี่ยังคงมีร้อยละการสูญเสีย (% cooking loss) ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) และได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.38 ± 1.19) สภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปสำหรับวิธีการทอด คือ การทอดที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที และสำหรับวิธีการอบแห้งด้วยลมร้อน คือ การอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที การปรับปรุงสีของผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปให้มีสีส้มด้วยน้ำแครอท พบว่าการใช้น้ำแครอทเข้มข้น 40 องศาบริกซ์ ทดแทนน้ำในสูตรและทำแห้งด้วยวิธีการอบด้วยลมร้อน บะหมี่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดในระดับชอบปานกลาง (7.27 ± 0.91) และผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเสริมเนื้อปลาแซลมอนและแก่นตะวันผงมีปริมาณโปรตีนและใยอาหารเท่ากับ 12.7 กรัม/100 กรัม และ 4,335 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ : แก่นตะวัน; แซลมอน; บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป; โปรตีน; ใยอาหาร

Abstract

The objectives of this research were to formulate and develop production of instant noodle fortified with protein and dietary fiber. Two types of salmon samples namely dried salmon flake and salmon flake in oil were added in the noodle formulations. It appeared that the noodle with 5 % dried salmon flake of flour addition got the highest scores in aspect of appearance and color. Also, the overall acceptability score of this treatment was slightly like (6.23 ± 1.24). The addition of Jerusalem artichoke powder 5, 10 and 15 % into the noodle showed that the cooking loss value of noodle sample added 10 % Jerusalem artichoke powder was not significantly different from the control sample that was not added with Jerusalem artichoke powder ($p \geq 0.05$). Likewise, the overall acceptability score was 7.38 ± 1.19 , meaning that the panelists almost like sample very much. The suitable drying conditions for instant noodle with frying method was 160°C for 1 min and 60°C for 2 h 30 min when applying air-drying method. Carrot juice was used for orange tone color adjustment of instant noodle. It was found that the replacement of water in the formula with 40 °Brix concentrated carrot juice into noodle and dried by air-drying method caused the highest of overall acceptability score (7.27 ± 0.91), meaning that the panelists almost like the sample very much. Instant noodles fortified with dried salmon flake and Jerusalem artichoke powder contained protein and dietary fiber 12.7 g / 100 g sample and 4,335 mg/100 g sample, respectively.

Keywords: Jerusalem artichoke; salmon; instant noodle; protein; dietary fiber

1. คำนำ

บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากหาซื้อได้ง่าย ราคาประหยัด และใช้เวลาสั้นในการปรุงสุก จึงเป็นอาหารกึ่งสำเร็จรูปที่สะดวกและรวดเร็ว (Kaewthung, 2014) โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมให้ความหมายของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำให้สุกหรือสุกบางส่วนสามารถนำมาปรุงรับประทานโดยใช้เวลาน้อยกว่า 5 นาที (Thai Industrial Standards Institute, 2005) เส้นบะหมี่ส่วนใหญ่ใช้แป้งสาลีเป็นส่วนผสมหลักหรืออาจผสมกับแป้งชนิดอื่นพร้อมปรุงแต่งกลิ่นรสในอัตราส่วนที่เหมาะสม และนำไปผ่านกระบวนการทำแห้งโดยรักษาคุณภาพและกลิ่นรสเดิมของผลิตภัณฑ์นั้นไว้ (Lertbhuwivat, 2006) ซึ่งกระบวนการทำแห้งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบ่งเป็น 2 วิธี ได้แก่ (1) การทำแห้งด้วยการทอด และ (2) การทำแห้งด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น การอบแห้ง (Thai Industrial Standards Institute, 2005) โดยกระบวนการทำแห้งที่ต่างกันจะส่งผลต่อคุณภาพของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ต่างกัน

อย่างไรก็ตาม การบริโภคบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปจะทำให้ร่างกายผู้บริโภคได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ เนื่องจากบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปส่วนใหญ่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนผสมหลักและมีโปรตีนในปริมาณที่น้อย ดังนั้นปัจจุบันจึงมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์บะหมี่ โดยใช้แหล่งโปรตีนจากสัตว์เพื่อเสริมคุณค่าทางโภชนาการ เช่น เนื้อปลานิล (Popert and Gawborisut, 2015) หรือโปรตีนจากพืช ได้แก่ ถั่วเหลือง (Kunyanee *et al.*, 2012) ถั่วเขียว ถั่วลิสง (Chayapancha, 2000) เป็นต้น

เนื้อปลาแชลมอนเป็นแหล่งโปรตีนที่น่าสนใจเนื่องจากเนื้อปลาแชลมอนมีโปรตีนปริมาณสูงและมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในกลุ่มโอเมก้า-3 ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (Wattananaphiromsakul *et al.*, 2012) แต่การเสริมโปรตีนจากเนื้อปลาแชลมอนในบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งปัจจุบันผู้บริโภคได้ตระหนักถึงความสำคัญของใยอาหารมากขึ้น เนื่องจากช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่าง ๆ ได้แก่ ลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด และลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งลำไส้ เป็นต้น (Noiduang and Kankaew, 2009) Tanjor และคณะ (2012) รายงานว่าแก๊นตะวันเป็นแหล่งของใยอาหารที่ละลายน้ำ เช่น ฟรุคแทน (fructan) และฟรุคโตโอลิโกสาคคาไรด์ (fructo-oligosaccharide) ที่ส่งเสริมสุขภาพและระบบขับถ่ายได้ดี ซึ่งได้นำแก๊นตะวันมาแปรรูปและใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร เช่น คุกกี้ ขนมปัง หรือนำมาผลิตเป็นแคปซูลเสริมอาหาร

การเสริมโปรตีนและใยอาหารในผลิตภัณฑ์บะหมี่อาจส่งผลต่อคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์ Malai และคณะ (2013) และ Charoenkul (2013) รายงานว่าการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของบะหมี่ด้วยแก๊นตะวันและแป้งถั่วเหลืองส่งผลให้ผลิตภัณฑ์บะหมี่มีสีเข้มขึ้น ซึ่งสีเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค จึงต้องมีการปรับปรุงสีโดยใช้สีจากธรรมชาติเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสีสดและลักษณะปรากฏที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปโดยเสริมโปรตีนจากเนื้อปลาแชลมอนและใยอาหารจากแก๊นตะวัน รวมถึงศึกษากระบวนการทำแห้งที่เหมาะสมและพัฒนาสีของผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้

บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่มีคุณค่าทางโภชนาการและมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัตถุดิบ

แก๊นตะวันผงที่เตรียมตามวิธีการของ Khuenpet และคณะ (2017) โดยได้รับจากศูนย์วิจัยเทคโนโลยีการหมัก คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เนื้อปลาแชลมอนในน้ำมัน ตราพีซีทูน่า แป้งอเนกประสงค์ (แป้งสาลี) ตราว่าว ไข่ไก่ตราท็อปส์ เกลือเสริมไอโอดีน ตราปรุททิพย์ เบกกิ้งโซดาตราแมกกาเรต น้ำแครอท ออร์แกนิก 100 % และเนื้อปลาแชลมอนสดจากซูเปอร์มาร์เก็ต จังหวัดปทุมธานี

2.2 การเตรียมเนื้อปลาแชลมอน

งานวิจัยนี้ใช้เนื้อปลาแชลมอน 2 ชนิดเป็นส่วนผสมในบะหมี่ คือ เนื้อปลาแชลมอนอบแห้งและเนื้อปลาแชลมอนในน้ำมันที่บีบเอาน้ำมันออก เนื้อปลาแชลมอนอบแห้งเตรียมโดยนำเนื้อปลาแชลมอนสดมาหั่นให้เป็นชิ้นลูกเต๋ายาวขนาด 1.5 เซนติเมตร แล้วนำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ยีเนื้อปลาแชลมอนที่ผ่านการนึ่งให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำไปอบแห้งด้วยตู้อบแห้งแบบถาด (ยี่ห้อ PML tray dryer รุ่น CD-1 ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เนื้อปลาแชลมอนอบแห้งที่ได้มีความชื้น 13.43 ± 2.62 %wb ส่วนเนื้อปลาแชลมอนในน้ำมันที่บีบเอาน้ำมันออก เตรียมโดยนำเนื้อปลาแชลมอนในน้ำมันมาสะเด็ดน้ำมันออกและบีบเพื่อแยกน้ำมัน โดยเนื้อปลาแชลมอนในน้ำมัน 100 กรัม ได้เนื้อปลาแชลมอนที่บีบน้ำมันออกประมาณ 72-75 กรัม และมีความชื้น 51.33 ± 1.22 %wb

2.3 การเตรียมเส้นบะหมี่สด

นำแป้งสาลีที่ผ่านการร่อน 62 % ผสมกับเกลือ 0.01 % และน้ำ 37 % แล้วนวด

จนกระทั่งเกิดเป็นโดที่เป็นเนื้อเดียวกันและมีผิวเนียน พักโดเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำโดมารีดเป็นแผ่นบางที่มีความหนา 0.1 เซนติเมตร และตัดเป็นเส้นด้วยเครื่องรีดบะหมี่ (ยี่ห้อ Marcota รุ่น 110 mm-DELUXE ประเทศอิตาลี) ได้เป็นเส้นบะหมี่สด

2.4 การคัดเลือกชนิดและปริมาณของเนื้อปลาแชลมอน

การคัดเลือกชนิดและปริมาณของเนื้อปลาแชลมอน ทำโดยนำเนื้อปลาแชลมอนแต่ละชนิดที่ผ่านการเตรียมตามข้อ 2.2 มาเป็นส่วนผสมในสูตรบะหมี่สด โดยเติมเนื้อปลาปริมาณ 5 และ 10 % ของน้ำหนักแป้งสาลี แล้วนำตัวอย่างบะหมี่แชลมอนที่เตรียมได้ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที นำบะหมี่แชลมอนกึ่งสำเร็จรูปไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) และค่าความต้านทานแรงดึง (tensile strength) คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ระยะเวลาต้มสุก (cooking time) ร้อยละผลผลิตต้มสุก (% cooking yield) และร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้ม (% cooking loss) และทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point hedonic scale รายละเอียดการวิเคราะห์แสดงดังหัวข้อที่ 2.9

2.5 การคัดเลือกปริมาณแกล่นตะวันผงที่เหมาะสม

นำบะหมี่แชลมอนจากข้อ 2.4 มาเติมแกล่นตะวันผง 4 ระดับ ได้แก่ 0, 5, 10 และ 15 % ของน้ำหนักแป้งสาลี แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที นำบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปไปวิเคราะห์ค่าสี ค่าความต้านทานแรงดึง ร้อยละผลผลิตต้มสุก ร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้ม และทดสอบทางประสาทสัมผัส

2.6 การหาวิธีและอุณหภูมิในการทำแห้งบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่เหมาะสม

การหาวิธีและอุณหภูมิในการทำแห้งที่เหมาะสม ทำโดยนำบะหมี่เสริมเนื้อปลาแชลมอน

และแกล่นตะวันผงไปทำแห้ง 6 วิธี ได้แก่ การทอดแบบน้ำมันท่วม (deep frying) ที่อุณหภูมิ 140, 150 และ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที และการอบด้วยลมร้อน (hot air drying) ด้วยตู้อบแห้งแบบถาด (ยี่ห้อ PML tray dryer รุ่น CD-1 ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที แล้วนำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าสี [L^* , a^* , b^* , hue (h°) และ chroma (C^*)] ค่าความต้านทานแรงดึง ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ระยะเวลาต้มสุก ร้อยละผลผลิตต้มสุก ร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้ม และทดสอบทางประสาทสัมผัส

2.7 การพัฒนาสีของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

พัฒนาสีของบะหมี่เสริมเนื้อปลาแชลมอนและแกล่นตะวันผงทำโดยใช้น้ำแครอทเข้มข้นทดแทนปริมาณน้ำในสูตรของบะหมี่เสริมเนื้อปลาแชลมอนและแกล่นตะวันผง ซึ่งวิธีการเตรียมน้ำแครอทเข้มข้นทำได้โดยนำน้ำแครอทที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เริ่มต้น 9 °brix มาระเหยน้ำออกด้วยการต้มในหม้อต้มแบบสองชั้น (double jacket) ที่หล่อด้วยน้ำร้อน จนกระทั่งน้ำแครอทมีความเข้มข้น 20, 30 และ 40 °brix จากนั้นนำน้ำแครอทเข้มข้นไปทดแทนปริมาณน้ำในสูตรบะหมี่ทำแห้งบะหมี่ที่เตรียมได้ด้วยวิธีการที่คัดเลือกจากข้อ 2.6 นำบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ผลิตได้ไปวิเคราะห์ค่าสี [L^* , a^* , b^* , hue (h°) และ chroma (C^*)] ค่าความต้านทานแรงดึง ระยะเวลาต้มสุก ร้อยละผลผลิตต้มสุก ร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้ม และทดสอบทางประสาทสัมผัส

2.8 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ โยอาอาหาร และ fatty acid profile ของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

2.8.1 คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล โซเดียม เถ้า และพลังงานทั้งหมด วิเคราะห์ตามวิธี AOAC (2016)

2.8.2 โยอาหาร, fructan และ fructo-oligo saccharide วิเคราะห์ตามวิธี AOAC (2005)

2.8.3 fatty acid profile วิเคราะห์ตามวิธี AOAC (2016)

2.9 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส

2.9.1 วัดค่าสี (L^* , a^* และ b^*) โดยใช้เครื่อง colorimeter (ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น CX2687 ประเทศสหรัฐอเมริกา) ค่าพิกัดสี hue (h°) และ chroma (C^*) (McGuire, 1992) ดังสมการ (1) และ (2)

$$h^\circ = \tan^{-1} [b^*/a^*] \quad (1)$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (2)$$

2.9.2 ค่าความต้านทานแรงดึง ดัดแปลงจากวิธีของ Popert และ Gawborisut (2015) ใช้หัววัด spaghetti tensile rig (A/SPR) ค่า pre-test speed 3.0 mm/s, test speed 3.0 mm/s, post-test speed 5.0 mm/s ด้วยเครื่อง texture analyzer ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA.XT2 ประเทศอังกฤษ

2.9.3 ปริมาณน้ำอิสระ โดยใช้เครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระในอาหาร ยี่ห้อ AQUA LAB รุ่น CX2 ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.9.4 การตรวจสอบคุณภาพของบะหมี่หลังการต้ม (cooking quality) (AACC, 2000)

(1) ระยะเวลาต้มสุก ซึ่งบะหมี่หนัก 5 กรัม ต้มในน้ำเดือด 200 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ที่มีกระจกนาฬิกาปิด จับเวลาที่ใช้ในการต้มที่ทำให้บะหมี่สุก โดยตรวจสอบตัวอย่างทุก 30 วินาที โดยการใช้กระจกสไลด์ 2 แผ่น กดเส้นบะหมี่ สังเกตจุดตรงกลางของเส้นบะหมี่ไม่ให้มีส่วนที่บวมแข็ง

(2) ร้อยละผลผลิตต้มสุกหรือน้ำหนักที่ได้หลังการต้ม ซึ่งบะหมี่หนัก 5 กรัม ต้มในน้ำเดือด 200 มิลลิลิตร โดยใช้เวลาที่เหมาะสมในการต้มบะหมี่ให้สุก ทั้งให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรง 1 นาที ซับน้ำส่วนเกินออก นำบะหมี่ไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณดังสมการที่ (3)

$$\text{ร้อยละผลผลิตต้มสุก} = (\text{น้ำหนักบะหมี่หลังต้มสุก} + \text{น้ำหนักบะหมี่ก่อนต้มสุก}) \times 100 \quad (3)$$

(3) ร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้มหรือร้อยละปริมาณของแข็งที่สูญเสียระหว่างต้ม อบอุ่นน้ำที่เหลือจากการต้มบะหมี่ในข้อ (2) ในตู้อบลมร้อนให้แห้งที่ 105 องศาเซลเซียส เมื่อแห้งแล้ว ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์หลังการอบ และคำนวณดังสมการที่ (4)

$$\text{ร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้ม} = [(\text{น้ำหนักบีกเกอร์หลังอบ} - \text{น้ำหนักบีกเกอร์เปล่า}) \div \text{น้ำหนักบะหมี่}] \times 100 \quad (4)$$

2.9.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-point hedonic scaling จากผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝน 15 คน ประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยการให้คะแนนความชอบ แบ่งเป็น 9 คะแนน ได้แก่ 1 = ไม่ชอบมากอย่างยิ่ง 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉย ๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก และ 9 = ชอบมากอย่างยิ่ง โดยประเมินทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติปลาแชลมอน ความเหนียวนุ่ม และความชอบโดยรวม

2.10 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) สำหรับสมบัติทางกายภาพและเคมี และวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design) สำหรับประเมินทางประสาทสัมผัส โดยทุกขั้นตอนทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's new multiple range test และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p < 0.05$) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ผลการคัดเลือกชนิดและปริมาณของเนื้อปลาแชลมอน

การเติมเนื้อปลาแซลมอนทั้ง 2 ชนิด ส่งผลให้เส้นบะหมี่หลังผ่านการปรุงสุกมีค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง เนื่องจากสีของเนื้อปลาแซลมอนทั้ง 2 ชนิด มีสีส้มและมีสีเข้มกว่าแป้งสาลี เมื่อนำไปเป็นส่วนผสมของบะหมี่ จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น ค่าสีแดง (a^*) ของบะหมี่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของปลาแซลมอนทั้ง 2 ชนิด เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1) เนื่องจากในเนื้อปลาแซลมอนมีรงควัตถุแอสตาแทนซินซึ่งให้สีแดง (Kong *et al.*, 2007) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Maneerote และ Pansawat (2013) ที่พบว่าการเพิ่มปริมาณเนื้อปลาแซลมอนในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ลดลง และค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปสูตรควบคุมและบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่เติมเนื้อปลาแซลมอนทั้ง 4 สูตร มีระยะเวลาต้มสุกไม่ต่างกัน คือ 4 นาที ร้อยละผลผลิตต้มสุก และร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้มของบะหมี่ที่ผสมเนื้อปลาแซลมอนทั้ง 4 สูตร ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม ($p \geq 0.05$) ซึ่งมีค่า 207-240 และ 5.29-8.18 % ตามลำดับ สำหรับค่าความต้านทานแรงดึงของบะหมี่ที่เติมปลาแซลมอนในน้ำมัน 10 % มีค่าสูงที่สุด คือ 14.63 g_{force} ซึ่งต่างจากบะหมี่สูตรอื่น ๆ ที่มีค่าความต้านทานแรงดึง 8.87-9.51 g_{force}

($p < 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากเนื้อปลาแซลมอนในน้ำมันที่มีการบีบน้ำมันออก มีความนุ่มและมีน้ำมันบางส่วนติดอยู่กับเนื้อปลาแซลมอน เมื่อนำมาทอดผสมกับแป้งสาลีและส่วนผสมอื่น ๆ ทำให้ได้โดที่มีความเป็นเนื้อเดียวกันและมีความเหนียว จึงต้องใช้แรงในการทำให้เส้นขาดออกจากกันมากกว่าโดที่เติมเนื้อปลาแซลมอนอบแห้งที่เป็นชิ้นขนาดเล็กและแห้งที่สามารถดูดซับน้ำที่เติมในระหว่างการทอดผสมและแทรกในเนื้อโด ทำให้โดไม่เรียบเนียน โครงสร้าง ของกลูเตนเกิดการฟอร์มตัวได้ไม่ดี (Shiau, 1012) ส่งผลให้โครงสร้างของบะหมี่ไม่แข็งแรง มีความร่วนและขาดง่าย (Tathongsri, 2015) ส่งผลให้ค่าความต้านทานแรงดึงต่ำ

การประเมินทางประสาทสัมผัสของบะหมี่ทั้ง 5 สูตร (รูปที่ 1) พบว่าบะหมี่ที่เติมเนื้อปลาแซลมอนในน้ำมัน 10 % ได้รับความชอบโดยรวมสูงสุดโดยอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.54 ± 1.13) ปริมาณเนื้อปลาแซลมอนในน้ำมันที่เพิ่มขึ้นจาก 5 เป็น 10 % ส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นและรสชาติแซลมอนที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้คะแนนความชอบด้านความเหนียวนุ่มยังสอดคล้องกับค่าความต้านทานแรงดึงที่มีค่ามากกว่าบะหมี่ทุกสูตรอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อ

Table 1 Color (L^* , a^* , b^*), % cooking yield, % cooking loss and tensile strength of noodle fortified with different types of salmon

Samples	L^*	a^*	b^*	Cooking yield (%) ^{ns}	Cooking loss (%) ^{ns}	Tensile strength (g_{force})
Control	64.08±0.39 ^a	0.89±0.24 ^d	21.04±0.53 ^a	233.00±13.64	8.18±3.13	8.90±0.97 ^b
Dried salmon 5 %	59.44±4.67 ^{ab}	1.83±0.33 ^c	18.60±0.08 ^b	222.39±27.27	6.20±0.62	8.87±1.26 ^b
Dried salmon 10 %	56.03±3.81 ^b	3.00±0.10 ^a	17.08±0.29 ^c	207.56±22.34	5.29±0.28	9.48±1.44 ^b
Salmon in oil 5 %	55.58±1.44 ^{bc}	2.45±0.41 ^b	19.11±2.15 ^b	240.62±2.54	7.54±1.86	9.51±2.07 ^b
Salmon in oil 10 %	50.96±6.16 ^c	3.26±0.38 ^a	16.31±1.32 ^c	210.24±42.77	6.77±0.91	14.63±1.88 ^a

^{a-c} Different letters in the same column indicate that values are significantly different ($p < 0.05$); ^{ns} Not significant ($p \geq 0.05$)

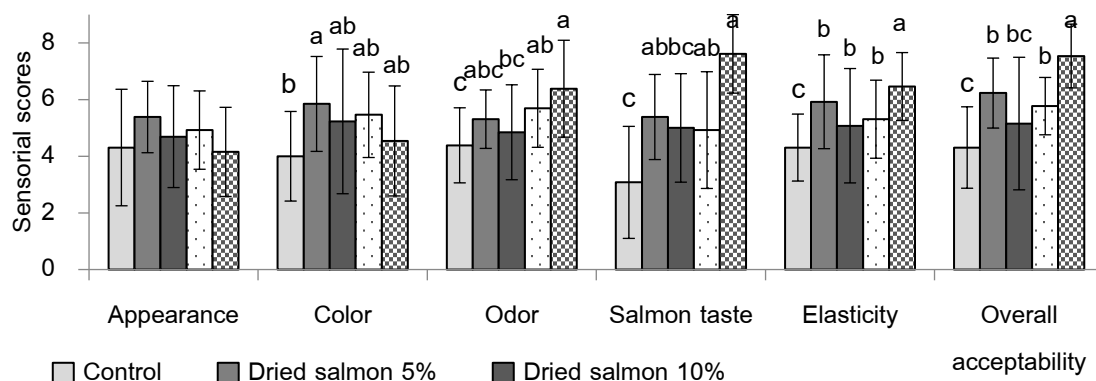


Figure 1 Sensorial scores of noodle fortified with different types of salmon. [1 = dislike extremely, 5 = neither like nor dislike, 9 = like extremely, ^{a-c} Different letters in the same attribute indicate that values are significantly different, ^{ns} Not significant ($p \geq 0.05$)]

พิจารณาบะหมี่สูตรที่ผสมเนื้อปลาแซลมอนอบแห้ง 5 % พบว่าได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสีสูงที่สุด ส่วนคะแนนความชอบด้านรสชาติปลาแซลมอน ความเหนียวนุ่ม และความชอบโดยรวมของบะหมี่สูตรที่ผสมเนื้อปลาแซลมอนอบแห้ง 5 % สูงเป็นลำดับที่ 2 รองลงมาจากบะหมี่สูตรเนื้อปลาแซลมอนในน้ำมัน 10 % โดยได้รับคะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบเล็กน้อย (6.23 ± 1.24) อย่างไรก็ตาม เนื้อปลาแซลมอนในน้ำมันมีข้อจำกัดเรื่องราคาของวัตถุดิบที่สูง และปริมาณของน้ำมันในวัตถุดิบเนื้อปลาแซลมอนแช่น้ำมันที่อาจส่งผลต่อคุณภาพด้านกลิ่นหืนและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เมื่อผลิตเป็นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ดังนั้นบะหมี่สูตรที่เติมปลาแซลมอนอบแห้ง 5 % จึงเป็นสูตรที่ถูกคัดเลือกเพื่อนำไปศึกษาการเติมแก๊สวันผงเพื่อเสริมโยอาหารต่อไป

3.2 ผลการคัดเลือกปริมาณแก๊สวันผงที่เหมาะสม

ตารางที่ 2 แสดงค่าสี ร้อยละผลผลิตต้มสุก ร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้ม และค่าความต้านทานแรงดึงของบะหมี่แซลมอนที่เติมแก๊สวันผงปริมาณต่างๆ จากผลการทดลองพบว่าบะหมี่

แซลมอนสูตรควบคุมและสูตรที่เติมแก๊สวันผง 5% หลังผ่านการปรุงสุกมีค่าความสว่าง (L^*) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่เมื่อปริมาณแก๊สวันผงเพิ่มขึ้นเป็น 10 และ 15 % ส่งผลให้ค่าความสว่างมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Malai และคณะ (2013) และ Singthong (2017) ที่รายงานว่า การผสมแก๊สวันผงในบะหมี่และก๋วยจั๊บส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์ลดลง สำหรับผลิตภัณฑ์วันเส้นการเติมแก๊สวันผงในปริมาณที่เพิ่มขึ้นทำให้วันเส้นมีสีคล้ำลงเนื่องจากเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ polyphenol oxidase ในแก๊สวันผง (Oupathumpanont and Chitravimol, 2016) งานวิจัยนี้บะหมี่แซลมอนกึ่งสำเร็จรูปที่เติมและไม่เติมแก๊สวันผงทั้ง 4 สูตร มีระยะเวลาต้มสุกไม่ต่างกัน คือ 4 นาที บะหมี่แซลมอนที่เติมแก๊สวันผง 5 % มีร้อยละผลผลิตต้มสุกมากกว่าบะหมี่สูตรควบคุมเนื่องจากอิทธิพลที่เป็นองค์ประกอบของแก๊สวันผงมีสมบัติในการอุ้มน้ำ (Charoenphun and Puttha, 2018) จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักมากขึ้น แต่เมื่อเพิ่มระดับของแก๊สวันผงถึง 15 % จะส่งผลให้

Table 2 Color (L*, a*, b*), % cooking yield, % cooking loss and tensile strength of salmon noodle fortified with Jerusalem artichoke (JA) powder

Samples	L*	a*	b*	Cooking yield (%)	Cooking loss (%)	Tensile strength (g _{force}) ^{ns}
Control	58.04±2.18 ^a	1.17±0.06 ^d	16.83±0.65 ^a	235.48±1.56 ^b	5.39±0.18 ^b	9.900±1.358
JA 5 %	58.19±0.42 ^{ab}	2.31±0.07 ^c	19.76±0.17 ^b	242.16±3.17 ^a	5.67±0.10 ^b	10.318±2.329
JA 10 %	50.39±0.21 ^b	2.63±0.25 ^a	21.64±0.19 ^c	235.75±1.96 ^b	5.34±0.01 ^b	8.828±0.430
JA 15 %	48.98±1.19 ^{bc}	2.43±0.57 ^b	21.39±0.60 ^b	228.01±0.08 ^c	6.30±0.22 ^a	9.222±1.654

^{a-d} Different letters in the same column indicate that values are significantly different ($p < 0.05$); ^{ns} Not significant ($p \geq 0.05$)

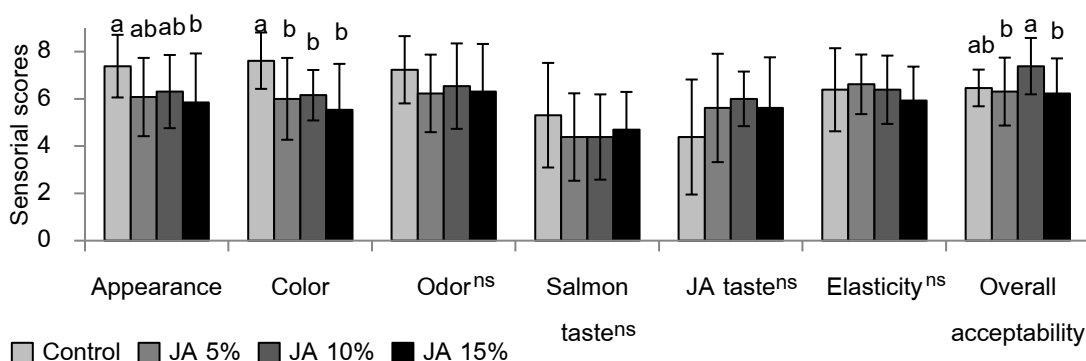


Figure 2 Sensorial scores of salmon noodle fortified with Jerusalem artichoke powder. [1 = dislike extremely, 5 = neither like nor dislike, 9 = like extremely, ^{a-b} Different letters in the same attribute indicate that values are significantly different, ^{ns} Not significant ($p \geq 0.05$), JA: Jerusalem Artichoke]

ร้อยละผลผลิตต้มสุกของบะหมี่ลดลงและมีค่าร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้มมากกว่าสูตรอื่นและสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) Singthong (2017) รายงานว่าเส้นก๋วยจั๊บน้ำร้อนที่มีอัตราส่วนของแฉกวันผงปริมาณมากกว่า 10 % ทำให้ร้อยละผลผลิตต้มสุกลดลงและมีค่าร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากแฉกวันผงไม่มีส่วนประกอบของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน แต่มีองค์ประกอบของใยอาหาร คือ อินูลิน เป็นส่วนประกอบหลักที่สามารถละลายน้ำได้ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้มีค่าร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้มเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณา

ค่าความต้านทานแรงดึงของบะหมี่แชลมอนที่เติมแฉกวันผงไม่มีความแตกต่างกับสูตรควบคุม ($p \geq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการเติมแฉกวันผงถึง 15 % ไม่ส่งผลต่อความแข็งแรงของเส้นบะหมี่สอดคล้องกับรายงานของ Oupathumpanont และ Chitravimol (2016) ที่พบว่าสามารถเติมแฉกวันผงในวันเส้นได้สูงถึง 40 % โดยไม่ส่งผลต่อความยืดหยุ่นของวันเส้น

การเติมแฉกวันผงส่งผลให้บะหมี่แชลมอนกึ่งสำเร็จรูปหลังการปรุงสุกได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสีลดลงอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับค่าความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณของแก่นตะวันผง (รูปที่ 2) โดยคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติของแชลมอน รสชาติของแก่นตะวัน และความยืดหยุ่นของบะหมี่แชลมอนที่เติมแก่นตะวันผง 5-15 % ไม่แตกต่างกับบะหมี่แชลมอนสูตรควบคุม ($p \geq 0.05$) ถึงแม้ว่าแก่นตะวันผงจะมีกลิ่นรสเฉพาะ เมื่อนำมาเป็นส่วนผสมในบะหมี่แชลมอนพบว่าบะหมี่แชลมอนที่เติมแก่นตะวันผง 10 % ได้รับความชอบโดยรวมสูงที่สุดอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.38 ± 1.19) ดังนั้นจึงเลือกบะหมี่แชลมอนที่เติมแก่นตะวันผง 10 % ไปศึกษาการพัฒนาสูตรต่อไป

3.3 ผลการหาวิธีและอุณหภูมิในการทำแห้งบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่เหมาะสม

ตารางที่ 3 แสดงค่าสี [L^* , a^* , b^* , hue (h°) และ chroma (C^*)] ของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเสริมเนื้อปลาแชลมอนและแก่นตะวันหลังการทำแห้งและนำไปต้มสุก ผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ผ่านกระบวนการทำแห้งด้วยวิธีการอบแห้ง (50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส 2.5 ชั่วโมง) และทอด (140, 150 และ 160 องศาเซลเซียส 1 นาที) ทั้ง 6 วิธี มีค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) เป็น 34.53-39.23, 5.52-8.52 และ 18.26-24.23 ตามลำดับ โดยลักษณะปรากฏของบะหมี่หลังผ่านกระบวนการทำแห้งแสดงดังรูปในตารางที่ 3 บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปทั้ง 6 สูตร ใช้ระยะเวลาในการปรุงสุก คือ 4 นาที ไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) หลังจากปรุงสุกพบว่าค่าความสว่าง (L^*) ของบะหมี่คั้นรูปที่ผ่านการทอดและการอบแห้งจะมีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการทอดและการอบแห้งเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดที่เกิดขึ้นเมื่อน้ำตาลทำปฏิกิริยากับกรด อะมิโนหรือโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของบะหมี่เมื่อได้รับความร้อน (Tamanna and Mahmood, 2015) ดังนั้นเมื่อ

อุณหภูมิในการทำแห้งสูงขึ้นจึงส่งเสริมให้เกิดปฏิกิริยามากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Krokida และคณะ (2001) และ Parnsakhorn และคณะ (2018) ที่พบว่าการใช้อุณหภูมิสูงในการทอดและการอบแห้งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยรมีค่าความสว่าง (L^*) น้อยกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำสำหรับค่า hue (h°) ของผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมีค่า 67.53-73.98 องศา และเมื่อผ่านการต้มสุกค่า hue (h°) จะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 73.88-79.22 องศา แสดงให้เห็นว่าบะหมี่ทั้งก่อนและหลังต้มสุกมีสีอยู่ในโทนสีส้มถึงเหลือง นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการทำแห้งมีสีที่ไม่สม่ำเสมอ อาจเนื่องมาจากพื้นผิวของบะหมี่ไม่เรียบเนียนและไม่สม่ำเสมอส่งผลให้ความร้อนกระจายตัวได้อย่างไม่ทั่วถึง จึงทำให้บางจุดมีสีที่เข้มหรืออ่อนกว่า

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปหลังการทำแห้ง ผลการทดลองพบว่าวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วม (deep frying) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมีปริมาณน้ำอิสระ 0.445-0.506 โดยวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมจะทำให้ น้ำที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ระเหยเป็นไอน้ำเนื่องจากความร้อนของน้ำมัน (Sammaport and Sompooewech, 2016) ขณะที่วิธีการอบแห้งบะหมี่จะมีปริมาณน้ำอิสระสูงกว่าวิธีการทอดซึ่งอยู่ในช่วง 0.579-0.749 อย่างไรก็ตาม เมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำอิสระจะมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) Parnsakhorn และคณะ (2018) รายงานว่าการใช้อุณหภูมิสูงจะมีอัตราการอบแห้งของเส้นก๋วยเตี๋ยวสูงกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Kunwisawa (2007) ที่รายงานว่าการอบแห้งกล้วยแผ่นที่อุณหภูมิสูงจะมีอัตราการถ่ายเทความร้อนได้มากกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำ การศึกษานี้พบว่าการทำแห้งบะหมี่ด้วยวิธีการทอดในน้ำมันท่วม ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.6 ซึ่งจัดเป็นผลิตภัณฑ์กลุ่มอาหาร

Table 3 Color (L^* , a^* , b^*), hue (h°) and chroma of dried and cooked noodle made by different drying methods

samples	Dried noodle			Fried noodle		
	50 °C	60 °C	70 °C	140 °C	150 °C	160 °C
						
L^*	39.23±0.39 ^a	34.53±3.32 ^c	36.03±0.13 ^{bc}	36.29±0.06 ^{bc}	35.09±0.17 ^c	38.33±0.34 ^{ab}
a^*	6.27±0.25 ^{cd}	6.48±1.03 ^c	7.58±0.34 ^b	8.52±0.05 ^a	7.55±0.09 ^b	5.52±0.15 ^d
b^*	20.22±0.60 ^b	18.87±3.50 ^b	19.70±0.98 ^b	24.23±0.10 ^a	18.26±0.16 ^b	19.25±0.35 ^b
Hue (h°)	72.77±0.20 ^b	70.98±0.49 ^c	68.95±0.18 ^d	70.76±0.27 ^c	67.53±0.40 ^e	73.98±0.68 ^a
Chroma	21.17±0.30 ^b	19.95±3.64 ^b	21.10±1.03 ^b	25.68±0.10 ^a	19.75±0.11 ^b	20.02±0.30 ^b
After cooking by boiling 4 min						
L^*	43.06±0.99 ^b	41.07±2.07 ^c	39.39±1.38 ^c	47.43±0.02 ^a	43.58±0.01 ^b	40.55±0.18 ^c
a^*	4.90±0.14 ^b	4.87±0.55 ^b	5.06±0.36 ^b	4.53±0.01 ^b	6.80±0.03 ^a	7.23±2.59 ^a
b^*	21.29±0.66 ^b	20.19±0.55 ^b	19.98±0.83 ^b	23.79±0.05 ^a	25.78±0.06 ^a	24.29±3.69 ^a
Hue (h°)	77.05±0.06 ^b	76.44±0.31 ^b	75.79±0.44 ^{ab}	79.22±0.03 ^a	75.23±0.11 ^{ab}	73.88±3.38 ^b
Chroma	21.85±0.68 ^{bc}	20.61±0.54 ^c	20.61±0.88 ^c	24.22±0.05 ^{ab}	26.66±0.05 ^a	25.37±4.25 ^b

^{a-e} Different letters in the same row indicate that values are significantly different ($p < 0.05$); ^{ns} Not significant ($p \geq 0.05$)

Table 4 Water activity, % cooking yield, % cooking loss and tensile strength of dried noodle fortified with salmon and Jerusalem artichoke (JA) powder by different drying methods

Samples	a_w	Cooking yield (%) ^{ns}	Cooking loss (%)	Tensile strength (g_{force})
Dried noodle 50 °C	0.749±0.036 ^a	210.59±8.22	5.60±0.18 ^b	10.22±1.33 ^b
Dried noodle 60 °C	0.622±0.029 ^b	198.05±27.65	4.42±1.63 ^b	11.03±2.60 ^{ab}
Dried noodle 70 °C	0.579±0.071 ^b	233.42±13.59	6.65±0.37 ^b	13.23±2.07 ^a
Fried noodle 140 °C	0.445±0.032 ^c	209.05±13.36	9.07±0.01 ^a	9.42±2.75 ^b
Fried noodle 150 °C	0.506±0.025 ^c	215.94±24.23	9.82±1.15 ^a	10.47±2.65 ^{ab}
Fried noodle 160 °C	0.443±0.057 ^c	203.72±0.23	10.83±0.89 ^a	8.51±0.93 ^b

^{a-c} Different letters in the same column indicate that values are significantly different ($p < 0.05$); ^{ns} Not significant ($p \geq 0.05$)

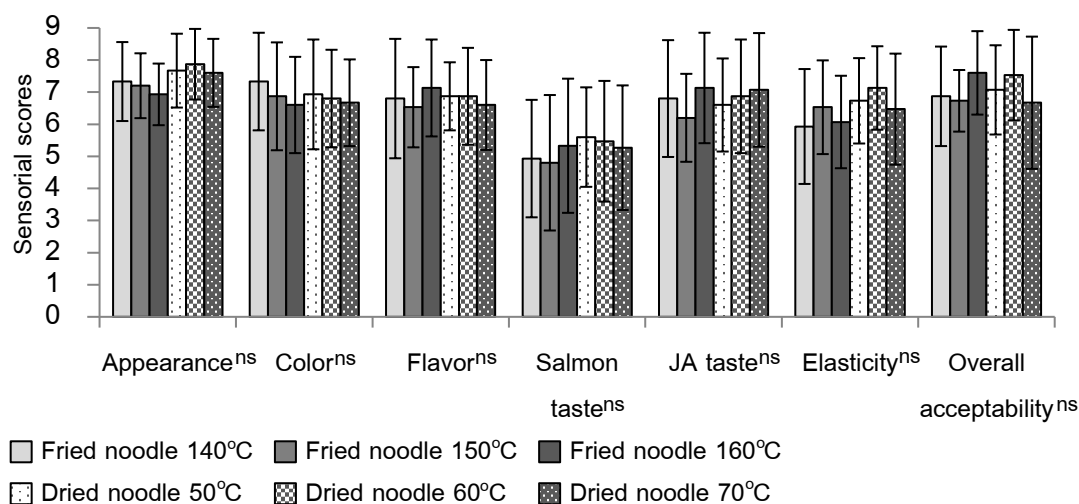


Figure 3 Sensorial scores of dried noodle fortified with salmon and Jerusalem artichoke (JA) powder by different drying methods. [1 = dislike extremely, 5 = neither like nor dislike, 9 = like extremely, ^{ns} Not significant ($p \geq 0.05$)]

แห้งซึ่งสามารถช่วยยืดอายุการรักษาสภาพของผลิตภัณฑ์ (Parnsakhorn *et al.* (2018) ร้อยละผลผลิตต้มสุกของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ผ่านการทำให้แห้งทั้ง 6 สภาวะ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ส่วนค่าร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้มของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ทำแห้งด้วยวิธีการทอดมีค่า 9.07-10.83 % ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้มของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่ทำแห้งด้วยวิธีการอบแห้ง 4.42-6.65 % อย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ทั้งนี้อาจเกี่ยวกับการระเหยนํ้าระหว่างกระบวนการทำให้แห้ง ซึ่งการทอดเป็นกระบวนการทำให้แห้งที่รวดเร็วกว่าการอบแห้ง (Ekthamasut, 2005) โดยค่าร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้มจะสอดคล้องกับค่า a_w ในตารางที่ 4 เห็นได้ว่าบะหมี่ที่ผ่านการทอดจะมีค่า a_w น้อยกว่าของบะหมี่ที่ผ่านการอบแห้งเนื่องจากในกระบวนการทอด สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจะเพิ่มสูงขึ้นถึง 800-1000 watt/m²K เกิดจากนํ้ามันที่มีความร้อนสูงทำให้นํ้าเกิดการเดือดและเคลื่อนที่ออกจากอาหารอย่างรวดเร็ว (พิสุทธิ์, 2557) และค่าความต้านทานแรงดึงของ

บะหมี่ที่ผ่านการทำให้แห้งทั้ง 6 สภาวะ มีค่า 8.51-13.23 g_{force}

หลังการปรุงสุกบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปทั้ง 6 ตัวอย่าง และนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 3 พบว่าคะแนนความชอบในทุกด้านของบะหมี่ทุกสูตรไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) เมื่อพิจารณาตามวิธีในการทำให้แห้ง บะหมี่คึนรูปที่ผ่านการทอดที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด คือ บะหมี่คึนรูปสูตรทอดที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส โดยได้รับคะแนนความชอบในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (7.60 ± 1.30) ส่วนวิธีการอบแห้ง บะหมี่คึนรูปที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ได้รับคะแนนด้านลักษณะปรากฏ ความเหนียวนุ่ม และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (7.53 ± 1.41) ดังนั้นจึงคัดเลือกบะหมี่ที่ผ่านการทอดที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส และบะหมี่ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ไปศึกษาการปรับปรุงสีของผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปให้มีสีส้มเพื่อสื่อถึงสีของนํ้า

ปลาแซลมอน

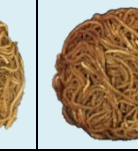
3.4 ผลการศึกษาการปรับปรุงสีของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

ตารางที่ 5 แสดงรูปภาพ ค่าสี (L^* , a^* , b^*) hue (h°) และ chroma ของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปผสมกับน้ำแครอทที่ความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ (20, 30 และ 40 °brix) ที่ผ่านการอบแห้งและการทอด ผลการทดลองพบว่าการเติมน้ำแครอทที่ความเข้มข้นเดียวกัน บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปผสมน้ำแครอทที่ผ่านการอบแห้งจะมีความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มากกว่าบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปผสมน้ำแครอทที่ผ่านการทอดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เนื่องจากกระบวนการอบแห้งใช้อุณหภูมิ 60 °C ซึ่งการใช้อุณหภูมิต่ำสามารถช่วยรักษาสีของผลิตภัณฑ์ได้ (Laorko, 2004) นอกจากนี้ใน

ผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมีส่วนผสมของเนื้อปลาแซลมอน ส่งผลให้สามารถเกิดสีน้ำตาล ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลกับโปรตีนของปลาแซลมอน รวมไปถึงการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนกับไขมันเมื่อได้รับความร้อน (Kong *et al.*, 2007) ดังนั้นการใช้อุณหภูมิที่สูงในการทอด (160 °C) จึงช่วยส่งเสริมให้เกิดสีน้ำตาลได้มากขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าน้อยกว่าการอบเนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอดมีสีเข้มกว่า

ค่า hue (h°) ของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำแครอท โดยค่า hue (h°) จะเป็นค่าที่แสดงเจดสีที่แท้จริงของวัตถุ ช่วง 0-45 องศาแสดงว่าวัตถุมีสีม่วงแดงถึงสีแดง ช่วง 45-90 องศาแสดงว่าวัตถุมีสีส้มถึงเหลือง

Table 5 Color (L^* , a^* , b^*), hue (h°) and chroma of noodle samples dyed with carrot juice

samples	Dried noodle			Fried noodle		
	50 °C	60 °C	70 °C	140 °C	150 °C	160 °C
						
L^*	39.23±0.39 ^a	34.53±3.32 ^c	36.03±0.13 ^{bc}	36.29±0.06 ^{bc}	35.09±0.17 ^c	38.33±0.34 ^{ab}
a^*	6.27±0.25 ^{cd}	6.48±1.03 ^c	7.58±0.34 ^b	8.52±0.05 ^a	7.55±0.09 ^b	5.52±0.15 ^d
b^*	20.22±0.60 ^b	18.87±3.50 ^b	19.70±0.98 ^b	24.23±0.10 ^a	18.26±0.16 ^b	19.25±0.35 ^b
Hue (h°)	72.77±0.20 ^b	70.98±0.49 ^c	68.95±0.18 ^d	70.76±0.27 ^c	67.53±0.40 ^e	73.98±0.68 ^a
Chroma	21.17±0.30 ^b	19.95±3.64 ^b	21.10±1.03 ^b	25.68±0.10 ^a	19.75±0.11 ^b	20.02±0.30 ^b
After cooking by boiling 4 min						
L^*	43.06±0.99 ^b	41.07±2.07 ^c	39.39±1.38 ^c	47.43±0.02 ^a	43.58±0.01 ^b	40.55±0.18 ^c
a^*	4.90±0.14 ^b	4.87±0.55 ^b	5.06±0.36 ^b	4.53±0.01 ^b	6.80±0.03 ^a	7.23±2.59 ^a
b^*	21.29±0.66 ^b	20.19±0.55 ^b	19.98±0.83 ^b	23.79±0.05 ^a	25.78±0.06 ^a	24.29±3.69 ^a
Hue (h°)	77.05±0.06 ^b	76.44±0.31 ^b	75.79±0.44 ^{ab}	79.22±0.03 ^a	75.23±0.11 ^{ab}	73.88±3.38 ^b
Chroma	21.85±0.68 ^{bc}	20.61±0.54 ^c	20.61±.88 ^c	24.22±0.05 ^{ab}	26.66±0.05 ^a	25.37±4.25 ^b

^{a-d} Different letters in the same row indicate that values are significantly different ($p < 0.05$)

Table 6 % Cooking yield, % cooking loss and tensile strength of noodle samples dyed with carrot juice

Samples	Cooking yield (%) ^{ns}	Cooking loss (%)	Tensile strength (g.force) ^{ns}
Dried noodle dyed with carrot juice 20 °brix	229.40±13.07	7.56±0.47 ^e	12.89±4.41
Dried noodle dyed with carrot juice 30 °brix	205.12±6.67	10.98±0.27 ^c	11.19±3.28
Dried noodle dyed with carrot juice 40 °brix	214.19±17.83	13.97±0.60 ^b	8.66±0.11
Fried noodle dyed with carrot juice 20 °brix	209.55±10.71	8.97±0.04 ^{de}	9.32±0.93
Fried noodle dyed with carrot juice 30 °brix	209.16±10.13	10.53±1.51 ^{cd}	9.42±0.00
Fried noodle dyed with carrot juice 40 °brix	218.82±11.28	17.72±0.82 ^a	7.35±0.72

^{a-e} Different letters in the same column indicate that values are significantly different ($p < 0.05$); ^{ns} Not significant ($p \geq 0.05$)

(Donald, 1992) ผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อความเข้มข้นของน้ำแครอทเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์บะหมี่จะมีเจดสีไปทางสีส้มแดง นอกจากนี้การเพิ่มความเข้มข้นของน้ำแครอทจะส่งผลให้ค่า chroma มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นตามความเข้มข้นของน้ำแครอท บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปทั้ง 6 สูตร ใช้ระยะเวลาในการปรุงสุก คือ 2 นาที เมื่อบะหมี่ผ่านกระบวนการต้มสุกจะมีค่า hue (h°) และ chroma ของผลิตภัณฑ์ 61.95-70.66 องศา และ 8.25-13.47 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่หลัง จากผ่านการปรุงสุกแล้วจะมีสีอยู่ในโทนส้มเหลือง และมีสีที่เข้มขึ้น

ตารางที่ 6 แสดงค่าร้อยละผลผลิตต้มสุก ค่าร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้ม และค่าความต้านทานแรงดึง ผลการทดลองพบว่าความเข้มข้นของน้ำแครอทไม่ส่งผลต่อค่าร้อยละผลผลิตต้มสุก แต่ค่าร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของน้ำแครอทเพิ่มขึ้น เนื่องจากในน้ำแครอทมีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ 6.6-7.7 % (Sharma *et al.*, 2011) ดังนั้นน้ำแครอทที่ผ่านการระเหยน้ำจนกระทั่งมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจะมีสัดส่วนของของคาร์โบไฮเดรตที่สามารถละลายน้ำเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากสัดส่วนของ

น้ำตาลลง เมื่อนำมาต้มสุกจึงมีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ละลายออกมากับน้ำที่ใช้ต้มบะหมี่ส่งผลให้ค่าร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้มเพิ่มขึ้น และอาจเนื่องจากเมื่อน้ำแครอทมีความเข้มข้นเพิ่มจะขึ้นส่งผลให้มีน้ำในระบบน้อยลง ทำให้โครงสร้างของบะหมี่ไม่แข็งแรงและขาดง่าย (Kunyanee, 2013) เนื่องจากปริมาณน้ำในระบบมีน้อยเกินไปจะส่งผลให้กลูเตนเกิดการฟอร์มตัวน้อย หากในเส้นบะหมี่มีปริมาณกลูเตนไม่เพียงพอจะส่งผลให้เส้นบะหมี่มีความยืดหยุ่นน้อย ขาดง่าย และมีความคงทนต่อการต้มสุกต่ำ ทำให้การขาดออกจากกันและมีอัตราการสูญเสียสูง (Mu *et al.*, 2017) สอดคล้องกับค่าความต้านทานแรงดึงที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของน้ำแครอทเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าเส้นบะหมี่ขาดออกจากกันได้ง่าย อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการใช้น้ำแครอทความเข้มข้นสูงถึง 40 °brix จะทำให้เส้นบะหมี่ขาดง่าย แต่การใช้น้ำแครอทที่ความเข้มข้นนี้ช่วยปรับปรุงลักษณะปรากฏและสีของผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิม สอดคล้องกับคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของบะหมี่ผสมน้ำแครอทที่ผ่านการอบแห้งที่ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี และความชอบโดยรวมสูงที่สุด (รูปที่ 4)

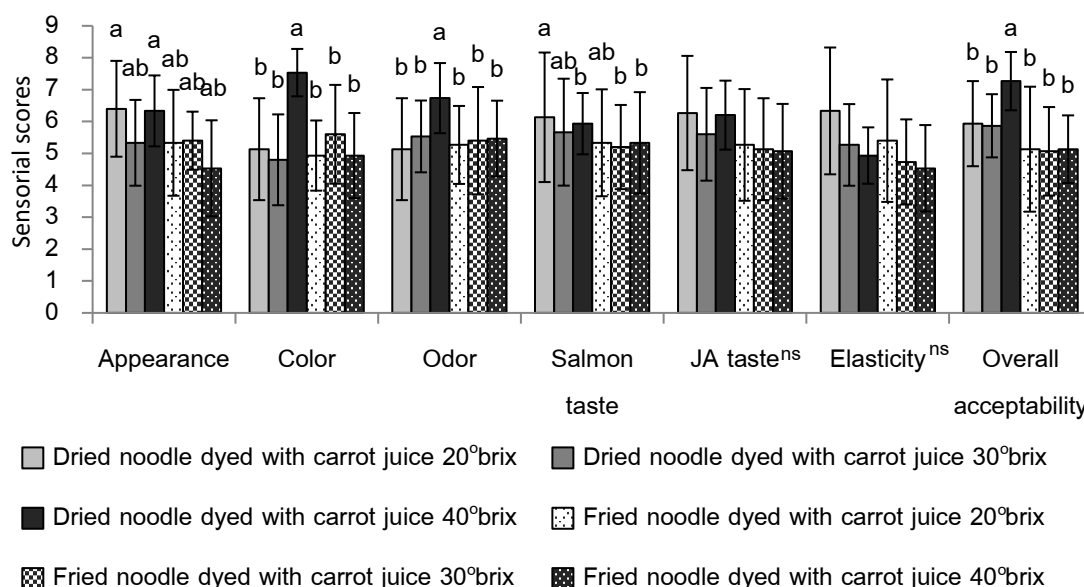


Figure 4 Sensorial scores of noodle samples dyed with carrot juice. [1 = dislike extremely, 5 = neither like nor dislike, 9 = like extremely, ^{a-b} Different letters in the same attribute indicate that values are significantly different, ^{ns} Not significant ($p \geq 0.05$)]

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ (รูปที่ 4) พบว่า บะหมี่อบแห้งที่ผสมน้ำแครอทเข้มข้น 40 °brix ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดในด้านสี กลิ่น ความเหนียวนุ่มรสชาติ และความชอบโดยรวม ซึ่งได้รับคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.27 ± 0.91) ส่วนบะหมี่ที่ผสมน้ำแครอทเข้มข้นและทำแห้งด้วยวิธีการทอดได้รับคะแนนต่ำที่สุดในทุก ๆ ด้านเนื่องจากเมื่อนำบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปไปต้มสุกจะเกิดไขมันลอยอยู่ด้านบนเป็นจำนวนมาก อาจส่งผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ดังนั้นจึงคัดเลือกบะหมี่ผสมน้ำแครอทเข้มข้น 40 °brix และทำแห้งด้วยวิธีการอบแห้งที่ไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการต่อไป

3.5 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ โยอาอาหาร และ fatty acid profile ของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเสริมโปรตีนและโยอาอาหาร

ตารางที่ 7 และ 8 แสดงคุณค่าทางโภชนา

การและกรดไขมันของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเสริมโปรตีนและโยอาอาหาร ผลการทดลองพบว่า การเติมเนื้อปลาแซลมอนและแกนตะวันผงส่งผลให้บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปจากการวิจัยนี้ (ที่มีส่วนผสมของแป้งสาลี 58.5 %) มีปริมาณโปรตีน 12.7 กรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าปริมาณโปรตีนในบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปที่จำหน่ายในประเทศไทย (ที่มีส่วนผสมของแป้งสาลี 55-60 %) ที่มีโปรตีน 9.5 g/100 g และบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปตามท้องตลาดต่างประเทศที่มีปริมาณโปรตีน 9-11 g/100 g (Cuptapun *et al.*, 1997) โดยปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้นของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมาจากโปรตีนในเนื้อปลาแซลมอนและแกนตะวันผงที่เติมลงไป ปริมาณไขมันของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเสริมโปรตีนและโยอาอาหารมี 3.7 % เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Thai Industrial Standards Institute, 2005) ซึ่งกำหนดให้บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปต้องมีปริมาณไขมันไม่เกินร้อยละ 20 นอกจากนี้การเติมแกนตะวันผงส่งผลให้

ผลิตภัณฑ์บะหมี่มีปริมาณ fructans และ fructo-oligosaccharide 4,335 และ 745 mg/100g ตามลำดับ และการเติมเนื้ปลาแซลมอนในผลิตภัณฑ์บะหมี่จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีโอเมก้า-3, 6 และ 9

เป็น 120, 830 และ 820 mg/100 g (ตารางที่ 8) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเติมแก่นตะวันผงและเนื้ปลาแซลมอนสามารถนำมาเป็นส่วนผสมในเส้นบะหมี่เพื่อปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการได้

Table 7 Nutritional values of instant noodle fortified with protein and fiber (100 g)

Nutritional values	Content
Fat (g)	3.70±0.03
Protein (g)	12.70±0.10
Carbohydrate (g)	68.60±0.16
Total sugar (g)	10.60±0.04
Sodium (mg)	603.00±0.01
Ash (g)	2.90±0.13
Total energy (kcal)	358.00±0.49
Fructans (inulin + fructo-oligosaccharides) (mg)	4,335.00±35.3
Fructo-oligosaccharides (FOS) (mg)	745.00±35.36
- kestose (GF ₂) (mg)	320.00±14.14
- nystose (GF ₃) (mg)	220.00±14.14
- fructosylnystose (GF ₄) (mg)	210.00±0.00

Table 8 Fatty acid profile of instant noodle fortified with protein and fiber (100 g)

Fatty acids	(mg)	Fatty acids	(mg)
Caproic acid (C6:0)	0	Arachidic acid (C20:0)	0
Caprylic acid (C8:0)	0	Eicosaenoic acid (C20:1)	0
Carpic acid (C10:0)	0	Eicosadienoic acid (C20:2)	0
Lauric acid (C12:0)	0	Eicosatrienoic acid (C20:3, n-6)	0
Myristic acid (C14:0)	30.00±0.00	Eicosatrienoic acid (C20:3, n-3)	0
Myristoleic acid (C14:1)	0	Arachidonic acid (C20:4, n-6)	0
Palmitic acid (C16:0)	490.00±0.00	Eicosapentaenoic acid (C20:5, n-3)	35.00±7.07
Palmitoleic acid (C16:1)	40.00±0.00	Behenic acid (C22:0)	0
Stearic acid (C18:0)	80.00±0.00	Erucic acid (C22:1)	0
Oleic acid (C18:1, Omega-9)	820.00±0.00	Docosadienoic acid (C22:2, n-6)	0
Linoleic acid (C18:2, omega-6)	830.00±14.14	Docosaheptaenoic acid (C22:6, n-3)	55.00±7.07
γ-Linoleic acid (C18:3, Omega-6)	15.00±7.07	Lognoceric acid	25.00±7.07
Linolenic acid (C18:3, ALA, Omega-3)	120.00±0.00	Nervonic acid	0

4. สรุป

การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตบะหมี่สำเร็จรูปเสริมโปรตีนและใยอาหาร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมของบะหมี่เสริมเนื้อปลาแซลมอนอบแห้ง 5 % มากที่สุด โดยอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย การเติมแก่นตะวันผง 10 % มีค่าร้อยละผลผลิตต้มสุกและร้อยละการสูญเสียเมื่อหุงต้มไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) และได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง สภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที และใช้น้ำแครอทเข้มข้น 40 % brix จะทำให้ผลิตภัณฑ์บะหมี่อยู่ในโทสนีสัม และได้รับคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.27 ± 0.91) การเติมเนื้อปลาแซลมอนและแก่นตะวันผงสามารถช่วยปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์บะหมี่สำเร็จรูปในด้านโปรตีน ใยอาหาร และกรดไขมัน อย่างไรก็ตาม ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป คือ การใช้ไฮโดรคอลลอยด์เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของบะหมี่สำเร็จรูปให้มีความเหนียวนุ่มมากขึ้น

5. References

- AACC, 2000, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemist, Minnesota.
- AOAC, 2005, Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists International, 18th Ed., Gathersburg, MD.
- AOAC, 2016, Official Methods of Analysis of AOAC International, 20th Ed., Gathersburg, MD.
- Laorko, A., 2004, Effect of calcium chloride and invert sugar on the quality of osmotically dehydrated papaya *Carica papaya* L., Master Thesis, Chulalongkorn University, Bangkok. (in Thai)
- Charoenkul, A., 2013, Effect of wheat flour substituted with tapioca starch and soy flour on qualities of noodle, Univ. Thai Chamber Commerce J. 33(1): 119-130. (in Thai)
- Charoenphun, N. and Puttha, R. 2018, Effects of methods on delay browning of ready-to-eat- fresh pre-cut Jerusalem artichoke, J. Sci. Technol. 28(3): 467-49
- Chayapancha, P., 2000, Supplementation of Dried Noodle with Legume Flours, Master Thesis, Chulalongkorn University, Bangkok. (in Thai)
- Cuptapun, Y., Jittanoonta, P., Hengsawadi, D. and Mesomya, W., 1997, Nutritional evaluation of instant noodles sold in the market by using rats, pp. 567- 575, Proceedings of the 35th Kasetsart University Annual Conference: Plant, Agricultural Extension and Communication and Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Donald H.V., 1992, Relating colorimeter measurement of plant color to the royal horticultural society colour chart, Hort. Sci. 27: 1256-1260.
- Ekthamasut, K., 2005, Properties of Tomato Seed Meal and Its Application, Research Report, University of the Thai Chamber of Commerce, Bangkok, 92 p. (in Thai)
- Kaewthung, K., 2014, Factors related to instant noodles consumption behavior of secondary school student in Bantuk

- subdistrict, Srisatchanalai district, Sukhothai province, J. Nurs. Publ. Health Edu. 14(3): 32-41. (in Thai)
- Khuenpet, K., Fukuoka, M., Jittanita, W. and Sirisansaneeyakul, S., 2017, Spray drying of inulin component extracted from Jerusalem artichoke tuber powder using conventional and ohmic-ultrasonic heating for extraction process, J. Food Eng. 194: 67-78.
- Kong, F., Tang, J., Rasco, B., and Crapo, C., 2007, Kinetics of salmon quality changes during thermal processing, J. Food Eng. 83: 510-520.
- Krokida, M.K., Oreopoulou, V and Maroulis, Z.B, 2000, Water loss and oil uptakes as a function of frying time, J. Food Sci. Technol. 44: 39-46.
- Kunwisawa, J., 2007, Effect of drying methods on volatile compounds and physical qualities on banana slice, KMUTT Res. Develop. J. 30(4): 611-621. (in Thai)
- Kunyanee, K., 2013, Quality Improvement of Fried Noodle from Rice Flour with Soy Protein Isolate, Transglutaminase, Guar Gum and Rice Dough Steaming, Master Thesis, Burapha University, Chonburi, 155 p. (in Thai)
- Kunyanee, K., Limroongreungrat, K. and Suksomboon, A., 2012, Effect of soy protein isolate and water requirement on the qualities of fried noodle from rice flour, Agric. Sci. J. 43(2): 229-232. (in Thai)
- Lertbhuwiwat, A., 2006, Consumer Behavior of Instant Noodle in Students of Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Research Report, Kasetsart University, Nakhon Pathom, 78 p. (in Thai)
- Malai, D., Chaichawalit, C., Janphen, S. and Mailaead, S., 2013, Development of fresh noodles by substitution of Jerusalem artichoke powder, Agric. Sci. J. 44(2): 269-272. (in Thai)
- Maneerote, J. and Pansawat, N. 2013, Study on the Physical Properties and Optimum Condition to Produce Salmon Crackers, Kasetsart University Research and Development Institute, Bangkok. (in Thai)
- McGuire, R.G., 1992, Report of objective color measurements, Hort. Sci. 27: 1254-1255.
- Mu, T., Sun, H., Zhang, M. and Wang, C., 2017, Sweet Potato Processing Technology, Academic Press, Cambridge, 249 p.
- Noiduang, P. and Kankaew, S., 2009, Fiber-supplemented french fried cassava, J. Food Technol. Siam Univ. 4(1): 42-49. (in Thai)
- Oupathumpanont, O. and Chitravimol, U., 2016, Physical, chemical and sensory properties of glass noodle supplemented with Jerusalem artichoke flour, Int. J. Home Econ. 9: 118-126.
- Parnsakhorn, S., Lungapin, J., Chaiyaphol, A. and Sookpasan, A., 2018, Effect of drying on physicochemical properties of noodles made from parboiled Hom-Nin brown rice flour with mixed rice flour, Khon Kaen Agric. J. 46(1): 117-128. (in Thai)
- Popert, P. and Gawborisut, S., 2015, Quality of

- egg noodles as affected by tilapia frame meat supplement, Khon Kaen Agric. J. 43(1): 56-61. (in Thai)
- Sammaport, N. and Sompoo-wech, P. 2016, Development of Fried Chips from Bamboo Shoot, Research Report, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, 102p. (in Thai)
- Sharma, K.D., Karki, S., Thakur, N.S. and Attri, S., 2011, Chemical composition, functional properties and processing of carrot-a review, J. Food Sci. Technol. 49: 22-32.
- Singthong, J., 2017, Instant Ubon Noodle as Functional Food from Sunchoke Flour, Research Report, Ubon ratchathani University, Ubon Ratchathani, 67 p. (in Thai)
- Tamanna, N. and Mahmood, N., 2015, Food processing and maillard reaction products: Effect on human health and nutrition, Int. J. Food Sci., 6 p.
- Tanjor, S., Judprasong, K., Chaito, C. and Jogloy, S., 2012, Inulin and fructooligo sacharides in different varieties of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.), KKU Res. J. 17(11): 25-34. (in Thai)
- Tatthong, S., 2015, Chinese noodle supplement with fiber from coconut flour, Food 45(3): 21-27. (in Thai)
- Thai Industrial Standards Institute, 2005, Instant Noodle, Ministry of Industry, Bangkok. (in Thai)
- Wattthanaphiromsakul, M., Boonbumrung, S., Pansawat, N. and Mookdasanit, J., 2012, Ready-to-Drink Fish Essence Soup Production, Research Report, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Shiau, S., Wu, T. and Liu, Y., 2012, Effect of amount and article of wheat fiber on textural and rheological properties of raw, dried and cooked noodle, J. Food Qual. 35: 207-216.