การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบด้วยการเติมปลาส้ม

นภาพร ดีสนาม[1*] และ พีระภา เครือลุน[2]

[1 2] สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 200 หมู่ 17 ตำบลพิชัย จังหวัดลำปาง 52000

รับบทความ 28 ตุลาคม 2561 ตอบรับบทความ 10 ธันวาคม 2561 เผยแพร่ออนไลน์ 15 มิถุนายน 2563
© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์ปลาส้มเป็นอาหารพื้นบ้านของไทยมักประสบปัญหาการแข่งขันทางการตลาดสูง จึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นปลาส้มเป็นอาหารขบเคี้ยวที่ได้รับความนิยมสูงในปัจจุบัน จึงได้ศึกษาการเติมเครื่องเทศผงหมาล่าที่เหมาะสมร้อยละ 0.25 0.5 0.75 และ 1 ของน้ำหนักเนื้อปลา ศึกษาการเติมปริมาณปลาส้มที่เหมาะสมร้อยละ 5 และ 10 ของน้ำหนักเนื้อปลา นำสูตรที่เหมาะสมมาศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ 100 และ 120 องศาเซลเซียส ร่วมกับระยะเวลา 30 40 และ 50 นาที ตรวจคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วยการวัดค่าสี L* a* และ b* หาปริมาณความชื้นหลังอบแห้งและหลังอบให้สุก หาอัตราการพองตัว หาค่า aw และทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9 จุด จากการศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสม พบว่า การเติมผงหมาล่าร้อยละ 1 และปลาส้มร้อยละ 5 มีผลต่อค่าสีแดง (a*) อัตราการพองตัวมากที่สุด ($p \leq 0.05$) การอบที่อุณหภูมิ 120 °C และระยะเวลา 30 นาที ได้รับคะแนนความชอบรวมและลำดับความชอบรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ: ปลาส้ม อาหารขบเคี้ยว ผงหมาล่า ปลาอบกรอบ

Email: mamnapadee@rmutl.ac.th, 05 4342 547-8

Development of Fish Crispy Snack Bar Product with Supplementation of Fermented Fish (Hypophthalmichthys molitric)

Napaporn Deesanam[1*] and Peerapa Kruealun[2]

[1 2] Department of Agro-industry Faculty of Science and Agricultural Technology,
Rajamangala University of Technology Lanna,
200 Moo 17 Tumbol Phichai Muang Lampang Province 52000 Thailand

Receive: 28 October 2018 Accepted: 10 December 2018 Published online: 15 June 2020
© 2020 Rajamangala University of Technology Lanna. All right reserved.

Abstract

Thai traditional fermented fish products were faced with a competitive market. The concept of this study was using fermented fish to develop a snack food which is increasing popularity at the present. The concentrations of Chinese spicy powder (Mala) at the concentrations of 0.25, 0.5, 0.75 and 1% based on fish weight and addition of fermented fish at the concentrations of 5 and 10 % were performed to obtain the optimum formulation. The baking processing was carried out at temperatures and times of 100 and 120°C and 30, 40 and 50 min, respectively. The product was determined for color values of L*, a* and b*, moisture contents (before and after baking), expansion ratio, Aw, and sensory evaluation by 9-point hedonic scales. The optimum formula was Mala 1%, and fermented fish 5% resulting in the highest values of redness color (a*) and expansion ratio ($p \leq 0.05$). Baking temperature at 120°C for 30 min produced the product showing the highest acceptance of sensory evaluation ($p \leq 0.05$).

Keywords: fermented fish, snack foods, barbecue spicy Chinese style powder, fish crispy

1. บทนำ

ปลาส้มเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักพื้นบ้านของไทยที่ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย ปลาส้มจังหวัดพะเยาเป็นผลิตภัณฑ์ที่นักท่องเที่ยวมักจะซื้อกลับไปเป็นของฝาก หจก.ปลาส้มแม่ทองปอนไร้ก้างเป็นหนึ่งในผู้ประกอบการที่มีชื่อเสียงมาก ปลาส้มส่วนใหญ่มีการจำหน่ายในพื้นที่หรือจังหวัดใกล้เคียง ปัจจุบันประสบปัญหาด้านการจัดจำหน่าย โดยมีผู้ผลิตปลาส้มคู่แข่งหลายเจ้า การจำหน่ายผลิตภัณฑ์ปลาส้มไม่มีความหลากหลาย การจำหน่ายในสถานที่ห่างไกลในระยะเวลานานมักจะประสบปัญหาต้นทุนในการถนอมรักษาผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากผลิตภัณฑ์ปลาส้มมีอายุการเก็บรักษาในช่วงระยะเวลาสั้น ผู้ประกอบการจึงต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เช่น อาหารอบกรอบ เพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคและเพิ่มช่องทางการจำหน่าย สามารถแข่งขันกับผู้ประกอบรายอื่นได้ ซึ่งอาหารอบกรอบและอาหารขบเคี้ยว (snack food) จัดอยู่ในเทรนด์ของผลิตภัณฑ์อาหารในปี ค.ศ. 2018 (Food story, 2018) และได้รับความนิยมสูงในปัจจุบัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบให้เป็นที่น่าสนใจเพิ่มขึ้นสำหรับผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน

2.วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสูตรส่วนผสมและกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นกรอบที่เหมาะสมต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ ทางประสาทสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

3. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ปลาส้มเป็นอาหารหมักพื้นบ้านที่ได้รับความนิยมสูงจากผู้บริโภคทั่วทุกภาค ปลาส้มนิยมทำจากปลาน้ำจืดที่หาได้ง่ายตามท้องถิ่นนั้นๆ เช่น ปลายี่สก ปลาตะเพียน ปลานวลจันทร์ ปลานิล ปลาช่อน ปลาจีน เป็นต้น ส่วนปลาทะเลไม่นิยมนำมาทำปลาส้มเนื่องจากมีกลิ่นคาว การทำปลาส้มโดยการนำปลาสดทั้งตัวหรือเฉพาะเนื้อปลามาหมักส่วนผสมหลักได้แก่ เกลือ กระเทียม ขิง พริก และส่วนผสมอื่น เช่น ข้าวคั่ว ข้าวเหนียวสุก และน้ำตาล การหมักปลาส้มโดยทั่วไปมักทำให้เกิดการหมักแบบธรรมชาติโดยอาศัยจุลินทรีย์กลุ่มแลคติกที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบและอุปกรณ์เครื่องที่ใช้ในการผลิตในสภาพที่มีอากาศเพียงเล็กน้อย สภาพการหมักช่วยให้กลุ่มแบคทีเรียที่สร้างกรดเปลี่ยนสารประกอบคาร์โบไฮเดรทไปเป็นกรดแลคติกเป็นส่วนใหญ่ที่ทำให้ปลาส้มมีรสเปรี้ยวและมีค่า pH ช่วง 4.5-5.0 ในช่วงระยะเวลา 5-7 วัน ซึ่งกรดแลคติกและสารประกอบอินทรีย์ที่แบคทีเรียสร้างขึ้นจากกระบวนการหมักช่วยถนอมรักษาอาหาร และช่วยพัฒนาสี กลิ่นรส และรสชาติให้ดีขึ้นเป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภค กระบวนการหมักในช่วงระยะเวลาที่ต่างกันมีผลต่อการสร้างกรดแลคติกและการยอมรับของผู้บริโภค

ขนมขบเคี้ยวหรือของขบเคี้ยว มักพบในวัฒนธรรมตะวันตกและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ขนมขบเคี้ยวเป็นอาหารว่างที่รับประทานยามว่างเพื่อระงับความหิวระหว่างมื้อ และให้พลังงานเพียงเล็กน้อย อาจรวมถึงอาหารที่ใช้บริโภคระหว่างมื้อเพื่อความสนุกสนานในการลิ้มรสชาติ ปลาเส้นเป็นอาหารขบเคี้ยวประเภทหนึ่งที่ให้โปรตีนสูง โดยผลิตภัณฑ์อาหารขนมขบเคี้ยวประเภทพองกรอบจัดได้ว่ามีมากและนิยมกันมากที่สุด ซึ่งมีความหลากหลายรูปแบบ ทั้งแบบแผ่น แบบแท่ง รสหวาน รสเค็ม แม้กระทั่งแบบสอดไส้ (จิตรลัดดา, 2560) ในปี 2560 อาหารขบเคี้ยวประเภทปลาเส้นมีมูลค่าทางการตลาดมากถึง 2,500 ล้านบาท (กันยารักษ์, 2561)

การจำหน่ายปลาส้มของผู้ประกอบการในแต่ละครั้งอาจจำหน่ายไม่หมดหากเกิดการหมักนานจะมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภค เช่น มีกลิ่นรสเปรี้ยวมากเกินไป มีการแยกน้ำออกมาก เนื้อไม่แน่น ซึ่งมีผลทำให้ยอดจำหน่ายลดลง รวมถึงปัญหาการมีคู่แข่งมากขึ้นในท้องตลาด ผู้ประกอบการได้จำหน่ายผลิตภัณฑ์ปลาส้มเพียงชนิดเดียวไม่มีความหลากหลาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบให้มีรสชาติถูกใจผู้บริโภคในปัจจุบันโดยศึกษาการเติมผงหมาล่าที่เหมาะสม

และศึกษาการเติมปลาส้มที่เหมาะสมเพื่อคงความเป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ปลาส้มเดิมและเป็นการนำเศษของเนื้อปลาส้มที่อาจเหลือจากกระบวนการผลิตมาใช้ประโยชน์ได้อีกทาง โดยพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภค เพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคและพัฒนาธุรกิจให้ขยายตลาดได้มากขึ้น

4.วิธีการวิจัย

1. เตรียมวัตถุดิบและส่วนผสมดังนี้ เนื้อปลาจีน (ปลาส้มไร้ก้างแม่ทองปอน จ.พะเยา) แป้งมัน น้ำตาลทราย ซีอิ๊วขาว เกลือ พริกไทย ร้อยละ 80 11.8 4.6 1.8 1.1 และ 0.7 ตามลำดับ (สุธี, 2547) โดยมีกระบวนการผลิตดังนี้

แผนภูมิการทำปลาเส้นอบกรอบ

แช่เนื้อปลาจีนในน้ำเกลือร้อยละ 4 นาน 30 นาที
ล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 2-3 ครั้ง และพักไว้
↓
บดด้วยเครื่องปั่นให้ละเอียด
↓
เติม แป้งมัน น้ำตาลทรายขาว ซีอิ๊วขาว เกลือ และพริกไทย
↓
ผสมเข้ากับเนื้อปลาที่บดละเอียดแล้วนวดให้เข้ากัน
↓
นำเนื้อปลาที่ผสมแล้วใส่ในถุงพลาสติกชนิดร้อน
(Polypropylene) ขนาด 16×26 นิ้ว
และรีดให้เป็นแผ่นบางเท่าๆ กัน (2-3 มม.)
↓
ตัดขอบถุงอีกสองด้านนำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ
50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที
↓
ลอกแผ่นพลาสติกด้านบนออกและอบที่อุณหภูมิ
120 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
พลิกอีกด้านหนึ่งแล้วลอกแผ่นพลาสติกออก
และอบต่ออีก 30 นาที
↓
นำออกมาพักไว้ให้เย็นและตัดเป็นเส้น
ขนาด 0.5-1 เซนติเมตร
↓
นำไปอบให้สุกด้วยไมโครเวฟที่อุณหภูมิ 360 W
นาน 5±1 นาที

ที่มา: (สุธี, 2547)

2. ศึกษาการเติมผงหมาล่าที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบ โดยการผลิตปลาเส้นดังแผนภูมิวิธีการทำปลาเส้น และเติมผงหมาล่าร้อยละ 0 0.25 0.5 0.75 และ 1 ตามลำดับ ในขั้นตอนการเติมส่วนผสมเครื่องปรุง ทำ 3 ซ้ำการทดลองและวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ดังนี้

2.1 วัดค่าสี L* a* b* โดย L* หมายถึง ค่าความสว่าง (100 หมายถึง สีขาวสว่างมาก 0 หมายถึง สีดำ) ค่า a* หมายถึง ค่าสีแดง-เขียว (ค่า a* เป็นบวก หมายถึง สีแดง ค่า a* ติดลบ หมายถึง สีเขียว) และค่า b* หมายถึง สีเหลือง-น้ำเงิน (ค่า b* เป็นบวก หมายถึง สีเหลือง ค่า b* ติดลบ หมายถึง สีน้ำเงิน) ด้วยเครื่องวัดค่าสี Colorimeter ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น Color Quest XB วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD)

2.2 ทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นด้านลักษณะปรากฏ สีของปลาเส้น กลิ่นของปลาเส้น เนื้อสัมผัส รสหวาน รสเค็ม รสเผ็ด ความชอบรวม ด้วยวิธีการ 9-Point Hedonic Scale (คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด 9 หมายถึงชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมระดับห้องปฏิบัติการจำนวน 60 คน วางแผนแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD)

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's

New Multiple Range Test (DMRT)

3. ศึกษาการเติมปลาส้มที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ปลาเส้น

โดยนำสูตรที่เหมาะสมจากการศึกษาในข้อ 2. มาผลิตปลาเส้นดังแผนภูมิวิธีการทำปลาเส้น และเติมปลาส้ม (ปลาส้มไร้ก้างแม่ทองปอน) ร้อยละ 0 5 และ 10 ตามลำดับในขั้นตอนการบดเนื้อปลาให้ละเอียด ทำ 3 ซ้ำการทดลองและวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ดังนี้

3.1 วัดค่าสี L* a* b* ดังข้อ 2.1

3.2 ทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสโดยการให้ลำดับคะแนนความชอบ (Ranking Test) (5 หมายถึง ชอบมากที่สุด 3 หมายถึง ชอบพอดี และ 1 หมายถึงชอบน้อยที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบชิมระดับห้องปฏิบัติการจำนวน 50 คน ทดสอบความแตกต่างของลำดับความชอบด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi-Square) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

4. ศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบปลาเส้นที่เหมาะสม โดยนำสูตรที่เหมาะสมจากการศึกษาในข้อ. 3 มาผลิตปลาเส้นดังแผนภูมิและอบที่อุณหภูมิ 100 และ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 40 และ 50 นาที วางแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial in CRD ทำ 3 ซ้ำการทดลองและวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ ได้แก่ วัดค่าสี L* a* b* วัดค่ากิจกรรมของน้ำ (aw) ความชื้นหลังอบแห้ง ความชื้นหลังอบให้พองตัว หาอัตราการพองตัว (Simsrisakul, 1991) ทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการ 9-Point Hedonic Scale ดังข้อ 2.2 และทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสโดยการให้ลำดับคะแนนความชอบ (Ranking Test) ดังข้อ 3.2

5. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

โดยนำผลิตภัณฑ์ปลาเส้นสูตรที่ได้รับการพัฒนาแล้วมาทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-Point Hedonic Scale จากผู้บริโภคทั่วไปในเขต อ. เมืองจ. ลำปาง จำนวน 100 คน โดยการทดสอบแบบ Central Location Test (CLT)

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลของการเติมผงหมาล่าในผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบ พบว่า การเติมผงหมาล่าร้อยละ 0.25 และ 1 มีค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ไม่เติมผงหมาล่าหรือตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การเติมผงหมาล่าร้อยละ 0.5 0.75 และ 1 มีค่าความสว่างมากที่สุดโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ทุกตัวอย่างที่เติมผงหมาล่ามีค่าสีแดง (a*) มากกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) การเติมผงหมาล่าร้อยละ 0.25 และ 1 มีผลต่อค่าสีแดงมากที่สุดโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่าสีเหลือง (b*) ทุกตัวอย่างที่เติมผงหมาล่ามีค่าสีเหลืองน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ดังตารางที่ 1

JITR Journal of Innovative

ตารางที่ 1 ผลของการเติมผงหมาล่าปริมาณต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบ

ผงหมาล่า (ร้อยละ)	ค่าสี		
	L*	a*	b*
0	57.67^{ab}±2.2	2.34^{c}±0.5	14.51^{a}±1.6
0.25	58.66^{a}±3.2	5.52^{b}±1.2	11.89^{b}±3.7
0.5	54.65^{bc}±3.8	7.69^{a}±1.2	10.86^{b}±2.6
0.75	53.30^{c}±2.7	5.93^{b}±1.3	10.06^{b}±2.5
1	55.99^{abc}±3.7	6.92^{a}±0.6	11.43^{b}±1.2

หมายเหตุ:

$^{a, b, c..}$ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ผลของการเติมผงหมาล่าต่อคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส

ผงหมาล่า (ร้อยละ)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0	6.8^{c}±0.6	6.7^{c}±0.7	6.6^{b}±0.6	6.7^{ns}±0.7	6.7^{c}±0.8
0.25	6.8^{bc}±0.5	6.8^{bc}±0.6	6.7^{ab}±0.8	6.8±0.7	6.8^{bc}±0.7
0.5	7.1^{a}±0.5	7.1^{ab}±0.6	6.7^{ab}±0.8	6.9±0.8	6.8^{abc}±0.7
0.75	7.0^{ab}±0.5	7.2^{a}±0.7	6.9^{a}±0.6	6.8±0.7	7.1^{a}±0.9
1	6.9^{abc}±1.7	7.0^{abc}±0.8	6.9^{a}±0.9	6.8±0.8	7.0^{ab}±0.9

หมายเหตุ:

$^{a, b, c..}$ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายภาพและลำดับความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นกรอบที่เติมเนื้อปลาส้ม

เนื้อปลาส้ม (ร้อยละ)	อัตราการพองตัว (g/cm^3)	ลำดับความชอบรวม	ค่าสี		
			L*	a*	b*
0	0.95^{c}±0.00	3.7^{b}±0.5	65.66^{b}±2.9	6.81^{ab}±2.4	20.41^{ns}±6.1
5	1.00^{a}±0.00	4.0^{a}±0.6	68.21^{b}±2.0	7.95^{a}±2.0	24.31±2.7
10	0.99^{b}±0.00	4.1^{a}±0.6	72.17^{a}±3.7	5.67^{b}±0.7	22.79±1.6

หมายเหตุ:

$^{a, b, c..}$ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4 ผลของการอบด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกันต่อลักษณะทางเคมีกายภาพ

สิ่งทดลอง	ค่าสี			ความชื้นหลังอบแห้ง (ร้อยละ)	ความชื้นหลังอบให้พองตัว (ร้อยละ)	aw	อัตราการพองตัว (g/cm^3)
	L*	a*	b*				
อุณหภูมิ (°C)							
100	60.22^{a}±2.77	9.87^{a}±0.93	19.07^{a}±1.52	16.19^{ns}±2.06	6.25^{ns} ±0.55	0.68^{ns}±0.00	1.08^{ns}±0.94
120	58.52^{b}±1.93	9.36^{b}±1.13	18.41^{b}±1.44	18.40±4.53	3.45±8.59	0.68±0.02	0.97±0.01
ระยะเวลา (นาที)							
30	61.35^{a}±2.32	10.00^{a}±0.75	19.37^{a}±0.98	17.20^{ns}±6.33	5.99^{ns}±0.80	0.67^{ns}±0.03	0.98^{ns}±0.01
40	58.48^{b}±1.88	9.28^{b}±1.66	18.23^{b}±1.66	17.89±0.95	3.00±10.70	0.68±0.00	0.96±0.01
50	58.30^{b}±2.13	9.58^{b}±1.44	18.63^{b}±1.59	16.79±0.80	5.56±0.14	0.69±0.01	1.13±1.16
อุณหภูมิ (°C) x ระยะเวลา (นาที)							
100 x 30	63.18^{a}±1.35	9.83^{b}±0.59	19.50^{ns}±0.81	13.83^{c}±0.35	6.70^{a}±0.24	0.68^{a}±0.00	0.98^{ns}±0.02
100 x 40	59.41^{bc}±1.65	9.28^{c}±0.69	18.63±2.02	18.71^{ab}±0.36	6.45^{a}±0.35	0.67^{ab}±0.00	0.98±0.00
100 x 50	58.08^{de}±2.14	10.52^{a}±1.03	19.10±1.39	16.03^{bc}±0.09	5.58^{bc}±0.14	0.68^{a}±0.01	1.27±1.64
120 x 30	59.50^{b}±1.48	10.17^{ab}±0.86	19.25±1.13	20.57^{a}±7.80	5.29^{c}±0.41	0.66^{b}±0.04	0.97±0.00
120 x 40	57.54^{e}±1.64	9.27^{c}±0.79	17.84±1.09	17.07^{abc}±0.52	5.66^{b}±0.09	0.69^{a}±0.00	0.95±0.00
120 x 50	58.52^{cd}±2.13	8.64^{d}±1.16	18.16±1.67	17.56^{abc}±0.15	5.53^{bc}±0.14	0.70^{a}±0.00	0.98±0.00

หมายเหตุ: $^{a, b, c..}$ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 5 ผลของการอบด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกันต่อคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส

สิ่งทดลอง	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม	ลำดับความชอบรวม
อุณหภูมิ (°C) x ระยะเวลา (นาที)						
100 x 30	7.1^{ns}±0.6	7.0^{bc}±0.6	6.9^{ns}±0.7	6.9^{ab}±0. 5	7.1^{ab}±0.6	3.7^{b}±0.6
100 x 40	7.0±0.4	7.0^{bc}±0.5	6.9±0.7	7.0^{ab}±0.7	7.1^{ab}±0.6	3.9^{ab}±0.7
100 x 50	7.0±0.5	6.9^{c}±0.5	6.7±0.7	6.9^{b}±0.7	7.0^{b}±0.7	3.7^{b}±0.7
120 x 30	7.1±0.7	7.2^{ab}±0.7	6.8±0.5	7.2^{a}±0.7	7.1^{ab}±0.7	4.1^{a}±0.7
120 x 40	7.1±0.7	7.1^{abc}±0.7	6.9±0.6	7.1^{ab}±0.7	7.2^{ab}±0.7	3.6^{b}±0.7
120 x 50	7.2±0.6	7.3^{a}±0.6	6.9±0.7	7.1^{ab}±0.8	7.3^{a}±0.7	3.9^{ab}±0.8

หมายเหตุ: $^{a, b, c..}$ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 2 ทุกตัวอย่างมีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การเติมผงหมาล่าร้อยละ 0.25 และ 1 ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสีไม่แตกต่างกันกับตัวอย่างควบคุม ($p>0.05$) การเติมผงหมาล่าร้อยละ 0.25 และ 0.5 ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสและความชอบรวมไม่แตกต่างกันกับตัวอย่างควบคุม ($p>0.05$) การเติมผงหมาล่าร้อยละ 0.5 0.75 และ 1 มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความชอบรวมมากที่สุด และไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) การเติมผงหมาล่าในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อความชอบทางประสาทสัมผัสเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่าสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น และค่าสีเหลือง (b*) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม

จะเห็นว่าการเติมผงหมาล่าร้อยละ 1 มีผลทำให้ปลาเส้นอบกรอบมีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส และความชอบรวมมากที่สุด ($p\leq0.05$) จึงเลือกสูตรที่เติมผงหมาล่าร้อยละ 1 นำไปพัฒนาสูตรในขั้นตอนการทดลองต่อไป

5.2 ผลการเติมปลาส้มในผลิตภัณฑ์ปลาส้มอบกรอบ พบว่า การเติมปริมาณปลาส้มมีผลต่ออัตราการพองตัวในทุกตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) การเติมปลาส้มร้อยละ 5 และ 10 มีคะแนนลำดับความชอบมากที่สุด ($p\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม การเติมปลาส้มร้อยละ 10 มีค่าความสว่างมากที่สุด ($p\leq0.05$) ในขณะที่มีค่าสีแดง (a*) น้อยกว่าการเติมปลาส้มร้อยละ 5 และตัวอย่างควบคุม ($p\leq0.05$) การเติมปลาส้มร้อยละ 5 มีผลต่อค่าสีแดง (a*) ไม่แตกต่างกันกับตัวอย่างควบคุม ($p>0.05$) ส่วนค่าสีเหลือง (b*) ทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)ดังตารางที่ 3

จากการทดลองจะเห็นว่าการเติมปลาส้มร้อยละ 5 ในการผลิตปลาเส้นอบกรอบมีผลต่ออัตราการพองตัว ค่าสีแดง (a*) และลำดับความชอบรวมมากที่สุด ($p\leq0.05$) จึงเลือกสูตรที่เติมปลาส้มร้อยละ 5 นำไปพัฒนาสูตรในขั้นตอนการทดลองต่อไป

5.3 ผลของการอบปลาเส้นด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกัน จากตารางที่ 4 สิ่งทดลองหลักอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบมีผลต่อค่าสี L* a* b* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นหลังอบแห้ง ปริมาณความชื้นหลังอบให้พองตัว ค่า aw และอัตราการพองตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$) อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ 100 ºC มีผลต่อค่าสี L* a* b* มากที่สุด ($p\leq0.05$) ระยะเวลาที่ใช้ในการอบ 30 นาที มีผลต่อค่าสี L* a* b* มากที่สุด ($p\leq0.05$)

สิ่งทดลองร่วมอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบอุณหภูมิ 100 ºC ระยะเวลา 30 นาที มีผลต่อค่าความสว่าง L* มากที่สุด ($p\leq0.05$) รองลงมาคือค่าความสว่างของตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 120 ºC ระยะเวลา 30 นาที สำหรับตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 100 ºC ระยะเวลา 50 นาที และอุณหภูมิ 120 ºC ระยะเวลา 30 นาที มีค่าสีแดงมากที่สุด ($p\leq0.05$) ตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 100 ºC ระยะเวลา 30 นาที อุณหภูมิ 100 ºC ระยะเวลา 50 นาที อุณหภูมิ 120 ºC ระยะเวลา 40 นาที และอุณหภูมิ 120 ºC ระยะเวลา 50 นาที มีผลต่อปริมาณความชื้นหลังอบแห้งน้อยที่สุด ($p\leq0.05$) ตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 100 ºC ระยะเวลา 50 นาที อุณหภูมิ 120 ºC ระยะเวลา 30 นาที และอุณหภูมิ 120 ºC ระยะเวลา 50 นาที มีผลต่อปริมาณความชื้นหลังอบให้พองตัวน้อยที่สุด ($p\leq0.05$) ตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 120 ºC ระยะเวลา 30 นาที มีค่า aw น้อยที่สุด ($p\leq0.05$) ทุกตัวอย่างไม่มีผลต่ออัตราการพองตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 4

ตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏและกลิ่นรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 120 ºC ทุกตัวอย่างได้รับคะแนนความชอบในด้านสีมากที่สุด ($p\leq0.05$) ตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 120 ºC ระยะเวลา 30 นาที ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมากกว่าตัวอย่างที่อบด้วยร่วมอุณหภูมิ 100 ºC ระยะเวลา 50 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ทุกตัวอย่างได้รับคะแนน

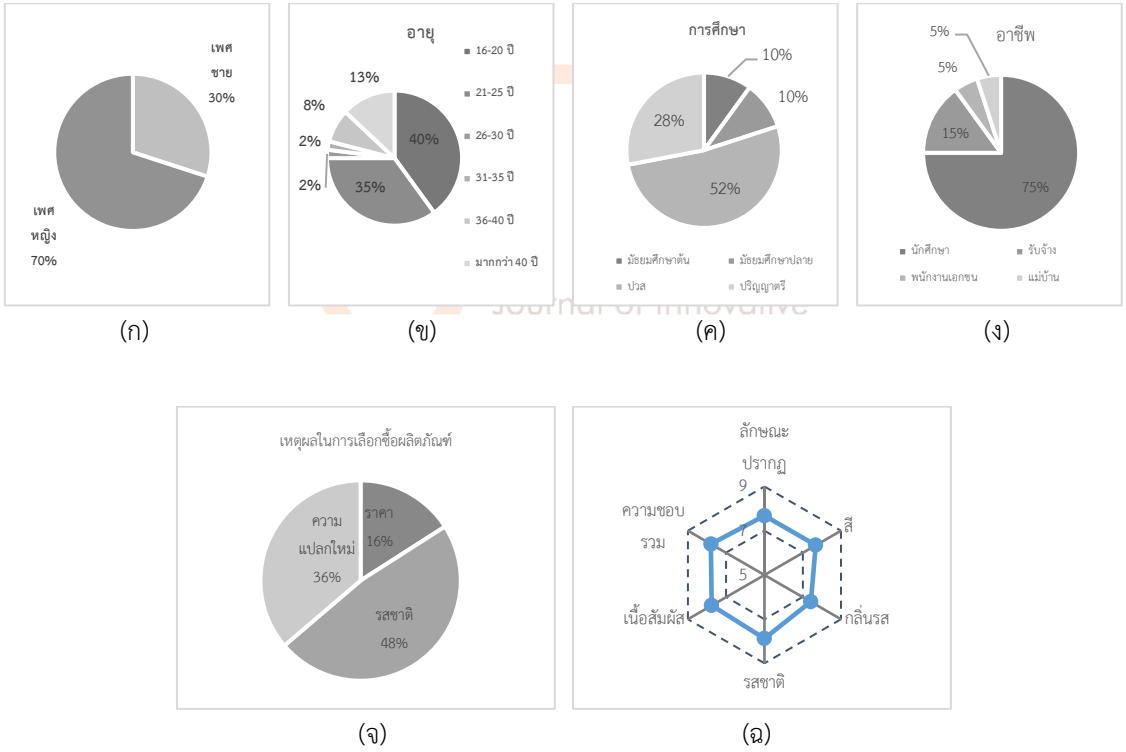
JITR Journal of Innovative

ความชอบมากกว่าตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 100 ºC ระยะเวลา 50 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 100 ºC ระยะเวลา 40 นาที อุณหภูมิ 120 ºC ระยะเวลา 30 นาที และอุณหภูมิ 120 ºC ระยะเวลา 50 นาที ได้รับการจัดลำดับความชอบรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 5

จากการทดลองจะเห็นว่าตัวอย่างที่อบด้วยอุณหภูมิ 120 ºC และระยะเวลา 30 นาที มีค่าสีแดงมากที่สุด ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับคะแนนความชอบด้านสี ความชอบรวม และลำดับความชอบรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยมีปริมาณความชื้นหลังอบให้พองตัวและค่า aw น้อยที่สุด ($p \leq 0.05$)

5.4 ผลการทดสอบผู้บริโภคจำนวน 100 คน

พบว่า ผู้บริโภคเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 16-25 ปี มีการศึกษาในระดับปวส-ปริญญาตรี มีอาชีพนักศึกษาเป็นส่วนใหญ่ร้อยละ 100 ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบเนื่องจากรสชาติ (ร้อยละ 48) มากที่สุด รองลงมาคือความแปลกใหม่ (ร้อยละ 36) และราคา (ร้อยละ 16) ตามลำดับ ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์โดยได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมอยู่ในช่วง 7.43-7.88 ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก



(ก) (ข) (ค) (ง)

(จ) (ฉ)

รูปที่ 1 แผนภูมิผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบ ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคประกอบไปด้วยเพศ (ก) อายุ (ข) การศึกษา (ค) อาชีพ (ง) เหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ (จ) และคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค 100 คน (ฉ)

6. อภิปรายผลการวิจัย

พริกหม่าล่ามีส่วนผสมของเครื่องเทศหลายชนิด ประกอบไปด้วยพริกป่น เกลือ ผงชูรส โป๊ยกั๊ก ยี่หร่า ขิงผง และพริกฮวาเจียว (Sikarette, 2018) ส่วนผสมพริกฮวาเจียวและพริกป่นในผงหมาล่าที่เติมลงในส่วนผสมของปลาเส้นอบกรอบช่วยผลิตภัณฑ์มีค่าสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าสีเหลือง (b*) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ทุกตัวอย่างที่เติมเครื่องเทศผงหมาล่าจะช่วยกลิ่นคาวเนื้อทำให้ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสและความชอบรวม ผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบมากกว่าตัวอย่างควบคุม ฮวาเจียวหรือมะแขว่นประกอบไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิด น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากมะแขว่นสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีทั้งแกรมบวกและแกรมลบ จากรายงานพบว่า น้ำมันหอมระเหยสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ Staphylococcus aureus และ E coli ได้อย่างสมบูรณ์ภายใน 9 นาที (ชุลี และวรินทร, 2554) การเติมผงหมาล่าในการทดลองนี้จึงมีความเป็นไปได้ที่จะช่วยในการถนอมรักษาอาหารให้ยาวนานขึ้น ซึ่งควรศึกษาเพิ่มเติมด้านอายุการเก็บรักษาในงานทดลองต่อไป

ในการหมักปลาส้มกลุ่ม Lactobacillus spp. สามารถสร้างกรดแล็กทิกได้สูงถึงร้อยละ 1.986 โดยบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วันทำให้ปลาส้มมีรสชาติเป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภค (อังคณา และคณะ, 2553) จากการทดลองการเติมปลาส้มร้อยละ 5 ทำให้ปลาเส้นอบกรอบมีอัตราการพองตัวมากกว่าตัวอย่างควบคุมอาจเนื่องสมบัติของโปรตีนเนื้อปลาชนิดนี้เมื่อได้รับความร้อนที่เหมาะสมจะเกิดเจลสามารถจับกับโมเลกุลของน้ำได้มาก หลังให้ความร้อนสูงอย่างรวดเร็วด้วยไมโครเวฟในระยะเวลาสั้นอาจส่งผลให้เกิดการพองตัวมากกว่าตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้เติมปลาส้ม ส่วนการเติมเนื้อปลาการเติมปลาส้มร้อยละ 10 มีอัตราการพองตัวน้อยกว่าการเติมร้อยละ 5 เนื่องจากการเติมปลาส้มในปริมาณที่มากทำให้มีปริมาณกรดแล็กทิกที่มาก และอาจจะส่งผลให้โปรตีนเนื้อปลาเสียสภาพธรรมชาติจึงส่งผลให้เกิดเจลของโปรตีนได้น้อย เมื่อได้รับความร้อนสูงระยะเวลาสั้นจึงมีอัตราการพองตัวได้น้อยกว่าร้อยละ 5 ในขณะที่มีอัตราการพองตัวมากกว่าตัวอย่างควบคุมที่ไม่เติมปลาส้ม ($p \leq 0.05$)

จากการอบแห้งตัวอย่างจะเห็นว่าสิ่งทดลองร่วมระหว่างอุณหภูมิในการอบ 120 ºC และระยะเวลา 30 นาที และอุณหภูมิในการอบ 100 ºC และระยะเวลา 50 มีค่าสีแดง (a*) มากที่สุด อาจเนื่องจากการใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลาสั้นกับการใช้อุณหภูมิที่น้อยกว่าและระยะเวลานานในการอบไม่ทำให้สารสีไมโอโกลบินในเนื้อปลาเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ และสารสีในผงหมาล่าอาจมีส่วนช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดงมากขึ้น ปริมาณความชื้นหลังอบแห้งในการทดลองนี้ไม่มีผลต่อค่าการพองตัว การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงในช่วง 100-120 ºC อาจส่งผลให้โปรตีนเนื้อปลาเสียสภาพธรรมชาติก่อนปริมาณน้ำในอาหารจะระเหยออกไป จึงทำให้ทุกตัวอย่างมีปริมาณความชื้นหลังอบแห้งค่อนข้างสูง ทุกตัวอย่างมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 13.83-20.57 จากการศึกษาของอรวรรณ (2557) ในการพองตัวของหนังปลาแซลมอนบโดยใช้ไมโครเวฟ พบว่า หนังปลาที่ผ่านการลวกให้เกิดเจลาตินที่อุณหภูมิ 40 ºC และนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 ºC ให้มีความชื้นร้อยละ 12-13 มีผลทำให้เกิดการพองตัวได้ดีเมื่อนำไปทอดหรืออบด้วยไมโครเวฟ สำหรับอุณหภูมิในการอบ 120 ºC ระยะเวลา 30 นาที มีปริมาณความชื้นหลังอบแห้งน้อยที่สุดสอดคล้องกับค่า aw น้อยที่สุด จึงมีความเป็นไปได้ที่จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น

7. สรุป

ในการพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตปลาเส้นอบกรอบด้วยจะเห็นว่า การเติมผงหมาล่าร้อยละ 1 มีผลทำให้ปลาเส้นอบกรอบมีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) มีคะแนนความชอบรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$) การเติมปลาส้มร้อยละ 5 มีผลต่ออัตราการพองตัวมากที่สุด ($p \leq 0.05$) การอบที่อุณหภูมิ 120 และระยะเวลา 30 นาที ผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนความชอบด้านสี ความชอบรวม และลำดับ

ความชอบรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$) โดยมีปริมาณความชื้นและค่า aw น้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์โดยได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมอยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก

ผลิตภัณฑ์ปลาเส้นอบกรอบสูตรที่เหมาะสมประกอบไปด้วย เนื้อปลา แป้งมัน น้ำตาลทราย ซีอิ๊วขาว เกลือป่น พริกไทย ผงหมาล่า และปลาส้มร้อยละ 76.61 11.5 4.6 0.51 0.255 0.76 0.76 และ 5 ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ทุน RMUTL Mentor' 61 ภายใต้โครงการ "การศึกษาเชิงบูรณาการระหว่างการเรียนรู้ในสถานศึกษากับการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมไปพัฒนาและยกระดับผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ชุมชนในพื้นที่ภาคเหนือ 6 จังหวัด" ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ และอำนวยความสะดวกในการศึกษาทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] กันยารักษ์ อมรเอนกทรัพย์. (2561). ฟิชโชเปิดตลาดปลาเส้นเซ็กเม้นใหม่ "ฟิชโช อลาสก้า แซลมอน" ครั้งแรกของปลาเส้นที่ผสมเนื้อปลาแซลมอนนำเข้าจากอลาสก้า [ออนไลน์] ได้จาก: https://marketeeronline.co/archives/8648.

[2] จิตรลัดดา กิติศรีวรพันธุ์. (2560). กรุบกรอบ อาหารว่างด้วย "Snack" [ออนไลน์] ได้จาก: http://www.fit-biz.com/th/snack/.

a. ชุลี ยมภักดี และวรินทร ชวศิริ. (2554). สารออกฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์จากมะแขว่น Zanthoxylum limonella Alston: รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 35 หน้า.

สุธี วังเตือย. (2547). ปลาเส้น. เกษตรแปรรูป. 2-24 (20): หน้า 71-74.

b. อังคณา ชมภูมิ่ง ตะวัน ฉัตรสูงเนิน และธวัชชัย ชัยธวัชวิถี. (2553). การปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาส้มด้วยกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพ: กรณีศึกษาพื้นที่จังหวัดแพร่ และจังหวัดพะเยา. รายงานผลการวิจัย, มหาวิทยาแม่โจ้ จ.เชียงใหม่. 124 น.

อรวรรณ ติวเถาว์. (2557). การศึกษาการพองตัวในหนังปลาแซลมอนกรอบโดยใช้เตาอบไมโครเวฟและการทอด. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 122 หน้า.

c. Food story. (2561). Food Trends 2018-10 สิ่งที่เกี่ยวกับอาหารในปี 2018. [ออนไลน์] ได้จาก: https://www.foodstory.co/blog/food-trends-2018.

[3] Sikarette. (2018). หม่าล่านอกจากความอร่อยแล้วยังมีประโยชน์อีกด้วย [ออนไลน์] ได้จาก: https://www.pingfai.com/food/1371/.