

โครงการวิจัยที่ 4.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นอบกรอบจากเศษเหลือปลาแชลมอน

หัวหน้าโครงการ: จีรวรรณ มณีโรจน์

ผู้ร่วมงานวิจัย: นันทิภา พันธุ์สวัสดิ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นอบกรอบจากเศษเหลือปลาแชลมอน

จิรวรรณ มณีโรจน์ และ นันทิภา พันธุ์สวัสดิ์

ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นอบกรอบจากเศษปลาแชลมอน เริ่มจากการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยใช้เศษเนื้อราวท้องของปลาแชลมอนหนึ่งสัปดาห์เป็นวัตถุดิบ พบว่าผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ต้นแบบ ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุดเนื่องจากมีกลิ่นคาวน้อยกว่าผลิตภัณฑ์อื่นและใช้เศษเนื้อปลาแชลมอนได้ถึงร้อยละ 50 ของปริมาณแป้ง ขนาดแผ่นของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่จะพัฒนามีความกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 4.0x4.0x0.15 เซนติเมตร และใช้เศษเนื้อติดก้างปลาแชลมอนที่ผ่านการนึ่งและอบแทนเนื้อท้องปลาแชลมอน เนื่องจากมีปริมาณเนื้อสูงกว่าและมีกลิ่นคาวต่ำกว่า ทดลองแปรอัตราส่วนแป้งสาลีต่อเศษเนื้อติดก้างปลาแชลมอนอบ 4 ระดับ ได้แก่ 100:0 (ตัวอย่างควบคุม) 50:50, 40:60 และ 30:70 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) พบว่า แครกเกอร์ปลาแชลมอนที่ผลิตจากอัตราส่วนแป้งสาลีต่อเนื้อปลาแชลมอนที่ 50:50 ได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านกลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวมจากผู้ทดสอบ (n=20) สูงกว่าอัตราส่วนอื่นที่ทำการทดลอง หากแต่เนื้อสัมผัสของแครกเกอร์ที่พัฒนาขึ้นค่อนข้างแข็งและกระด้าง จึงได้ศึกษาสถานะในกระบวนการผลิตที่เหมาะสม โดยการแปรปริมาณการเติมน้ำมันรำข้าว อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบ 3 ระดับ ได้แก่ 10, 20 และ 30 กรัมของน้ำมัน/100 กรัมของแป้ง, 135, 145 และ 155 องศาเซลเซียส และ 5.5, 6.0 และ 6.5 นาที จากการศึกษาพบว่า การเติมน้ำมันรำข้าวปริมาณสูงชันทำให้ค่าความชื้น ไขมันและค่าวอเตอร์แอกติวิตีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ค่าความแข็งลดลง ส่วนค่า L^* และ b^* มีแนวโน้มลดลง การเพิ่มอุณหภูมิและเวลาในการอบทำให้ค่าความชื้น ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ค่า L^* และ b^* ของแครกเกอร์ปลาแชลมอนที่เติมน้ำมันรำข้าวระดับเดียวกันลดลง และมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น แครกเกอร์ปลาแชลมอนที่เติมน้ำมันรำข้าว 10 กรัมต่อ 100 กรัมของแป้งอบที่อุณหภูมิ 145 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5.5 นาที ได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติและความชอบรวมจากผู้ทดสอบ (n=30) สูงที่สุด ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนที่พัฒนาได้ มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 16.17 ± 0.53 น้ำหนักฐานเปียก มีกรดไขมันโอเมก้า-3 เท่ากับ 635 มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัม ต้นทุนวัตถุดิบต่อ 1 หน่วยบริโภค (30 กรัม) เท่ากับ 7.33 บาท

คำสำคัญ: ขนมขบเคี้ยว แครกเกอร์แชลมอน เศษปลาแชลมอน

Development of Snacks from Salmon Trimming

Jirawan Maneerote and Nantipa Pansawas

Department of Fishery Products, Faculty of Fishery, Kasetsart University, Bangkok

Abstract

The objective of this study was to develop salmon crackers from salmon trimming. Steamed belly salmon was used as the raw material. Salmon crackers were the most accepted by the panelists because they had a low fishy smell. The prototype of salmon crackers could be use the salmon meat up to 50 g per 100 g of flour. Size of developed salmon crackers were 4×4×0.15 cm. Owing to lowering fishy smell and high yield, salmon meat waste at bone was used instead of salmon belly meat. Four levels of ratio between wheat flour and salmon, 100:0(control sample), 50:50, 40:60 and 30:70 (w/w) were also studied. Salmon crackers were prepared at the ratio 50:50 between wheat flour and salmon meat was an optimum ratio. This ratio gave the higher average score in flavor, taste and overall preference from panelist (n=20) than those in other ratios. However, the texture of salmon crackers was hard and tough. Thus, three levels of rice bran oil (10, 20 and 30 g/100 g flour), drying temperature (135, 145 and 155 °C) and time (5, 5.5 and 6.5 min) were determined. The results showed that the moisture content, fat content and water activity increased with increased in quantity of rice bran oil. In contrast, hardness, L* and b* reduced as increasing in rice bran oil. The salmon crackers had lower in moisture content, water activity, L* and b*, but higher in hardness when drying temperature and time increased. The salmon crackers added 10 g/100 g flour, dried at 145 °C for 5.5 min were gave the highest average score in term of appearance, color, odor, flavor and overall preference(n=30). Protein content and omega-3 fatty acid in developed salmon crackers were 16.17±0.53 (%wb) and 635.55 mg/100 g, respectively. The cost of 1 serving size (30 g) in developed salmon crackers was 7.33 baht.

Keywords: Snack, Salmon Crackers, Salmon trimming

บทนำ

ปัจจุบันวัตถุดิบสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่ได้รับความนิยมในการบริโภคเพิ่มมากขึ้นชนิดหนึ่ง คือ ปลาแชลมอน โดยนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่น นอร์เวย์ แคนาดา สหรัฐอเมริกา เป็นต้น จากนั้นนำมาตัดแต่งและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น เนื้อปลาแชลมอนแล่ ปลาแชลมอนแช่แข็ง ปลาแชลมอนรมควัน ปลาแชลมอนบรรจุกระป๋อง ซึ่งในกระบวนการผลิตมีเศษเหลือจากการตัดแต่งเนื้อปลาแชลมอนคิดเป็นร้อยละ 30 ของน้ำหนักปลาทั้งหมด จึงได้มีแนวคิดที่จะนำเศษเหลือเหล่านี้มาเพิ่มมูลค่าโดยการพัฒนาเป็นขนมขบเคี้ยว เนื่องจากปัจจุบันการบริโภคขนมขบเคี้ยวเป็นที่นิยมและมีบทบาทในการดำรงชีวิตมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชีวิตประจำวันของคนในเมืองกลุ่มเด็กวัยรุ่นและวัยทำงาน นับเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการเติบโตทางการตลาดอย่างรวดเร็ว ผลิตภัณฑ์ขบเคี้ยวแบ่งตามประเภทวัตถุดิบ พบว่า กลุ่มที่ทำจากแป้งได้รับความนิยมอย่างมากและมีส่วนแบ่งตลาดสูงกว่ากลุ่มอื่น อาหารขบเคี้ยวในกลุ่มนี้มักมีส่วนประกอบประเภทแป้ง ไขมันและน้ำตาลในปริมาณสูงและมีปริมาณโปรตีนต่ำ จัดว่าเป็นอาหารที่ให้คุณค่าทางโภชนาการต่ำ ผลิตภัณฑ์อาหารในกลุ่มนี้ที่นิยมบริโภคและคุ้นเคยได้แก่ ข้าวเกรียบ ข้าวพอง ขนมแป้งอัด เป็นต้น การวิจัยครั้งนี้จึงได้ศึกษาการนำเอาเศษเหลือจากปลาแชลมอนมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวประเภทแครกเกอร์ โดยทำการสำรวจผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ศึกษาสัดส่วนแป้งสาลีต่อปลา และศึกษาปริมาณการเติมน้ำมันรำข้าว อุณหภูมิในการอบ และเวลาในการอบที่เหมาะสมในการผลิตและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ และเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์เศษเหลือจากปลาแชลมอนให้มีความหลากหลายเพิ่มมากขึ้น

การทบทวนวรรณกรรม

อาหารว่างหรืออาหารขบเคี้ยว (snack foods) หมายถึงอาหารที่รับประทานระหว่างมื้ออาหารหลัก ซึ่งส่วนใหญ่จะมีคาร์โบไฮเดรต และไขมันเป็นองค์ประกอบหลัก ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวมีทั้งรับประทานเพื่อความเพลิดเพลินและรับประทานเพื่อสุขภาพ ปัจจุบันตลาดขนมขบเคี้ยว ซึ่งถือว่าเป็นอาหารสำเร็จรูปประเภทของกินเล่นหรืออาหารว่างที่คนไทยเรียกว่า "สแน็ค" (snack) นั้นเป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมจากคนไทยค่อนข้างสูงโดยเฉพาะผู้บริโภคในกลุ่มเด็กและวัยรุ่นที่ถือเป็นกลุ่มเป้าหมายหลักของสินค้าประเภทนี้ ของว่างประเภทขนมขบเคี้ยวได้รับความนิยมบริโภคมากขึ้นเป็นลำดับในทุกโอกาสและสถานที่ เช่น การรับประทานเล่น เมื่ออยู่บ้าน การรับประทานในช่วงที่กำลังชมภาพยนตร์หรือในช่วงการเดินทางท่องเที่ยว โดยปัจจุบันสินค้าประเภทขนมขบเคี้ยวนั้นมีมูลค่าสูงถึง 13,000 ล้านบาทต่อปี อย่างไรก็ตามเนื่องจากขนมขบเคี้ยวส่วนใหญ่เป็นสินค้าประเภทที่ผู้บริโภคไม่ค่อยยึดติดกับตราสินค้ามากนัก จึงมีผู้ประกอบการรายใหม่ๆ ที่สนใจส่งสินค้าเข้ามาในตลาดอยู่ตลอดเวลา ส่งผลให้ตลาดขนมขบเคี้ยวของไทยมีการแข่งขันกันค่อนข้างรุนแรง ฉะนั้นผู้ประกอบการที่จะสามารถอยู่รอดในตลาดได้นั้น จะต้องพัฒนารูปแบบสินค้า บรรจุภัณฑ์และรสชาติอยู่ตลอดเวลา เพื่อไม่ให้ผู้บริโภครู้สึกจำเจต่อสินค้า ประการสำคัญสินค้าจะต้องมีคุณภาพ จำหน่ายในราคาไม่สูงนัก จึงจะสามารถครองใจผู้บริโภคได้

ประเภทของขนมขบเคี้ยวที่มีอยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายชนิด สามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ประเภทใหญ่คือ

1. กลุ่มข้าวเกรียบ เช่น มโนราห์ คาลบี้ ฮานามิ อาริงาโตะ บันไซ และ ปีปี้
2. กลุ่มปลาหมึก ได้แก่ เต้าทอง สควิดดี้
3. กลุ่มข้าวโพด ได้แก่ อเล็คทอปอคอร์น โตโร่ ชิปปี้ชิป โปเต้ โรลเลอร์โคสเตอร์
4. กลุ่มมันฝรั่งและแป้งมันฝรั่ง ได้แก่ เลย์ มันมัน โปเต้ โรลเลอร์โคสเตอร์
5. กลุ่มถั่ว ได้แก่ โก้โก้ มารูจี้ กรีนนัท อังเคิลแจ็ค
6. กลุ่มแป้งทอดกรอบ ประเภทขนมขึ้นรูปหรือขนมกรอบ (extruded snack) ได้แก่ คาราต้า โดเรมี และโอกาภิ
7. กลุ่มปลา ได้แก่ ทาโร่ ฟิชโซ

การแข่งขันในตลาดขนมขบเคี้ยวที่ยังคงทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น ภาวะเศรษฐกิจที่ตกต่ำ และกำลังซื้อของประชาชนที่ลดลง ประกอบกับการลงทุนการผลิตไม่ว่าจะเป็นวัตถุดิบ ราคาบรรจุภัณฑ์ที่ปรับสูงขึ้น ในขณะที่ การขึ้นราคาไม่สามารถทำได้ง่ายนัก แนวทางการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคดังกล่าวจึงประกอบไปด้วย

1. การออกรสชาติใหม่ๆ การพัฒนารูปแบบของบรรจุผลิตภัณฑ์ และขนาดของผลิตภัณฑ์

สินค้าประเภทขนมขบเคี้ยวนี้กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ ได้แก่ กลุ่มเด็กและวัยรุ่นที่ชอบลองของใหม่ ลักษณะสินค้าจะเข้าสู่ตลาดได้ง่ายแต่ก็หายไปจากตลาดได้ง่ายเช่นกัน ดังนั้นพัฒนารสชาติและรูปแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่อยู่เสมอจะช่วยให้ผู้บริโภคไม่เกิดความจำเจในสินค้า ยกเว้นสินค้าบางตราสินค้าที่มีการทำกิจกรรมด้านการตลาดอย่างต่อเนื่องและรสชาติของสินค้าเป็นที่นิยมอยู่แล้วจึงจะอยู่รอดในตลาดได้นาน

2. การแบ่งกลุ่มเป้าหมายที่ชัดเจน

เพื่อความสะดวกในการเจาะกลุ่มตลาดและการวางตำแหน่งสินค้า ว่าเป็นสินค้าสำหรับกลุ่มเด็ก วัยรุ่น หรือผู้ใหญ่ ช่วยให้ผู้ประกอบการวางแผนด้านการตลาดได้อย่างตรงเป้าหมาย

3. พัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายและการกระจายสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพ

แต่เดิมนั้นสินค้าประเภทอาหารขบเคี้ยวมีการกระจายสินค้าตามร้านค้าปลีกทั่วไปในปัจจุบันผู้ประกอบการจำเป็นต้องพิจารณาช่องทางการจำหน่ายผ่านร้านค้าสมัยใหม่ที่เข้าถึงพฤติกรรมของกลุ่มผู้ซื้อมากขึ้น เช่น ร้านมินิมาร์ทและซูเปอร์มาร์เก็ต

เนื่องจากการแข่งขันกันของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในประเทศค่อนข้างสูงทำให้ผู้ประกอบการบางรายหันไปเพิ่มบทบาททางด้านการส่งออกมากขึ้น ตลาดส่งออกขนมขบเคี้ยวที่น่าสนใจนั้นคือประเทศในภูมิภาคเอเชีย ได้แก่ จีน ลาว ฮองกง กัมพูชา ไต้หวัน เวียดนาม สิงคโปร์ มาเลเซีย และพม่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศในแถบอินโดจีน ได้แก่ ลาว กัมพูชา เวียดนาม และพม่า ซึ่งมีจำนวนประชากรรวมกันถึง 135 ล้านคน ปัจจุบันมีผู้ประกอบการหลายรายใช้ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตขนมขบเคี้ยวเพื่อการส่งออกในภูมิภาคเอเชีย เนื่องจากประเทศไทยมีพร้อมด้านปัจจัยสนับสนุน ได้แก่ วัตถุดิบการเกษตรที่ใช้ผลิตขนมขบเคี้ยวส่งผลให้ต้นทุนการผลิตต่ำ รวมทั้งค่าจ้างแรงงานยังไม่สูงเกินไปนัก การส่งออกขนมขบเคี้ยวของไทยในหลายปีที่ผ่านมาพบว่ามี การขยายตัวอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากสินค้าเป็นที่ยอมรับทั้งทางด้านรูปแบบและรสชาติจากผู้บริโภคในต่างประเทศ โดยสินค้าที่มีการส่งออกส่วนใหญ่ได้แก่ผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากธัญชาติรองลงมาได้แก่ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วประเภทต่างๆ

สำหรับการนำเข้าขนมขบเคี้ยวจากต่างประเทศนั้นยังมีมูลค่าไม่สูงนัก เนื่องจากปริมาณการผลิตเพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศ อย่างไรก็ตามการนำเข้าก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการเปิดเสรีทางการค้าอาเซียน รวมทั้งองค์การการค้าโลก ส่งผลให้มีสินค้าขนมขบเคี้ยวจากต่างประเทศเข้ามาเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคคนไทยเพิ่มขึ้น แหล่งนำเข้าสินค้าขนมขบเคี้ยวที่สำคัญนั้นแยกเป็นขนมที่ทำจากธัญพืช นำเข้าจาก ฟิลิปปินส์ เบลเยียม ออสเตรเลีย

อังกฤษและ สหรัฐอเมริกา ส่วนขนมขบเคี้ยวที่ทำจากมันฝรั่งส่วนใหญ่นำเข้าจาก เบลเยียม สเปน และสหรัฐอเมริกา ในขณะที่ขนมขบเคี้ยวที่ทำจากถั่วต่างๆ ส่วนใหญ่นำเข้าจากประเทศสหรัฐอเมริกา และออสเตรเลีย

วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล (2547) ได้ทำการวิเคราะห์ SWOT (strength, weakness, opportunities, threats) Analysis ของอุตสาหกรรมขนมขบเคี้ยวที่ผลิตโดยกลุ่ม OTOP พบว่า

1. จุดแข็ง (Strength)

- รัฐบาลให้การสนับสนุนเรื่องเงินทุน รัฐบาลให้การสนับสนุนเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ เช่น กรมส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์
- รัฐบาลให้การสนับสนุนเรื่อง การจัดจำหน่าย เช่น จัดหาที่แสดงสินค้าในหน่วยราชการ
- ต้นทุนการผลิตต่ำเนื่องจากมีแหล่งวัตถุดิบและแรงงานอยู่ในพื้นที่

2. จุดอ่อน (Weakness)

- ขาดความรู้ในการพัฒนาสินค้าโดยเฉพาะเรื่องบรรจุภัณฑ์
- ขาดมาตรฐานของคุณภาพสินค้า
- ขาดช่องทางการจัดจำหน่ายที่ชัดเจน
- มีปริมาณการผลิตที่จำกัดเนื่องจากใช้เทคโนโลยีระดับชาวบ้าน
- ขาดทักษะในการจัดการธุรกิจที่เป็นแง่สินค้าเชิงพาณิชย์ เช่น มาตรฐานในการตั้งราคาของผลิตภัณฑ์ การทำตลาด และความหลากหลายของสินค้า

3. โอกาส (Opportunity)

- สินค้ายังเป็นที่ต้องการของตลาด เพราะอยู่ในช่วงเริ่มต้นวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ รัฐบาลให้การประชาสัมพันธ์ ส่งเสริม เพราะเป็นนโยบายของภาครัฐ ในเรื่องการสร้างรายได้
- กระแสการนิยมไทย (สินค้าไทย) การใช้บรรจุภัณฑ์ที่บ่งบอกที่มาจากรวมชาติ เช่น ใบตอง หรือกระดาษสา เป็นต้น

4. อุปสรรค (Threat)

- คู่แข่งในลักษณะของธุรกิจที่เป็นธุรกิจเชิงพาณิชย์มีความแข็งแกร่ง
- สินค้าต้องผ่านการรับรองมาตรฐานจากองค์การอาหารและยา (อย.) หรือสำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

แป้ง

แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในพืชชั้นสูง แป้งจะถูกเก็บสะสมในส่วนต่างๆของพืช เช่น เมล็ด (ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวฟ่าง) ราก (มันสำปะหลัง) หัว (มันฝรั่ง มันเทศ หัวยาเยม่อม) ลำต้น (สา쿠) บทบาทที่สำคัญของแป้ง คือ ใช้เป็นแหล่งอาหารหลักของมนุษย์ แต่จากคุณสมบัติเฉพาะของแป้ง จึงได้มีการนำแป้งมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัส เช่น ทำให้ข้น ทำให้เกิดเจล เป็นต้น หากพิจารณาองค์ประกอบของแป้ง จะพบว่าแป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน แป้งเป็นโพลิเมอร์ของกลูโคส ประกอบด้วยโพลิเมอร์ของกลูโคส 2 ชนิด คือ โพลิเมอร์เชิงเส้น ได้แก่ อะไมโลส (amylose) และโพลิเมอร์เชิงกิ่ง ได้แก่ อะไมโลเพคติน (amylopectin) แป้งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติต่างกัน เช่น ขนาดและรูปร่างของเม็ดแป้ง คุณสมบัติการเกิดเจลลาติโนเซชัน และอัตราส่วนของอะไมโลส ต่อ อะไมโลเพคติน ซึ่งมีผลต่อการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสของอาหาร แป้งที่มีอะไมโลเพคตินสูงจะมีการพองตัวสูงแต่มีการแตกหักง่ายกว่าแป้งที่มีอะไมโลสสูง แต่ทั้งนี้การพองตัวยังขึ้นกับองค์ประกอบอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน รวมทั้งปัจจัยที่เป็นตัวแปรของกรรมวิธีแปรรูป เป็นต้น (Harper, 1981) ไขมันเป็นส่วนประกอบหนึ่งที่มีผลต่อเนื้อสัมผัส ถ้ามีปริมาณไขมันน้อยจะช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น แต่ถ้าปริมาณมากเกินไปจะลดอัตราการพองตัวลง เช่นเดียวกันกับการเติมปริมาณโปรตีนซึ่งทำให้อัตราการพองตัวลดลงเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ปริมาณน้ำในวัตถุดิบยังมีผลต่ออัตราการพองตัวเพราะน้ำทำหน้าที่เป็นพลาสติกไซเซอร์ ช่วยทำให้โครงสร้างของสารประกอบมีความยืดหยุ่น รวมทั้งมีผลต่อการเกิดเจลลาติโนเซชันของแป้ง แต่ถ้าปริมาณมากเกินไปจะทำให้การพองตัวลดลง (Guy, 1999)

การพองตัวของผลิตภัณฑ์พองกรอบ

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2544) กล่าวว่า มีผลิตภัณฑ์พองกรอบหลายประเภทที่ผลิตได้จากแป้งข้าวโดยการใช้นวัตกรรมที่แตกต่างกัน ได้แก่

ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทพองกรอบ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการที่ทำให้แป้งข้าวเกิดการขยายตัว ซึ่งสามารถผลิตได้จากเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น

1. การพองตัวด้วยความร้อน (baking) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อาราเร่ (arare) ที่ทำจากข้าวเหนียว และ ผลิตภัณฑ์เซนเบ่ (senbei) ที่ทำจากข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำ เทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดนี้นำมาจากชาวญี่ปุ่น การทำผลิตภัณฑ์อาราเร่นิยมใช้ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6
2. การพองตัวที่เกิดจากการอัดที่อุณหภูมิสูง (extrusion) เป็นการพองตัวของแป้งเมื่อแป้งได้รับความร้อนและความดันสูง จากการขับเคลื่อนของแท่งเกลียวทำให้แป้งและองค์ประกอบเกิดการหลอมตัว เมื่อเคลื่อนตัวออกสู่บรรยากาศความดันจะลดลง ไอน้ำที่อยู่ในก้อนแป้งเหลวจะ

กระจายและระเหยออกในทันที มีผลทำให้ก้อนแป้งพองเกิดรูพรุนกระจายทั่ว เมื่อเย็นลงจะคงความกรอบไว้

3. การพองตัวที่เกิดจากแผ่นความร้อน (puffing machine) หลักการของเทคโนโลยีนี้เกิดขึ้นในทำนองเดียวกันกับการอัดที่อุณหภูมิสูง แต่ความดันที่ได้เกิดจากแรงกดและแรงการเคลื่อนกลับของแผ่นให้ความร้อนสองแผ่นประกบกัน

4. การพองตัวที่เกิดจากการอบหรือการทอดในน้ำมัน (oven or deep fry puffing) เช่น ข้าวตังทอด ขนมนางเล็ด การพองตัวเกิดจากน้ำมันที่มีอุณหภูมิสูงทำให้น้ำในอาหารเดือดเกิดพองฟูอย่างรุนแรง น้ำบริเวณผิวหน้าของอาหารระเหยทำให้ผิวอาหารด้านนอกพองกรอบและเกิดสีน้ำตาลในเวลาสั้น

การพองตัวของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ เพราะเป็นปัจจัยคุณภาพอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค การพองตัวของขนมขบเคี้ยวขึ้นอยู่กับปัจจัยสองประการ ได้แก่ ความดันและความต้านทาน ความดันเกิดจากน้ำที่แทรกอยู่ในอาหารเกิดการขยายตัวดันให้เนื้ออาหารเป็นโพรงหรือรูพรุนเพื่อให้ความชื้นออกจากเนื้ออาหารได้ ในขณะที่เดียวกันก็จะเกิดแรงต้านหรือแรงยึดไม่ให้น้ำขยายตัวหลุดออกไป ถ้าใช้พลังงานพอเหมาะจะทำให้ความดันเท่ากับความต้านทานเกิดการพองตัวที่สม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้นอาหาร และมีความชื้นที่เหลืออยู่พอเหมาะ ทำให้อาหารมีเนื้อสัมผัสดี แต่ถ้าความดันน้อยกว่าความต้านทาน ลักษณะเนื้อสัมผัสจะไม่ดี มีรูพรุนไม่สม่ำเสมอ ส่วนที่เป็นรูพรุนก็จะแห้ง Murray *et al.* (1968) รายงานว่า สัตว์ส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพกตินจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์พองตัว มีลักษณะโปร่งเบาและแตกหักได้ การใช้แป้งที่มีปริมาณอะไมโลส สูง จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้แข็งแรงและมีข้อจำกัดในการพองตัว และยังพบว่า อัตราส่วนของ อะไมโลส และอะไมโลเพกตินมีอิทธิพลทางอ้อมต่อการดูดซับน้ำมันของผลิตภัณฑ์ระหว่างการทอดด้วย แป้งที่มี อะไมโลสร้อยละ 5-20 จะให้คุณสมบัติที่พองตัวดีแต่ไม่ดูดซับน้ำมันมากเกินไป (Matz, 1984)

การทำแห้ง

การทำแห้ง คือ การใช้ความร้อนภายใต้การควบคุมเพื่อระเหยนํ้าออกจากอาหาร จุดประสงค์ของการทำแห้งคือ การยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ ระหว่างการทำแห้ง เมื่ออากาศร้อนพัดผ่านอาหารที่เปียก ความร้อนจะถูกถ่ายเทที่ผิวหน้าเพื่อระเหยนํ้าออกไปจากผิวหน้า ไอนํ้าที่ระเหยออกมาจะถูกพาไปกับอากาศ ทำให้เกิดความแตกต่างของความดันไอนํ้าที่บริเวณผิวหน้ากับภายในอาหาร ซึ่งความดันไอนํ้าที่ผิวหน้าจะต่ำกว่าความดันไอนํ้าภายในอาหาร ความแตกต่างนี้จะเป็นแรงขับเคลื่อนที่จะขับนํ้าออกจากอาหาร ส่งผลให้ความชื้นและปริมาณนํ้าในอาหารลดลง

สมบัติ (2529) กล่าวถึง ผลของการทำแห้งต่อคุณภาพของอาหาร คือ

1. ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) คุณภาพของอาหารแห้งมักจะถูกจำกัด โดยการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสและความสามารถในการคินตัว ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารแห้งจะแข็ง หยิบและเหนียว และไม่สามารถคินตัวได้สมบูรณ์ สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสในพืชเกิดจากการเกิดเจลของแป้ง การเกิดผลึกของ cellulose และการเคลื่อนย้ายของความชื้นภายในอาหาร

2. กลิ่นและรส (flavor and aroma) ในการทำแห้งสารที่ระเหยได้จะสูญเสียไปพร้อมกับน้ำ การสูญเสียจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความดันไอของสารระเหยได้ การควบคุมสภาพการทำแห้งทุกระยะจะช่วยให้การสูญเสียลดลง

3. สี (color) การเปลี่ยนแปลงของ pigments เกิดจากความร้อนและปฏิกิริยา oxidation การทำแห้งที่ใช้เวลานานและอุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการสูญเสียของ pigments มาก ปฏิกิริยา oxidation และปฏิกิริยาของเอนไซม์ จะทำให้เกิดสีน้ำตาลขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา

4. คุณค่าทางอาหารของโปรตีนในอาหารส่วนใหญ่จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง แต่ vitamins ที่ละลายได้ในน้ำจะมีการสูญเสียเพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะ vitamin C และ thiamine ซึ่งไม่ทนความร้อน

การเสื่อมเสียของขนมขบเคี้ยว

การเสื่อมเสียของอาหารขบเคี้ยวมีเกิดจาก 2 ประการหลัก คือ การเสื่อมเสียเนื่องจากเกิดการหืน (rancidity) และ การเสื่อมเสียเนื่องจากสูญเสียความกรอบ

1. การเสื่อมเสียเนื่องจากเกิดการหืน

เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน แม้ในอาหารที่มีปริมาณไขมันต่ำก็สามารถเกิดกลิ่นหืนได้ ไขมันในขนมมาจากส่วนประกอบของขนมขบเคี้ยวและน้ำมันที่ใช้ทอด อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทอดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเกิดการหืนของน้ำมันหรือไขมัน การออกซิเดชันของไขมันทำให้เกิดกลิ่นและรสที่ไม่เป็นที่ยอมรับ อัตราการหืนของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับชนิดของไขมันหรือน้ำมันที่ใช้ ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว วิธีการลดการเสื่อมเสียเนื่องจากการหืนทำได้โดยการใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติปกป้อง โดยต้องป้องกันผลิตภัณฑ์จากออกซิเจน แสง และ อนุมูลอิสระ ปริมาณความชื้นก็มีผลต่อการหืนของอาหารเช่นกัน กลิ่นหืนสามารถประเมินได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัส การวัดค่าเปอร์ออกไซด์ การหาค่า TBA (Thiobarbituric acid value) ทั้งสองเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการวัดค่าความหืนในอาหาร

2. การเสื่อมเสียเนื่องจากสูญเสียความกรอบ

ความกรอบเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของขนมขบเคี้ยว ความกรอบลดลงเนื่องจากการดูดซับน้ำหรือความชื้น (adsorption) ของโครงสร้างแป้งหรือโปรตีน ทำให้ความแข็งของผลิตภัณฑ์ลดลง

โดยทั่วไปผู้บริโภคจะไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์เมื่อมีความชื้นเกินกว่าร้อยละ 3-3.5 ควรเก็บขนมขบเคี้ยวที่อุณหภูมิประมาณ 21 องศาเซลเซียส (Paradis, 1993)

นอกจากนี้ยังมีการเสื่อมเสียอีกประเภทหนึ่ง คือ การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ได้เกิดจากเอนไซม์ (maillard reaction) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโนในอาหารทำให้เกิดสารประกอบที่ให้สีน้ำตาลและสารระเหยหลายชนิด เช่น สารประกอบพวกฟูรันส์ (furans) สารประกอบเอ็นเฮ็ทเทอร์โรไซคลิก (N-heterocyclic) และสารประกอบคาร์บอนิล

อายุการเก็บรักษาหมายถึงระยะเวลาของการเก็บรักษาได้ตั้งแต่ผลิตภัณฑ์นั้นถูกผลิตออกมาจนกระทั่งผลิตภัณฑ์นั้นอยู่ในสภาพที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ ความสำคัญของการศึกษาอายุการเก็บรักษาทำให้ผู้ผลิตกำหนดวันหมดอายุของอาหารได้ เพื่อให้ผู้บริโภคทราบและประกันว่าผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลาดังกล่าวมีคุณภาพตรงตามที่แจ้งไว้บนฉลาก

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบจากเศษเหลือจากการตัดแต่งของปลาแชลมอน

เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวแบบแผ่นกรอบจากเศษเหลือจากการตัดแต่งของปลาแชลมอนทางด้านเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา

ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบและการเตรียมตัวอย่าง

เศษเนื้อราวท้องและเศษเนื้อติดก้างของปลาแชลมอนได้รับการอนุเคราะห์จากบริษัทไทยยูเนียนโพรเซ่น โปรดักส์ จำกัด มหาชน ในสภาพแช่แข็ง เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20°C เมื่อทำการทดลองจึงนำมาละลายโดยนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีวิธีการเตรียมวัตถุดิบ ดังนี้ คือนำเนื้อปลามาล้างด้วยน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 2 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) แล้วนำเนื้อปลาไปนึ่งในตู้อบควบคุมอุณหภูมิที่ 100°C เป็นเวลา 10 นาที ฉีกเนื้อปลาที่นึ่งแล้วเป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำไปอบโดยใช้ตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลานาน 30 นาที จะได้เนื้อปลาแชลมอนอบเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการศึกษาขั้นต่อไป

วิธีการศึกษา

1. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในเศษเหลือปลาแชลมอนสดและปลาแชลมอนอบ

1.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้าตามวิธีของ A.O.A.C. (1995) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

1.2 วิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันโอเมก้า 3 โดยการส่งวิเคราะห์ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด โดยใช้วิธี In- house Method, TE-CH-208 based on AOAC (2010) 996.06

2. การสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

การคัดเลือกสูตรพื้นฐานเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

การคัดเลือกสูตรเพื่อใช้เป็นสูตรพื้นฐานของขนมขบเคี้ยวจากเนื้อท้องปลาแชลมอน โดยทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากเนื้อราวท้องปลาแชลมอน 3 รูปแบบ คือ ข้าวเกรียบปลาแชลมอน ปลาแชลมอนแผ่น และแครกเกอร์ปลาแชลมอน จากนั้นคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่เหมาะสมโดยการอภิปรายกลุ่ม แล้วนำผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่มีความเป็นไปได้เพียงผลิตภัณฑ์เดียวมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบและความชอบรวม โดยวิธีการให้คะแนนความชอบระดับ 9 คะแนน (1 = ชอบน้อยที่สุดและ 9 = ชอบมากที่สุด) (9-point hedonic scale) คำนวณค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความชอบต่อลักษณะ มีสูตรผลิตภัณฑ์ต้นแบบและวิธีการผลิตตั้งภาคผนวก 4.2 ก

3. การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิต

3.1 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

สำรวจและรวบรวมผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่จำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 9 ชนิด ได้แก่ โอเค-ทินแครกเกอร์รสชีส เนลลี่-แครกเกอร์รสคลาสสิก อิมพีเรียล-แครกเกอร์ไฮไลฟ์โรยงา โฮมมี่-แครกเกอร์รสชีส ดอกบัว-ขนมปังบัตเตอร์งาทอง ไฮแคร็ก-แครกเกอร์รสพิซซ่า คราวน์-ขนมปังกรอบ เมจิเฟลน-แครกเกอร์รสดั้งเดิม ฮับเส็ง-เอสตราเฟลนแครกเกอร์ชนิดจืด แล้วนำมาวัดขนาด ประเมินคุณภาพเคมีและกายภาพดังนี้

3.1.1 การวัดขนาด

นำแครกเกอร์ตัวอย่างละ 10 ชิ้น มาวัดค่าความกว้าง ความยาว และความหนา โดยใช้เวอร์เนียร์ บันทึกราค่าหน่วยเป็นเซนติเมตร

3.1.2 คุณภาพทางเคมี

วิเคราะห์ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน และเถ้า (A.O.A.C., 1995) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.1.3 คุณภาพทางกายภาพ

วัดค่าความแข็ง (hardness) ของแผ่นแครกเกอร์ โดยใช้เครื่อง TA-HD Texture Analyzer หัววัด SMS P/2 ความเร็วหัวกด (test speed) 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที บันทึกค่าแรงสูงสุดที่ได้เป็นค่าความแข็ง วัดค่า 15 ซ้ำต่อหนึ่งตัวอย่าง

วัดค่าค่าสี (CIE L*a*b*) โดยใช้เครื่อง Minolta Chromameter (CM-3500) วัดค่า 5 ซ้ำต่อตัวอย่าง

วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่อง Thermoconstanter Novasina model TH 200 โดยใส่ตัวอย่างแครกเกอร์ที่บดแล้วในภาชนะพลาสติกสำหรับวัดค่า a_w ให้มีปริมาตร 4 ใน 5 ของภาชนะ นำตัวอย่างไปวัดค่า วัดค่า 3 ซ้ำต่อตัวอย่าง

3.2 การพัฒนาสูตร

จากผลการทดลองการทำผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากการอภิปรายกลุ่ม คือ ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอน แต่พบปัญหาเรื่องกลิ่นคาวจากการใช้เศษเนื้อท้องของปลาแชลมอน จึงได้ทดลองวิธีการลดกลิ่นคาวของปลาแชลมอน เช่น การต้มในน้ำขิง การต้มในน้ำชา แล้วจึงนำมานึ่งและอบ แต่ผลปรากฏว่ายังมีกลิ่นคาวแรง จึงได้ปรึกษากับทางบริษัทไทยยูเนียนโพรเซ่น โปรดักส์ จำกัด มหาชน ซึ่งทางบริษัทได้ให้ข้อมูลว่าควรนำเศษเหลือติดก้างของปลาแชลมอนไปใช้ จะสามารถทำให้ได้ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่มีกลิ่นคาวน้อยลง ดังนั้นในการพัฒนาสูตรในขั้นต่อไปจึงได้นำวัตถุดิบที่เป็นเศษเนื้อติดก้างมาทำการศึกษาแทนส่วนท้องของปลาแชลมอน

สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนที่ใช้ในการศึกษาต่อไปได้จากการคัดเลือกรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมและทำการปรับปริมาณเกลือในสูตรแครกเกอร์จากการศึกษาในข้อ 2 เป็นสูตรปรับปรุงที่ใช้ในการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.2.1 และมีกรรมวิธีการผลิตดังนี้

1.) เตรียมเศษเนื้อติดก้างปลาแชลมอนอบ ดังวิธีการเตรียมวัตถุดิบปลาแชลมอนในหัวข้อวัตถุดิบและการเตรียมตัวอย่าง

2.) ผสมส่วนผสม ได้แก่ เนื้อปลาแชลมอนอบบดละเอียด แป้งสาลี น้ำ ยีสต์ น้ำตาล เนย ผงฟู แครอท โดยใช้เครื่องปั่นสับ (chopper) เป็นเวลา 1 นาที แล้วนำมาขนาดด้วยมือจนเป็นเนื้อเดียวกัน พักแป้งโดทิ้งไว้ ประมาณ 20 นาที

3.) รีดโคให้เป็นแผ่นบางด้วยเครื่องรีด ระยะห่างลูกกลิ้งเบอร์ 5 ได้ความหนาแผ่นโคประมาณ 1.5 มิลลิเมตร ตัดให้เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดกว้าง และยาว 4 เซนติเมตร แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 145°C เป็นเวลา 6 นาที

ตารางที่ 4.2.1 สูตรพื้นฐานสำหรับการผลิตแครกเกอร์

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
แป้งสาลีเอนกประสงค์	100
เนย	10
น้ำตาลทราย	20
เกลือ	1
ยีสต์	5
ผงฟู	4
แครอท	7.5

3.2.1 การศึกษาปริมาณเนื้อปลาแชลมอนที่เหมาะสมในสูตรผลิตภัณฑ์

ศึกษาอัตราส่วนแป้งสาลีและเศษเนื้อปลาแชลมอนซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักโดยจัดการทดลองแบบ Mixture design 3 การทดลอง (treatment) แปรรูปอัตราส่วนระหว่างแป้งสาลีและเศษเนื้อปลาแชลมอน เปรียบเทียบกับสูตรที่เตรียมจากแป้งสาลีเพียงอย่างเดียว (สูตรควบคุม) ส่วนปริมาณของส่วนผสมอื่นกำหนดให้คงที่ อัตราส่วนที่ศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.2.2 ศึกษาปัจจัยคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ที่ได้ดังนี้

3.2.1.1 การประเมินทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบบริโภคจำนวน 20 คน ให้คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นเมื่อดม กลิ่นเมื่อชิมรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบระดับ 9 คะแนน (1 = ชอบน้อยที่สุดและ 9 = ชอบมากที่สุด) (9-point hedonic scale) คำนวณค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความชอบต่อลักษณะต่างๆ วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความชอบเฉลี่ยตามแผนการทดลองแบบสุ่ม (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

ตารางที่ 4.2.2 อัตราส่วนระหว่างแป้งสาลีต่อเศษเนื้อปลาแชลมอนและปริมาณส่วนผสม
(สูตรปรับปรุงลดปริมาณเกลือ)

ส่วนผสม (กรัม)	อัตราส่วนระหว่างแป้งสาลีต่อเศษเนื้อปลาแชลมอนอบ (น้ำหนัก/น้ำหนัก)			
	100:0	50:50	40:60	30:70
แป้งสาลี	100	50	40	30
เนื้อปลาแชลมอนอบ	0	50	60	70
เนย	10	10	10	10
น้ำตาลทราย	20	20	20	20
ยีสต์	5	5	5	5
ผงฟู	4	4	4	4
น้ำ	14.5	12.7	8.3	9.0

3.2.1.2 การประเมินคุณภาพทางกายภาพ

วิเคราะห์ค่าความแข็ง ค่าสี และปริมาณน้ำอิสระในตัวอย่างแครกเกอร์ปลาแชลมอนที่ได้ ดังวิธีเช่นเดียวกับการศึกษาในข้อ 3.1

3.2.1.3 การศึกษาคุณภาพทางเคมี

วิธีเช่นเดียวกับการศึกษาในข้อ 3.1

3.3 การพัฒนากระบวนการผลิต

ศึกษาปริมาณน้ำมันรำข้าว อุณหภูมิ และเวลาในการอบที่เหมาะสม โดยแปรระดับของปริมาณน้ำมันรำข้าว 3 ระดับ คือ 10, 20 และ 30 กรัมของน้ำมันต่อ 100 กรัมของแป้งและปลาแชลมอน แปรอุณหภูมิในการอบ 3 ระดับ คือ 135, 145 และ 155 °C และแปรเวลาในการอบ 3 ระดับ คือ 5.5, 6 และ 6.5 นาที โดยมีแครกเกอร์ปลาแชลมอนที่ไม่ได้เติมน้ำมันรำข้าวเป็นตัวอย่างควบคุม จากนั้นประเมินคุณภาพของแครกเกอร์ที่ได้โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับการศึกษาในข้อ 3.2.1 เพื่อคัดเลือกระดับปริมาณน้ำมันรำข้าว อุณหภูมิ และเวลาในการอบที่เหมาะสม

3.4 การศึกษาคุณภาพของแครกเกอร์ปลาแชลมอนที่พัฒนาได้

ศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา ปริมาณกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3 จัดทำฉลากโภชนาการ และการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ดังนี้

3.4.1 การประเมินคุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพ (วิธีการเช่นเดียวกับข้อ 3.2.1)

3.4.2 การประเมินคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา

ส่งวิเคราะห์แครกเกอร์ปลาแชลมอนที่พัฒนาได้ ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด โดยวิเคราะห์

- 1.) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic plate count) ตามวิธี BAM (2001), C3
- 2.) ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (Total yeasts and molds count) ตามวิธี AOAC (2010), วิธี 997.02

3.4.3 การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3

ส่งวิเคราะห์ตัวอย่างเนื้อปลาแชลมอนและแครกเกอร์ปลาแชลมอนที่พัฒนาได้ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด โดยวิธี Gas Chromatography (in-house method)

3.4.4 การจัดทำฉลากโภชนาการ

โดยส่งตัวอย่างวิเคราะห์ตามรายการตามข้อกำหนดเพื่อจัดทำฉลากโภชนาการที่กลุ่มวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

3.4.5 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนที่พัฒนาได้

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่พัฒนาได้จากการศึกษาโดยใช้แบบสอบถาม แบบ Central Location Test (CLT) กับผู้บริโภคจำนวน 100 คน เป็นชายและหญิงจำนวนเท่ากัน ช่วงอายุ 11-70 ปี ถามคำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค ความรู้สึกที่มีต่อตัวอย่างโดยการทดสอบปัจจัยคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และ ความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบระดับ 9 คะแนน (1 = ชอบน้อยที่สุดและ 9 = ชอบมากที่สุด) สอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์ และความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ประมวลผลโดยการแจกแจงความถี่และคำนวณค่าเฉลี่ย ด้วยโปรแกรมทางสถิติ

3.5 การศึกษาปริมาณผลผลิตที่ได้ (%yield) และต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

ศึกษาปริมาณผลผลิตที่ได้ของแครกเกอร์ปลาแชลมอนอบ และคำนวณหาต้นทุนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance : ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม SPSS (Version 11.5)

อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ และสารเคมี

แสดงดังภาคผนวก 4.2 ข

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาแชลมอน

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเศษเนื้อติดก้างปลาแชลมอน แสดงในตารางที่ 4.2.3 ความชื้นของปลาแชลมอนดิบมีค่าเท่ากับ 72.23 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง เมื่อนำปลาแชลมอนมา นึ่งให้สุกเป็นเวลา 10 นาที และนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำ ปลาแชลมอนที่ได้ไปหาค่าความชื้น จะได้ความชื้นสุดท้ายของปลาแชลมอนอบมีค่าเท่ากับ 51.54 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง และผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนและไขมันของปลาแชลมอนดิบและอบ มีค่าเท่ากับร้อยละ 20.78, 13.36, 31.49 และ 21.27 ตามลำดับ เศษเนื้อติดก้างของปลาแชลมอนดิบ มีปริมาณกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 เท่ากับ 1,222.24 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง จะเห็นได้ว่ามี ปริมาณค่อนข้างสูงหากเปรียบเทียบกับปลาชนิดอื่นๆ หลังจากได้ปลาแชลมอนที่ผ่านกรรมวิธีการ เตรียมแล้วจะนำเอาปลาแชลมอนที่ได้มาทำการผลิตเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากเศษเนื้อ ปลาแชลมอน

ตารางที่ 4.2.3 องค์ประกอบทางเคมีของเศษเนื้อปลาแชลมอน

องค์ประกอบทางเคมี	เนื้อติดก้าง	
	ปลาแชลมอนดิบ	ปลาแชลมอนหลังนึ่งและอบ
ความชื้น (%wb)	72.23	51.54
โปรตีน (%wb)	20.78	31.49
ไขมัน (%db)	13.36	21.27
กรดไขมันโอเมก้า-3 (mg/100g)	1222.24	ไม่ได้วิเคราะห์

2. การสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

เมื่อทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากเนื้อท้องปลาแชลมอนจากสูตรผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 3 รูปแบบ คือ ข้าวเกรียบปลาแชลมอน ปลาแชลมอนแผ่น และแครกเกอร์ปลาแชลมอน (สูตร ดัดแปลง) ได้ลักษณะของผลิตภัณฑ์จากการอภิปรายกลุ่มโดยกลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุระหว่าง 20-45 ปี จำนวน 8 คน โดยให้ร่วมกันอภิปรายผลิตภัณฑ์ต้นแบบทั้ง 3 ชนิด (ภาพที่ 4.2.1) ผู้อภิปรายกลุ่ม ให้ความเห็นดังตารางที่ 4.2.4 ข้าวเกรียบผสมเนื้อปลาแชลมอนที่ผลิตตามสูตรดังกล่าว พบว่า แผ่น

ข้าวเกรียบมีเนื้อร่วน เมื่อนำไปตากแห้งและทอดผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะกรอบแข็ง และมีกลิ่นคาวของปลาแชลมอนแรง ส่วนผลิตภัณฑ์แชลมอนแผ่น พบว่า มีลักษณะเป็นแผ่นกรอบ ผิวไม่เรียบ มีกลิ่นคาวของปลาแชลมอนปานกลาง เนื้อสัมผัสกรอบแข็ง ส่วนแครกเกอร์ปลาแชลมอนได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นแผ่นมีโพรงอากาศในแผ่นเล็กน้อย มีกลิ่นคาวของปลาแชลมอนต่ำกว่าอีกสองผลิตภัณฑ์ ผู้อภิปรายกลุ่มให้ความเห็นว่ามีแนวโน้มที่จะนำไปพัฒนาต่อได้ และเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถผสมส่วนเนื้อราวท้องของปลาแชลมอนได้ถึงร้อยละ 50 ของน้ำหนักแป้ง หากควรจะมีการปรับรสชาติเนื่องจากมีรสเค็มเกินไป ส่วนผลิตภัณฑ์ปลาแชลมอนแผ่นนั้นมีส่วนประกอบหลักเป็นเนื้อปลา มีกลิ่นคาวปานกลางและน้อยกว่ากลิ่นคาวในข้าวเกรียบปลาแชลมอน หากแต่ในกระบวนการผลิตมีการขึ้นรูปเป็นแผ่นซึ่งทำได้ยากและใช้เวลามาก จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้เลือกผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนเป็นผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาพัฒนาต่อไป โดยได้ทดลองนำผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนที่ลดปริมาณเกลือลงครึ่งหนึ่งไปทดสอบความชอบโดยใช้ Hedonic scale 1-9 และการยอมรับของผู้ทดสอบ โดยทดสอบผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 100 คน ได้ผลดังตารางที่ 4.2.5 และตารางที่ 4.2.6

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส และการยอมรับของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนต้นแบบ พบว่า ทางด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส ความกรอบ และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อย ส่วนทางด้านกลิ่นและรสชาติ ผู้ทดสอบให้คะแนนอยู่ในช่วงเฉย ๆ (ตารางที่ 4.2.5) และจากการทดสอบในครั้งนี้มีข้อเสนอแนะว่า ควรทำให้กลิ่นความลดลง ส่วนการยอมรับของผู้ทดสอบภายหลังจากการทดสอบขนมขบเคี้ยวจากเนื้อท้องปลาแชลมอน ผู้บริโภคให้การยอมรับคิดเป็นร้อยละ 87 ส่วนความเป็นไปได้ที่จะซื้อผลิตภัณฑ์นี้คิดเป็นร้อยละ 40 (ตารางที่ 4.2.6) ส่วนใหญ่ผู้ทดสอบไม่แน่ใจเนื่องจากผู้ทดสอบคิดว่าเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ รวมทั้งยังมีกลิ่นคาวปลาจึงควรปรับปรุงเรื่องการลดกลิ่นคาวของปลาแชลมอน

3. การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิต

3.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

3.1.1 ขนาดของแครกเกอร์ที่จำหน่ายในท้องตลาด

จากผลการสำรวจพบว่าผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เมื่อนำมาแบ่งตามขนาดสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่ 1 โอเคทิน และไฮแคร็ก กลุ่มที่ 2 เนลี คราวน์ เมจิเพลน และฮับสิ่ง กลุ่มที่ 3 อิมพีเรียล โฮมมี่ และดอกบัว ชนิดและขนาดของแครกเกอร์แสดงดังตารางที่ 4.2.7 ซึ่งขนาดเฉลี่ยของแครกเกอร์ในท้องตลาดส่วนใหญ่จะเป็นขนาดในกลุ่มที่ 2 จึงได้นำมาเป็นค่าขนาดอ้างอิงเพื่อ

ใช้ผลิตแครกเกอร์ต้นแบบในการศึกษานี้ โดยกำหนดให้มีความกว้างและยาว 4 เซนติเมตร หนา 0.15 เซนติเมตร



ภาพที่ 4.2.1ก ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาแซลมอนจากการทดลองสูตรพื้นฐาน



ภาพที่ 4.2.1ข ผลิตภัณฑ์ปลาแซลมอนแผ่นจากการทดลองสูตรพื้นฐาน



ภาพที่ 4.2.1ค ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแซลมอนจากการทดลองสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 4.2.4 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากเนื้อราวท้องปลาแชลมอนจากผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 3 รูปแบบ

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ข้าวเกรียบปลาแชลมอน	ปลาแชลมอนแผ่น	แครกเกอร์ปลาแชลมอน
ลักษณะปรากฏ	ไม่พอง แข็ง	ลักษณะแผ่นไม่เรียบ	เป็นแผ่นผิวหน้าเรียบ ค่อนข้างสม่ำเสมอ
สี	สีเหลืองอ่อน	สีน้ำตาลค่อนข้างเข้ม	สีน้ำตาลอมเหลือง
กลิ่น	มีกลิ่นคาวปลามาก	มีกลิ่นคาวปลาปานกลาง	มีกลิ่นคาวปลาเล็กน้อย
รสชาติ	เผ็ดพริกไทยเกินไป	รสชาติจืด	รสชาติเค็มเกินไป
ความกรอบ	แข็งกระด้าง	กรอบแข็ง	กรอบ

ตารางที่ 4.2.5 ผลการทดสอบความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนต้นแบบขั้นต้น

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบเฉลี่ย	ระดับความชอบ
ลักษณะปรากฏ	6.75±1.18	ชอบเล็กน้อย
สี	6.80±1.33	ชอบเล็กน้อย
กลิ่น	5.18±1.58	เฉยๆ
รสชาติ	5.70±1.71	เฉยๆ
เนื้อสัมผัส	6.23±1.27	ชอบเล็กน้อย
ความกรอบ	6.58±1.42	ชอบเล็กน้อย
ความชอบโดยรวม	6.20±1.36	ชอบเล็กน้อย

ตารางที่ 4.2.6 การยอมรับของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนต้นแบบขั้นต้น

ข้อมูลด้านการทดสอบผลิตภัณฑ์	ร้อยละ
การยอมรับผลิตภัณฑ์	
ยอมรับ	87
ไม่ยอมรับ	13
ความเป็นไปได้ในการซื้อผลิตภัณฑ์	
ซื้อ	40
ไม่แน่ใจ	54
ไม่ซื้อ	6

ตารางที่ 4.2.7 ค่าเฉลี่ยความกว้าง ยาว และหนาของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ทางการค้าที่สำรวจ 9 ชนิด

กลุ่มที่	ผลิตภัณฑ์	ความกว้าง (ซม.) ¹	ความยาว(ซม.) ¹	ความหนา (ซม.) ¹
1	โอเคทิน, ไฮแคร์ก	3.31±0.41 ^c	3.61±0.04 ^c	0.20±0.06 ^a
2	เนลี, คราวน์, เมจิเพลน, ฮับเส็ง	4.49 ±0.11 ^b	4.42±0.15 ^a	0.18±0.39 ^a
3	อิมพีเรียล, โฮมมี, ดอกบัว	4.09 ±0.35 ^b	6.03±0.50 ^a	0.17±0.67 ^a

¹ ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ที่มีอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

3.1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวประเภทแครกเกอร์ในท้องตลาด

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวทั้ง 9 ยี่ห้อที่จำหน่ายในท้องตลาดแสดงดังตารางที่ 4.2.8 จากการศึกษาพบว่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ร้อยละ 1.57 – 3.26 ซึ่งปริมาณความชื้นที่วัดได้อยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานอุตสาหกรรมของขนมปังกรอบ ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 4 ปริมาณไขมันร้อยละ 16.84 – 20.08 ปริมาณเถ้าร้อยละ 1.72 – 2.21 และปริมาณโปรตีนร้อยละ 6.76 – 9.04 เมื่อนำผลมาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของตัวอย่างแบ่งตามขนาดพบว่า ปริมาณความชื้นของตัวอย่างกลุ่มที่ 2 จะมีปริมาณความชื้นของบางตัวอย่างที่สูงกว่ากลุ่มอื่น มีปริมาณเถ้าใกล้เคียงกันทุกกลุ่ม องค์ประกอบทางด้านเคมีที่ต่างกันของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่สำรวจ อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของแหล่งวัตถุดิบ กรรมวิธีการผลิตและอัตราส่วนหรือสัดส่วนในการผลิตที่ต่างกัน

3.1.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวประเภทแครกเกอร์ในท้องตลาด

ผลการศึกษาค่าความแข็งและค่าสีของแครกเกอร์ทั้ง 9 ยี่ห้อ แสดงดังตารางที่ 4.2.9 พบว่าผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ทั้ง 9 ชนิดมีค่าความแข็งอยู่ระหว่าง 559.68 – 959.61 กรัม โดยผลิตภัณฑ์ในกลุ่มที่ 2 จะมีค่าความแข็งสูงกว่าทุกกลุ่ม อาจเป็นผลเนื่องมาจากวัตถุดิบ กรรมวิธีการผลิตแครกเกอร์ และสัดส่วนของส่วนผสมในการผลิตในแต่ละยี่ห้อไม่เท่ากันจึงส่งผลต่อค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

ส่วนค่าสีของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ (ตารางที่ 4.2.9) พบว่าค่า L* มีค่า 65.49–71.73 ค่า a* มีค่า 5.69 – 11.68 และค่า b* มีค่า 31.07 – 34.80 เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่ม พบว่า

ค่า L^* ในแต่ละกลุ่มมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่า a^* พบว่า ในกลุ่มที่ 1 มีค่ามากกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ในกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีค่า a^* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนค่า b^* ทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อาจเป็นผลเนื่องมาจากวัตถุดิบและกระบวนการผลิตของแต่ละตัวอย่างแตกต่างกันจึงส่งผลต่อค่าความสว่าง (L^*) ที่แตกต่างกันของผลิตภัณฑ์

ส่วนค่า a_w ของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ทั้ง 9 ชนิด พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.14 – 0.25 (ตารางที่ 4.2.9) เมื่อนำตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ในแต่ละกลุ่มมาเทียบพบว่าในกลุ่มที่ 2 ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ยี่ห้อคราวน์ มีค่า a_w สูงที่สุด อาจเนื่องมาจากความแตกต่างกันของวัตถุดิบ กระบวนการผลิต ชนิดของบรรจุภัณฑ์และการเก็บรักษาในแต่ละสถานที่จำหน่ายของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.2.8 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ทางการค้าที่สำรวจ 9 ชนิด

กลุ่มที่	ผลิตภัณฑ์ ²	ความชื้น ¹ (% wb)	เถ้า ¹ (% wb)	โปรตีน ¹ (% wb)	ไขมัน ¹ (% db)
1	โอเคทิน, ไฮแคร็ก	1.62±0.64 ^b	2.21±0.91 ^a	8.86±0.08 ^a	20.08±2.79 ^a
	เนลี, คราวน์, เมจิเพลน, ฮับเส็ง	3.26±2.03 ^a	2.08±0.33 ^a	9.04±0.95 ^a	16.84±8.90 ^a
3	อิมพีเรียล, โทมมี่, ดอกบัว	1.57±0.51 ^b	1.72±0.46 ^a	6.76±1.07 ^b	17.31±1.84 ^a

¹ ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ที่มีอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

² TIST (Thai industrial standard institute) กำหนดให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ มีปริมาณไม่เกินร้อยละ 4

ตารางที่ 4.2.9 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ทางการค้าที่สำรวจ 9 ชนิด

กลุ่มที่	ผลิตภัณฑ์	a_w^1	Hardness (กรัม) ²	L^*^1	a^*^1	b^*^1
1	โอเคทิน, ไฮแคร็ก	0.161±0.093 ^b	559.68±128.25 ^c	65.49 ^c ±0.28	11.68 ^a ±4.65	31.07 ^a ±8.22
2	เนลี, คราวน, เมจิเพลน, ฮับเส็ง	0.253±0.117 ^a	959.61±154.04 ^a	68.82 ^b ±2.60	5.69 ^b ±2.03	34.00 ^a ±1.95
3	อิมพีเรียล, โสมมี, ดอกบัว	0.140±0.047 ^b	815.14±83.01 ^b	71.73 ^a ±1.30	5.69 ^b ±0.73	34.80 ^a ±3.04

¹ ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 5 ซ้ำ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

² ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 15 ซ้ำ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

3.2 การพัฒนาสูตร

3.2.1 การศึกษาอัตราส่วนระหว่างปริมาณแป้งสาลีและปริมาณเศษเนื้อปลาแชลมอนที่เหมาะสม

3.2.1.1 ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ และค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w) ของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่ผลิตจากเศษเนื้อปลาแชลมอนที่สัดส่วนแตกต่างกัน

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์หลังจากอบครบตามเวลาที่กำหนดแล้วไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากการควบคุมเพื่อมีความชื้นอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน ส่วนค่า a_w เพิ่มขึ้นตามปริมาณเศษเนื้อปลาที่เพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.2.10

3.2.1.2 ค่าความแข็ง (hardness) และค่า L^* , a^* และ b^* ของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่ผลิตจากเศษเนื้อปลาแชลมอนที่สัดส่วนแตกต่างกัน

ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณอัตราส่วนของเศษเนื้อปลาแชลมอนมากขึ้น และค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ที่มีเศษเนื้อปลาแชลมอนผสมอยู่มีค่าน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างผลิตภัณฑ์ชุดควบคุมที่ไม่มีเศษเนื้อปลาแชลมอนผสมอยู่ ดังแสดงในตารางที่ 4.2.10 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเศษเนื้อปลาแชลมอนมี

ความชื้นเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูงเมื่อนำมาผสมในสัดส่วนที่มากขึ้น ทำให้มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความแข็งในผลิตภัณฑ์ลดลง

ค่าความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่เตรียมจากแป้งสาลีและเศษเนื้อปลาแชลมอนที่มีสัดส่วนแตกต่างกันมีค่าน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่เตรียมจากแป้งสาลีเพียงอย่างเดียวหรือสูตรควบคุม และเมื่อพิจารณาอัตราส่วนระหว่างแป้งสาลีต่อปลา พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อปลาแชลมอน ค่าความสว่าง (L^*) มีค่าลดลง เนื่องจากเนื้อปลาแชลมอนมีสีเข้มอ่อน เมื่อผ่านการอบจึงทำให้สีของผลิตภัณฑ์เข้มขึ้น ค่าความสว่างจึงลดลง เมื่อปริมาณแชลมอนเพิ่มขึ้นค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) นั้นเมื่อปริมาณเศษเนื้อปลาแชลมอนเพิ่มขึ้นมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.2.10

ตารางที่ 4.2.10 องค์ประกอบทางด้านเคมีและกายภาพของแครกเกอร์ปลาแชลมอนที่แปรอัตราส่วนแป้งสาลีต่อเนื้อปลาแชลมอน

แป้ง: ปลา	ความชื้น ผลิตภัณฑ์ ² (% wb)	aw^2	Hardness ¹ (กรัม)	L^*^1	a^*^1	b^*^1
100 : 0	5.60±0.06 ^a	0.114±0.015 ^d	577.64±46.85 ^a	69.79±2.19 ^a	7.16±1.26 ^c	38.13±0.89 ^b
50 : 50	5.57±0.04 ^a	0.357±0.005 ^c	143.70±29.44 ^c	62.29±0.58 ^b	13.76±0.52 ^b	41.52±1.13 ^a
40 : 60	5.30±0.31 ^a	0.429±0.025 ^b	255.28±25.08 ^b	62.35±1.33 ^b	15.68±1.10 ^a	40.78±1.91 ^a
30 : 70	5.99±0.07 ^a	0.531±0.029 ^a	148.18±33.80 ^c	57.40±1.54 ^c	15.84±0.92 ^a	39.82±1.58 ^{ab}

¹ ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 5 ซ้ำ ที่มีอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

² ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ที่มีอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

3.2.1.3 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่ผลิตจากเศษเนื้อปลาแชลมอนที่สัดส่วนแตกต่างกัน

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากเนื้อปลาแชลมอนที่มีอัตราส่วนระหว่างแป้งสาลีต่อปลาแตกต่างกัน พบว่า อัตราส่วนของแป้งต่อปลามีผลทำให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกด้านของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติและความชอบรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.2.11 โดยแครกเกอร์ปลา

แชลมอนที่ใช้อัตราส่วนระหว่างแป้งสาลีต่อเศษเนื้อปลา 50:50 (w/w) ได้รับคะแนนโดยรวมในทุกลักษณะสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เตรียมจากอัตราส่วนอื่นที่ทำการทดลอง และได้รับคะแนนในทุกลักษณะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับผลิตภัณฑ์ที่เตรียมจากแป้งสาลีเพียงอย่างเดียว โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมที่ระดับความชอบปานกลาง (7.08 ± 1.10) ดังนั้นจึงได้เลือกอัตราส่วนดังกล่าวมาทำการศึกษาหาสภาวะการผลิตที่เหมาะสมต่อไป

ตารางที่ 4.2.11 คะแนนความชอบเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนที่มีอัตราส่วนแป้งสาลีต่อปลาที่แตกต่างกัน

แป้ง : ปลา	คะแนนความชอบเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ¹					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	กลิ่นรส	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
100 : 0	6.65 \pm 1.50 ^{ab}	6.55 \pm 1.85 ^{ab}	6.85 \pm 1.60 ^a	6.90 \pm 1.71 ^a	7.10 \pm 1.55 ^a	7.20 \pm 1.40 ^a
50 : 50	6.80 \pm 0.70 ^{ab}	6.50 \pm 1.43 ^b	6.60 \pm 1.60 ^a	6.90 \pm 1.29 ^a	7.05 \pm 1.28 ^a	7.08 \pm 1.10 ^a
40 : 60	5.95 \pm 1.64 ^b	5.70 \pm 1.59 ^b	5.20 \pm 1.61 ^b	5.10 \pm 1.74 ^b	4.85 \pm 1.76 ^b	4.85 \pm 1.63 ^c
30 : 70	6.85 \pm 1.18 ^a	6.80 \pm 1.19 ^a	6.10 \pm 1.68 ^{ab}	5.95 \pm 1.54 ^{ab}	5.65 \pm 1.39 ^b	5.80 \pm 1.15 ^b

¹ ค่าเฉลี่ยจากผู้ทดสอบ 20 คน ที่มีอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

3.3 การพัฒนากระบวนการผลิต

3.3.1 ผลของการเติมน้ำมันรำข้าวต่อปริมาณความชื้น และปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์

จากผลการทดลองพบว่าปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำมันรำข้าวเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.2.2 ซึ่งผลการทดลองที่อุณหภูมิ 135 และ 145°C เป็นไปในทำนองเดียวกัน (ตารางภาคผนวก 4.2ง) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากน้ำมันรำข้าวจะไปเคลือบที่ผิวและแทรกซึมเข้าไปในแป้งโด และมีความเสถียรที่อุณหภูมิสูง (พันธิพาและคณะ, ม.ป.ป.) การเคลือบที่ผิวของน้ำมันรำข้าวนี้ทำให้น้ำที่อยู่ภายในของชิ้นผลิตภัณฑ์บางส่วนไม่สามารถระเหยออกมาได้ ดังนั้นเมื่อเติมน้ำมันรำข้าวในปริมาณที่มากขึ้นเป็น 20 และ 30 กรัมต่อ 100 กรัมแป้ง จึงทำให้มีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำมันอยู่ในผลิตภัณฑ์หลังทำการอบเพิ่มตามไปด้วย

3.3.2 ผลของการเติมน้ำมันต่อค่า a_w และความแข็งของผลิตภัณฑ์

เมื่อปริมาณน้ำมันรำข้าวเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่า a_w เพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.2.3 และในขณะเดียวกันส่งผลให้ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับค่าปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันที่เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากน้ำมันรำข้าวไปเคลือบบนแผ่นผลิตภัณฑ์และแทรกซึมเข้าไปอยู่ในแป้งโด และมีคุณสมบัติเสถียรที่ความร้อนสูง ดังนั้นจึงเป็นตัวที่ขัดขวางไม่ให้ความชื้นบางส่วนออกไปจากผลิตภัณฑ์ได้

3.3.3 ผลของการเติมน้ำมันรำข้าวต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์

เมื่อปริมาณน้ำมันรำข้าวเพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง (L^*) และค่าความเป็นสีเหลือง-เขียว (b^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.2.4 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากน้ำมันรำข้าวมีสีเหลือง ใส เมื่อเติมลงไปในผลิตภัณฑ์ที่มีแป้งสาลีและปลาแชลมอนเป็นองค์ประกอบหลัก ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองมากขึ้นและมีความสว่างลดลง ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการของตัวผลิตภัณฑ์ การเติมน้ำมันรำข้าวลงไปนั้นทำให้สีของผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a^*) ของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกันมากนัก

3.3.4 ผลของอุณหภูมิและเวลาในการอบที่มีต่อความชื้น และปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์

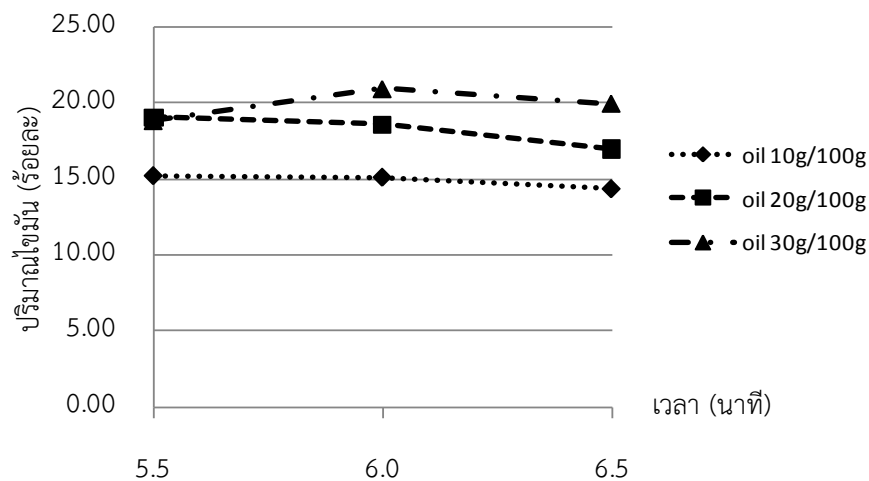
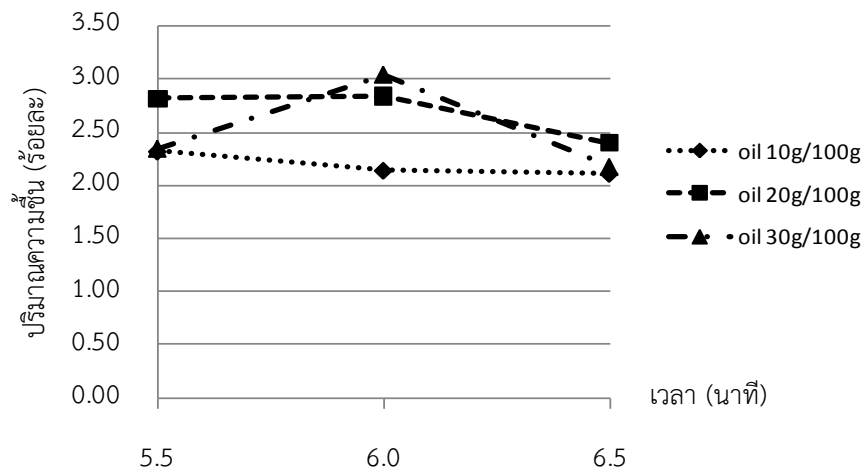
เมื่ออุณหภูมิและเวลาในการอบเพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่เติมน้ำมันรำข้าว 10 กรัมต่อ 100 กรัม มีค่าลดลง ส่วนปริมาณไขมันนั้นผลที่ได้ยังไม่ชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 4.2.5 ซึ่งผลการทดลองในตัวอย่างที่เติมน้ำมันรำข้าวที่ 20 และ 30 กรัมต่อ 100 กรัม และอบที่อุณหภูมิ 135 และ 145 °C เป็นเวลา 5.5, 6 และ 6.5 นาที ให้ผลการทดลองที่เป็นแนวโน้มเป็นในทางเดียวกัน

3.3.5 ผลของอุณหภูมิและเวลาในการอบต่อค่า a_w และความแข็งของผลิตภัณฑ์

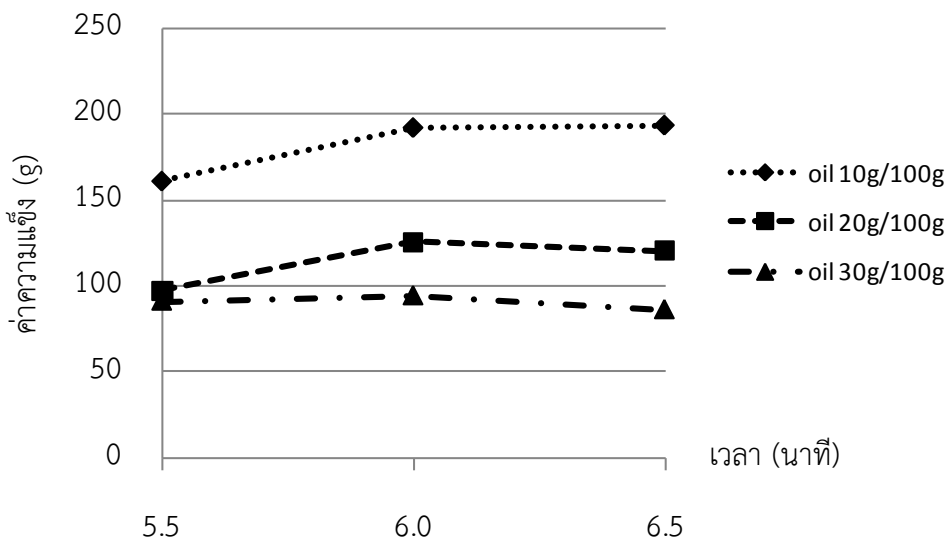
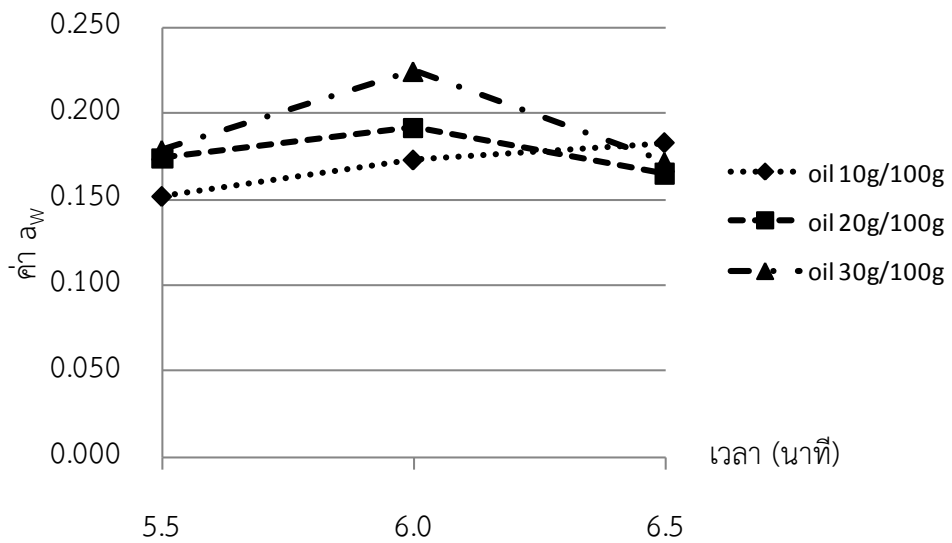
ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง ในขณะเดียวกันค่าความแข็งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิและเวลาในการอบเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.2.6 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการอบที่อุณหภูมิสูงและเป็นเวลานานขึ้นทำให้น้ำระเหยออกจากผลิตภัณฑ์มากขึ้นส่งผลให้ค่า a_w มีค่าลดลงและทำให้ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งผลการทดลองในตัวอย่างที่เติมน้ำมันรำข้าวที่ 20 และ 30 กรัมต่อ 100 กรัม และอบที่อุณหภูมิ 135 และ 145 °C เป็นเวลา 5.5, 6 และ 6.5 นาที ให้ผลการทดลองที่เป็นแนวโน้มเป็นในทางเดียวกัน

3.3.6 ผลของอุณหภูมิและเวลาในการอบต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์

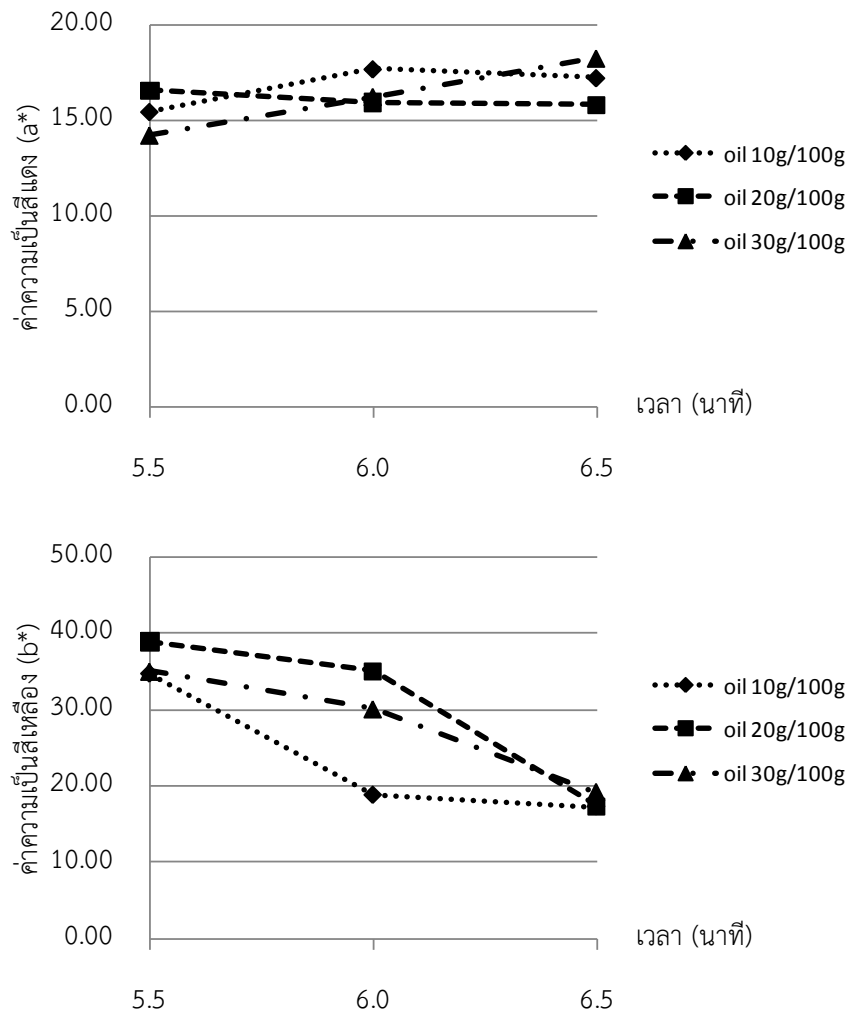
ผลของอุณหภูมิและเวลาในการอบต่อค่าสี พบว่าเมื่ออุณหภูมิและเวลาในการอบเพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง (L^*) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) ของตัวอย่างที่เติมน้ำมันรำข้าว 10 กรัม ต่อ 100 กรัม มีแนวโน้มลดลง แต่ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น กล่าวคือผลิตภัณฑ์มีสีเข้มและเหลืองมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.2.7 และตารางที่ 4.2.12 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นและเวลาในการอบที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีโอกาสเกิดปฏิกิริยา Maillard ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างกรดอะมิโนและน้ำตาลรีดิวซ์มากขึ้น ส่งผลให้เกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในแครกเกอร์ปลาทูน่า (วิภาดา, 2542)



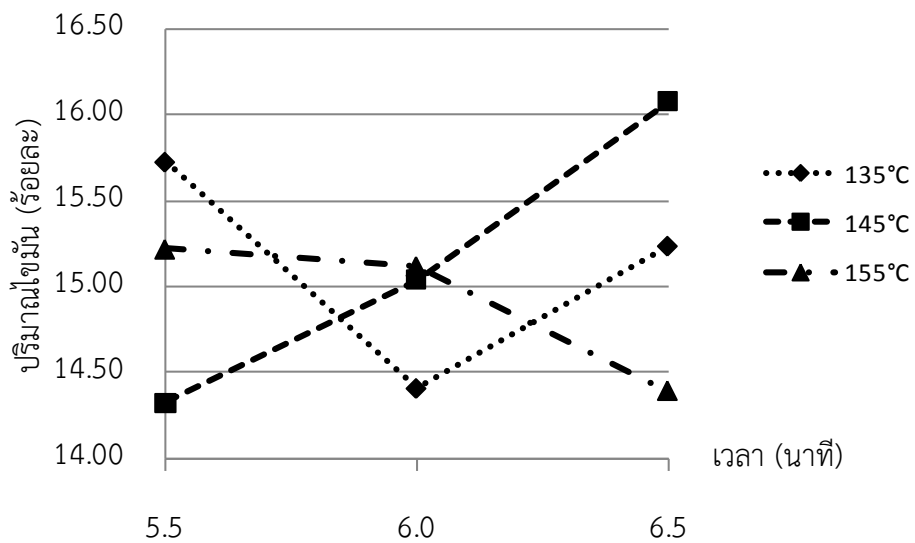
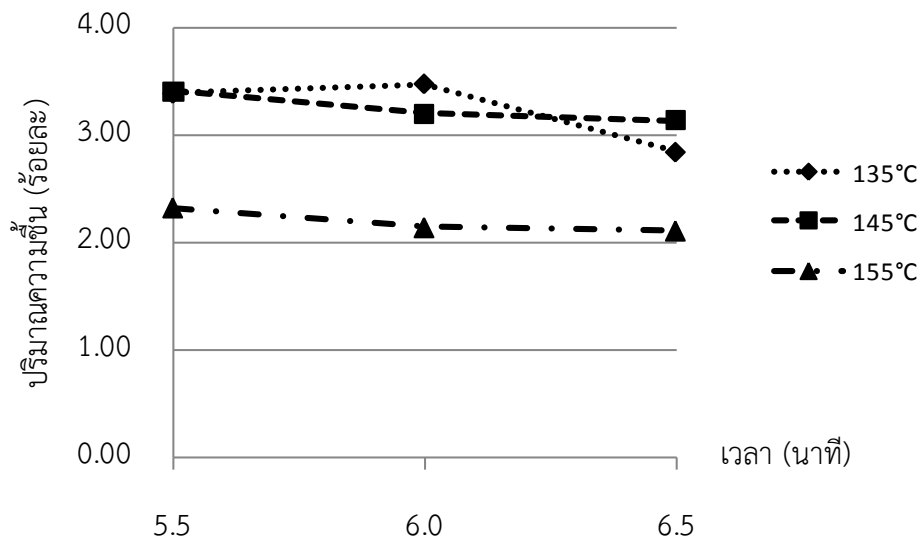
ภาพที่ 4.2.2 ปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันในแครกเกอร์ปลาแชลมอนที่เติมน้ำมันรำข้าว ปริมาณ 10, 20 และ 30 กรัม/ 100 กรัม แป้ง อบที่อุณหภูมิ 155°C นาน 5.5, 6.0 และ 6.5 นาที



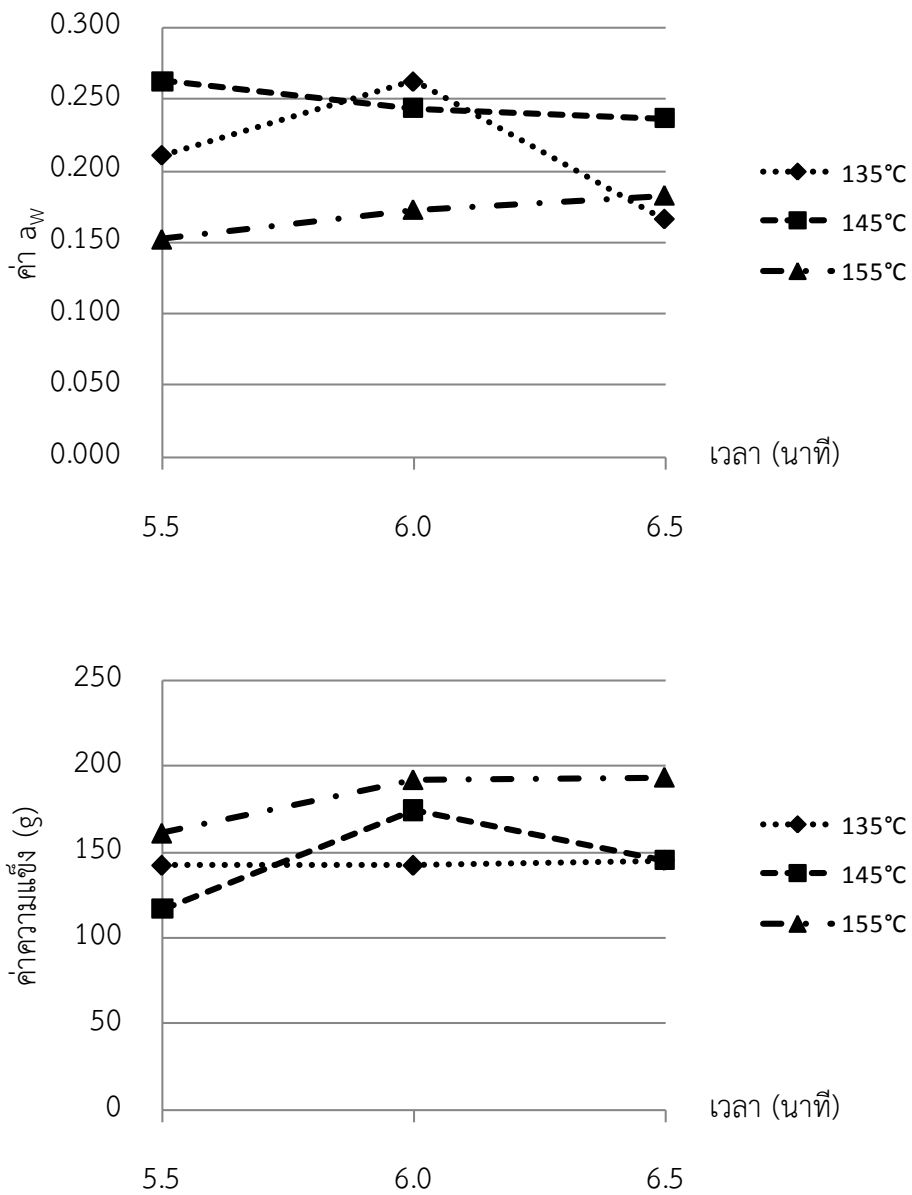
ภาพที่ 4.2.3 ค่า a_w และค่าความชื้นของแครกเกอร์ปลาแชลมอนที่เติมน้ำมันรำข้าวปริมาณ 10, 20 และ 30 กรัม/100 กรัมแป้ง อบที่อุณหภูมิ 155°C นาน 5.5, 6.0 และ 6.5 นาที



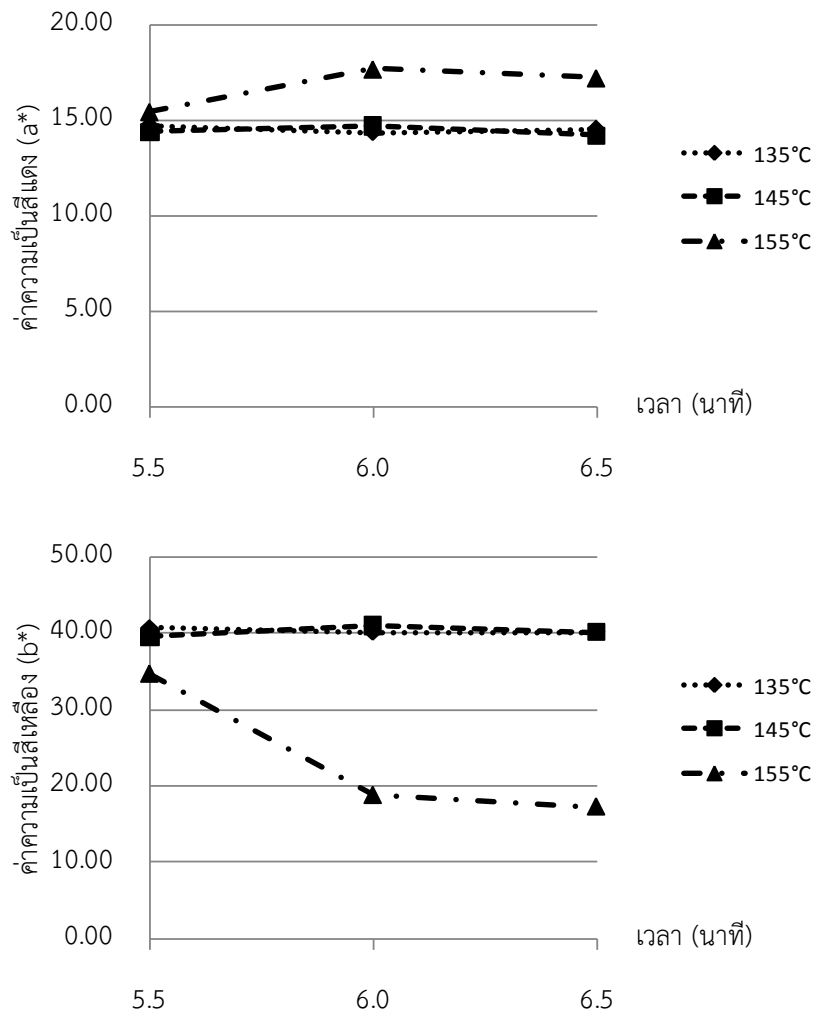
ภาพที่ 4.2.4 ค่าสี CIE L*a*b* ของแครกเกอร์ปลาแชลมอนที่เติมน้ำมันรำข้าวปริมาณ 10, 20 และ 30 กรัม/ 100 กรัมแป้ง อบที่อุณหภูมิ 155°C นาน 5.5, 6.0 และ 6.5 นาที



ภาพที่ 4.2.5 ปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันในแครกเกอร์ปลาแชลมอนที่เติมน้ำมันรำข้าว ปริมาณ 10 กรัม/ 100 กรัมแป้ง อบที่อุณหภูมิ 135, 145 และ 155°C นาน 5.5, 6.0 และ 6.5 นาที









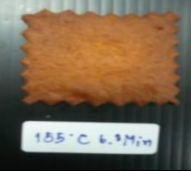






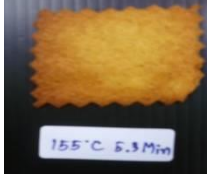
















ภาพที่ 4.2.6 ค่า a_w และค่าความชื้นของแครกเกอร์ปลาแชลมอนที่เติมน้ำมันรำข้าวปริมาณ 10 กรัม/ 100 กรัมแป้ง อบที่อุณหภูมิ 135, 145 และ 155°C นาน 5.5, 6.0 และ 6.5 นาที


















ภาพที่ 4.2.7 ค่าสี CIE L*a*b* ของแครกเกอร์ปลาแชลมอนที่เติมน้ำมันรำข้าวปริมาณ 10 กรัม/100 กรัม แป้ง อบที่อุณหภูมิ 135, 145 และ 155°C นาน 5.5, 6.0 และ 6.5 นาที

ตารางที่ 4.2.12 ลักษณะของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่มีปริมาณน้ำมันรำข้าว 10, 20 และ 30 กรัม/100 กรัมแป้ง อบที่อุณหภูมิ 135, 145 155°C และเวลา 5.5, 6, 6.5 นาที

ปริมาณ น้ำมัน (กรัม/100 กรัมแป้ง)	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)			
		5.5	6	6.5	
10	135				
					
					
	145	145			
					
					
	20	135			
					
					
145		145			
155		155			

ตารางที่ 4.2.12 (ต่อ) ลักษณะของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่มีปริมาณน้ำมันรำข้าว 10, 20 และ 30 กรัม/100 กรัมแป้ง อบที่อุณหภูมิ 135, 145 155 °C และเวลา 5.5, 6, 6.5 นาที

ปริมาณ น้ำมัน (กรัม/100 กรัมแป้ง)	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)					
		5.5	6	6.5			
30	135						
							
							
	145	145					
			155	155			

3.3.7 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่ผลิตในสถานะที่แตกต่างกัน มีลักษณะปรากฏที่แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 4.2.12 จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนที่เติมน้ำมันรำข้าว 10 กรัมต่อ 100 กรัมแป้ง อบที่อุณหภูมิ 145 °C เป็นเวลา 5.5 นาที มีคะแนนเฉลี่ยในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติและความชอบรวมมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.2.13 ซึ่งผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบที่ระดับความชอบโดยรวมปานกลาง ดังนั้นจึงได้เลือกสัดส่วนดังกล่าวมาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคและวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการ คุณภาพทางเคมี กายภาพและจุลชีววิทยาต่อไป

ตารางที่ 4.2.13 คะแนนความชอบเฉลี่ยจากการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่เติมน้ำมันรำข้าว 10 กรัมต่อแป้ง 100 กรัม

อุณหภูมิ °C	เวลา (นาที)	คะแนนความชอบเฉลี่ยเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ¹						
		ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	กลิ่นรส	รสชาติ	ความ กรอบ	ความชอบ รวม
135	5.5	7.15 ^{ab}	7.25 ^{ab}	6.48 ^{ab}	6.31 ^{ab}	6.64 ^{abc}	6.88 ^{abc}	6.84 ^{ab}
		±1.05	±1.19	±1.06	±1.44	±1.52	±1.16	±1.09
	6	7.00 ^{ab}	6.85 ^{bc}	6.20 ^{abc}	6.06 ^{ab}	6.98 ^{ab}	7.05 ^{abc}	7.00 ^a
		±0.99	±1.23	±1.38	±1.45	±1.37	±1.22	±1.11
	6.6	4.55 ^d	4.18 ^c	5.88 ^{bc}	6.03 ^{bc}	6.30 ^{bc}	7.33 ^a	6.05 ^c
		±1.55	±1.65	±1.44	±1.59	±1.60	±0.97	±1.03
145	5.5	7.50 ^a	7.55 ^a	6.65 ^a	6.96 ^a	7.52 ^a	7.25 ^{ab}	7.35 ^a
		±1.30	±1.26	±1.51	±1.50	±1.43	±1.01	±1.10
	6	6.83 ^b	6.55 ^c	6.63 ^a	6.75 ^{ab}	6.75 ^{abc}	7.28 ^a	6.80 ^{ab}
		±1.28	±1.45	±1.25	±1.35	±1.49	±1.11	±1.18
	6.6	5.68 ^c	5.53 ^d	6.28 ^{abc}	6.38 ^{ab}	6.58 ^{abc}	6.94 ^{abc}	6.28 ^{bc}
		±1.67	±1.84	±1.28	±1.27	±1.26	±1.36	±1.22
155	5.5	5.83 ^c	5.68	6.13 ^{abc}	5.99 ^c	6.05 ^c	6.98 ^{abc}	6.21 ^{bc}
		±1.39	±1.47 ^b	±1.38	±1.64	±1.63	±1.17	±1.38
	6	4.85 ^d	4.65 ^e	5.78 ^c	5.56 ^c	5.36 ^d	6.54 ^c	5.45 ^b
		±1.55	±1.67	±1.31	±1.55	±1.56	±1.31	±1.54
	6.6	3.53 ^e	3.35 ^f	5.15 ^b	4.48 ^a	4.48 ^e	6.67 ^{bc}	4.35 ^e
		±1.36	±1.58	±1.23	±1.63	±1.74	±1.26	±1.82

¹ ค่าเฉลี่ยจากผู้ทดสอบ 30 คน ที่มีอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

3.4 การศึกษาคุณภาพของแครกเกอร์ปลาแชลมอนที่พัฒนาได้

3.4.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมี ปริมาณกรดไขมันโอเมก้า 3 คุณภาพทางกายภาพ และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนที่พัฒนาได้

ค่าคุณภาพทางเคมี กายภาพและจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากเศษเนื้อติดก้างปลาแชลมอนที่พัฒนาขึ้นแสดงดังตารางที่ 4.2.14 จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มีค่าร้อยละ 2.34 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานอุตสาหกรรมขนมปังกรอบกำหนดไว้ที่ไม่เกินร้อยละ 4 สำหรับค่าโปรตีนมีค่าร้อยละ 16.17 ซึ่งแครกเกอร์ที่จำหน่ายทั่วไปในท้องตลาดมีปริมาณโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 6.76-9.04 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่พัฒนาขึ้นมีปริมาณโปรตีนมากกว่าแครกเกอร์ที่จำหน่ายทั่วไปในตลาดประมาณเกือบ 2 เท่า ส่วนค่าปริมาณไขมันในแครกเกอร์ที่พัฒนาขึ้นมีค่าร้อยละ 19.62 ซึ่งไม่แตกต่างจากแครกเกอร์ทางการค้า ค่าปริมาณกรดไขมันโอเมก้า 3 มีปริมาณลดลงประมาณครึ่งหนึ่งของปริมาณกรดไขมันโอเมก้า 3 ที่มีอยู่ในวัตถุดิบเศษเนื้อติดก้างของปลาแชลมอนสด ส่วนปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีค่า 0.11 ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่แตกต่างกับแครกเกอร์ทางการค้า ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่พัฒนาขึ้นมีค่า 242.21 กรัม ซึ่งน้อยกว่าแครกเกอร์ทางการค้า อาจเนื่องมาจากกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน และส่วนผสมที่ใช้มีความแตกต่างกัน จึงทำให้ค่าความแข็งที่ได้แตกต่างกันไปด้วย ส่วนค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) มีค่า 61.34, 15.15 และ 44.51 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกับแครกเกอร์ที่จำหน่ายในตลาด ส่วนค่าคุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ค่า Aerobic plate count และปริมาณยีสต์และรา มีค่า 4.4×10^2 และ 6.8×10^2 cfu/กรัม ตามลำดับ นั้น อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่ผลิตจากเศษเนื้อติดก้างของปลาแชลมอนมีค่าโปรตีนและกรดไขมันโอเมก้า 3 ที่มากกว่าแครกเกอร์ที่จำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด ซึ่งให้ประโยชน์แก่ผู้บริโภคที่ต้องการบริโภคผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ

ตารางที่ 4.2.14 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากเศษปลาแชลมอนที่พัฒนาได้

ค่าที่วิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์
ความชื้น (% wb)	2.34±0.09
โปรตีน (% wb)	16.17±0.53
ไขมัน (% db)	19.62±0.99
กรดไขมันโอเมก้า-3 (mg/100 g)	635.55
ปริมาณน้ำอิสระ (a _w)	0.11±0.00
ความแข็ง (g)	242.11±21.69
ความสว่าง (L*)	61.34±1.05
ความเป็นสีแดง (a*)	15.15±0.30
ความเป็นสีเหลือง (b*)	44.51±0.72
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/กรัม)	4.4×10 ²
ยีสต์และรา (cfu/กรัม)	6.8×10 ²

3.4.2 ผลการศึกษาข้อมูลโภชนาการของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนและแครกเกอร์ทางการค้า

แครกเกอร์แชลมอนที่พัฒนาขึ้นมี 30 กรัมต่อหนึ่งหน่วยบริโภคซึ่งเท่ากับหน่วยบริโภคของแครกเกอร์ทางการค้า เมื่อนำมาคิดตามร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำต่อวัน (Percent Thai RDI) สำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป โดยคิดจากความต้องการวันละ 2,000 กิโลแคลอรี พบว่ามีค่าพลังงานทั้งหมด 140 กิโลแคลอรี คิดเป็นพลังงานจากไขมัน 50 กิโลแคลอรี มีปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 9 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าในแครกเกอร์ทางการค้า ยี่ห้อเนลลี่ ดังแสดงในตารางที่ 4.2.15 ค่าโซเดียม คิดเป็นร้อยละ 11 เท่ากันทั้งในแครกเกอร์แชลมอนและแครกเกอร์ทางการค้า ส่วนค่าวิตามินเอ วิตามินบีหนึ่ง และวิตามินบีสอง แคลเซียม และเหล็ก พบว่ามีค่าร้อยละ 4, 4, 4, 2 และ น้อยกว่าร้อยละ 2 ตามลำดับ ในแครกเกอร์แชลมอนที่พัฒนาขึ้น ส่วนในแครกเกอร์ทางการค้า ยี่ห้อเนลลี่ ไม่พบการรายงานของค่าดังกล่าว ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าแครกเกอร์แชลมอนที่ได้มีคุณค่าทางโภชนาการไม่แตกต่างกันกับแครกเกอร์ทางการค้า ทั้งยังให้ประโยชน์ในแง่ของปริมาณไขมันทั้งหมดที่น้อยกว่าและมีวิตามินเอ บีหนึ่ง บีสอง แคลเซียม และเหล็กครบถ้วน อาจถือได้ว่าเป็นขนมขบเคี้ยวที่ให้คุณค่าทางโภชนาการ

ตารางที่ 4.2.15 ข้อมูลโภชนาการของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนและแครกเกอร์ทางการค้า

ข้อมูลโภชนาการ	ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน (Percent Thai RDI) ¹	
	แครกเกอร์ปลาแชลมอน	แครกเกอร์ทางการค้า
หนึ่งหน่วยบริโภค	18 ชิ้น (30 กรัม)	30 กรัม
พลังงานทั้งหมด	140 กิโลแคลอรี	150 กิโลแคลอรี
พลังงานจากไขมัน	50 กิโลแคลอรี	-
ไขมันทั้งหมด	9%	11%
ไขมันอิ่มตัว	8%	-
โคเลสเตอรอล	5%	-
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	5%	7%
ใยอาหาร	3%	-
โซเดียม	11%	11%
วิตามินเอ	4%	-
วิตามินบี 1	4%	-
วิตามินบี 2	4%	-
แคลเซียม	2%	-
เหล็ก	น้อยกว่า 2%	-

หมายเหตุ ¹ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยคิดจากความต้องการวันละ 2,000 กิโลแคลอรี

3.4.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนที่พัฒนาได้

จากการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามเพื่อสอบถามข้อมูลทั่วไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ โดยการทดสอบแบบ CLT สำรวจผู้บริโภค ช่วงอายุ 11-70 ปี แบ่งกลุ่มตัวอย่างตามเพศและวัย (ตารางที่ 4.2.16) จำนวนรวม 108 คน ซึ่งเป็นผู้ที่ไม่มีความคุ้นเคยต่อการบริโภคปลา ได้ผลการสำรวจตามที่ได้สอบถามทั้งหมดดังแสดงในตารางผนวกที่ 4.2.1 (ภาคผนวก 4.2 ค) พบประเด็นสำคัญจากการสำรวจ ดังนี้

ตารางที่ 4.2.16 กลุ่มตัวอย่างในการสำรวจผู้บริโภค

เพศ	จำนวน (คน)				
	10-20 ปี	21-30 ปี	31-40 ปี	41-50 ปี	50 ปีขึ้นไป
ชาย	10	13	10	7	11
หญิง	11	13	15	7	11
รวม	21	26	25	14	22

ผู้บริโภคประเมินผลิตภัณฑ์และให้คะแนนความชอบในลักษณะภายนอก สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม เท่ากับ 6.89 ± 1.26 , 7.40 ± 1.04 , 6.66 ± 1.52 , 7.07 ± 1.21 , 6.97 ± 1.38 และ 7.15 ± 1.13 ตามลำดับ (1= ชอบน้อยที่สุด และ 9= ชอบมากที่สุด) ระดับคะแนนของทุกลักษณะที่ทดสอบอยู่ในช่วงชอบปานกลาง (ตารางที่ 4.2.17) เมื่อสอบถามถึงการยอมรับผลิตภัณฑ์และการซื้อผลิตภัณฑ์หากมีจำหน่ายทางการค้า พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ (ร้อยละ 94.44) ยอมรับผลิตภัณฑ์และจะซื้อผลิตภัณฑ์หากมีวางจำหน่าย เมื่อจำแนกการยอมรับผลิตภัณฑ์และการซื้อผลิตภัณฑ์ฯ ตามเพศและช่วงอายุ พบว่า ผู้บริโภคที่มีช่วงอายุ 41-50 ปี และมากกว่า 50 ปี มีร้อยละของผู้ยอมรับผลิตภัณฑ์และการซื้อผลิตภัณฑ์หากมีวางจำหน่ายสูงมากกว่ากลุ่มอายุอื่น (ตารางที่ 4.2.18) และผู้บริโภคที่ระบุว่ายอมรับผลิตภัณฑ์แต่จะไม่ซื้อผลิตภัณฑ์หากมีวางจำหน่ายมีสัดส่วนเพิ่มมากขึ้นในกลุ่มผู้บริโภคที่มีอายุ 11-20 ปี และ 21-30 ปี ทั้งเพศชายและเพศหญิง (ตารางที่ 4.2.18) ราคาที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ (ร้อยละ 53) คิดว่าเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอน ขนาดบรรจุ 30 กรัม คือ 20-25 บาท

ตารางที่ 4.2.17 คะแนนความชอบเฉลี่ยในลักษณะต่าง ๆ ของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอน

ลักษณะที่ประเมิน	คะแนนความชอบ ¹ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
ลักษณะภายนอก	6.89 ± 1.26
สี	7.40 ± 1.04
กลิ่น	6.66 ± 1.52
เนื้อสัมผัส	7.07 ± 1.21
รสชาติ	6.97 ± 1.38
ความชอบรวม	7.15 ± 1.13

¹ สำรวจจากผู้บริโภค 108 คน

ตารางที่ 4.2.18 การยอมรับผลิตภัณฑ์และการซื้อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนหากมี
 วางจำหน่าย จำแนกตามช่วงอายุและเพศ

ช่วงอายุ	เพศ	การยอมรับผลิตภัณฑ์ ¹		การซื้อผลิตภัณฑ์หากมีวาง ¹	
		(ร้อยละ)		จำหน่าย (ร้อยละ)	
		ยอมรับ	ไม่ยอมรับ	ซื้อ	ไม่ซื้อ
11-20 ปี	ชาย	80	20	90	10
	หญิง	91	9	64	36
21-30 ปี	ชาย	85	15	69	31
	หญิง	100	0	85	15
31-40 ปี	ชาย	90	10	90	10
	หญิง	100	0	100	0
41-50 ปี	ชาย	100	0	100	0
	หญิง	100	0	100	0
มากกว่า 50 ปี	ชาย	100	0	100	0
	หญิง	100	0	100	0

¹ สัมภาษณ์จากผู้บริโภค 108 คน

3.5 ผลการศึกษาปริมาณผลผลิตที่ได้ (%yield) และการคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์

ปริมาณผลผลิตแครกเกอร์ปลาแชลมอนสูตรที่พัฒนาได้ ซึ่งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 2.34 ± 0.09 เท่ากับร้อยละ 63.64 ในกระบวนการผลิตมีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเนื้อติดก้างปลาแชลมอนอบ โดยการนำไปนึ่งที่ $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 10 นาที และอบที่ $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 30 นาที ได้เนื้อปลาแชลมอนอบที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 51.54 คิดเป็นปริมาณผลผลิตเนื้อปลาแชลมอนอบร้อยละ 47.60 ของน้ำหนักเนื้อติดก้างปลาแชลมอนดิบ ซึ่งมีราคา 170 บาท/กก. เมื่อคำนวณเป็นราคาวัตถุดิบเนื้อปลาแชลมอนอบที่พร้อมนำไปผลิตเป็นแครกเกอร์ปลาแชลมอนจะมีราคาประมาณ 360 บาท/กก.

ต้นทุนวัตถุดิบเมื่อคำนวณต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอน 1 กิโลกรัม เท่ากับ 244.29 บาท (ตารางที่ 4.2.19) ต้นทุนวัตถุดิบหลักของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์นี้ คือ เนื้อปลาแชลมอนอบ คิดเป็นร้อยละ 70.17 ของต้นทุนวัตถุดิบทั้งหมด หากบรรจุผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนภาชนะบรรจุละ 1 หน่วยบริโภค (30 กรัม) จะคิดเป็นต้นทุนเท่ากับ 7.33 บาท ไม่รวมค่าแรงงาน

พลังงาน บรรจุภัณฑ์ ค่าเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ และค่าการตลาด จากผลการสำรวจผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ (ร้อยละ 52.78) คิดว่าราคาขายที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนาดบรรจุตั้งกล่าว คือ 20-25 บาท

ตารางที่ 4.2.19 ต้นทุนวัตถุดิบแครกเกอร์ปลาแชลมอน

รายการวัตถุดิบ	ราคาต่อหน่วย (บาท/กิโลกรัม)	ปริมาณที่ใช้ ต่อ 1 สูตร (กรัม)	ต้นทุน ต่อ 1 สูตร (บาท)	ต้นทุนต่อ ผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม (บาท) ²
แป้งสาลีเอนกประสงค์	42	100	4.20	20.00
เนื้อติดก้างปลาแชลมอนอบ ¹	360	100	36.00	171.43
เนยจืด	135	20	2.70	12.86
น้ำตาลทรายขาว	25	40	1.00	4.76
ยีสต์	240	10	2.40	11.43
ผงฟู	160	8	1.28	6.10
แครอท	40	30	1.20	5.71
เกลือ	10	2	0.02	0.10
น้ำมันรำข้าวชนิดพิเศษ	125 บาท/ลิตร	20	2.50	11.90
รวมต้นทุนวัตถุดิบ				244.29

¹ เนื้อติดก้างปลาแชลมอน (อบ) มีปริมาณความชื้นร้อยละ 51.54 คิดเป็นปริมาณผลผลิตร้อยละ 47.60 ของเนื้อติดก้างปลาแชลมอน (ดิบ)

² ต้นทุนวัตถุดิบต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอน 1 กิโลกรัม ที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 2.34

ต้นทุนการผลิต

ปริมาณผลผลิตแครกเกอร์ปลาแชลมอนสูตรที่พัฒนาได้ ซึ่งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 2.34 ± 0.09 เท่ากับร้อยละ 63.64 ในกระบวนการผลิตมีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเนื้อติดก้างปลาแชลมอนอบ โดยการนำไปนึ่งที่ $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 10 นาที และอบที่ $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 30 นาที ได้เนื้อปลาแชลมอนอบที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 51.54 คิดเป็นปริมาณผลผลิตเนื้อปลาแชลมอนอบร้อยละ 47.60 ของน้ำหนักเนื้อติดก้างปลาแชลมอนดิบ ซึ่งมีราคา 170 บาท/กก. เมื่อคำนวณเป็นราคาวัตถุดิบเนื้อปลาแชลมอนอบที่พร้อมนำไปผลิตเป็นแครกเกอร์ปลาแชลมอนจะมีราคาประมาณ 360 บาท/กก.

ต้นทุนวัตถุดิบเมื่อคำนวณต่อผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอน 1 กิโลกรัม เท่ากับ 244.29 บาท (ตารางที่ 4.2.18) ต้นทุนวัตถุดิบหลักของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์นี้ คือ เนื้อปลาแชลมอนอบ คิดเป็นร้อยละ 70.17 ของต้นทุนวัตถุดิบทั้งหมด หากบรรจุผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนภาชนะบรรจุละ 1 หน่วยบริโภค (30 กรัม) จะคิดเป็นต้นทุนเท่ากับ 7.33 บาท ไม่รวมค่าแรงงานพลังงาน บรรจุภัณฑ์ ค่าเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ และค่าการตลาด จากผลการสำรวจผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ (ร้อยละ 52.78) คิดว่าราคาขายที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนาดบรรจุดังกล่าว คือ 20-25 บาท

สรุปผลการวิจัย

1. องค์ประกอบทางเคมีของเศษเนื้อติดก้างของปลาแชลมอนดิบ มีปริมาณความชื้น โปรตีน และไขมันที่วิเคราะห์ได้ ร้อยละ 72.23 น้ำหนักฐานเปียก, 20.78 น้ำหนักฐานแห้ง และ 13.36 น้ำหนักฐานเปียก ตามลำดับ และมีปริมาณกรดไขมันโอเมก้า 3 เท่ากับ 1,222.24 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม จึงเป็นวัตถุดิบที่เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่พัฒนาขึ้น

2. การนำเศษเนื้อของปลาแชลมอนมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่พัฒนาขึ้นในอัตราส่วนครึ่งหนึ่งของปริมาณแป้งสาลี ส่งผลให้มีปริมาณโปรตีนและกรดไขมันโอเมก้า 3 เพิ่มมากขึ้น ซึ่งโปรตีนเพิ่มขึ้นเกือบประมาณ 2 เท่าของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ทางการค้า นอกจากนี้การเติมน้ำมันรำข้าวในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่พัฒนาขึ้น นอกจากเป็นการพัฒนาด้านเนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์ ยังเป็นการเพิ่มวิตามินให้กับผลิตภัณฑ์และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์อีกด้วย

3. เมื่อคำนวณต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ที่พัฒนาขึ้นพบว่า มีต้นทุนวัตถุดิบต่อ 1 หน่วยบริโภค (30 กรัม) เท่ากับ 7.33 บาท ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นการเพิ่มมูลค่าและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศษเนื้อติดก้างของปลาแชลมอน และเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ในท้องตลาดมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์และการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ควรมีการทำการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องการปรุงแต่งรสชาติของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ปลาแชลมอนเช่น รสปลาปริง รสต้มยำ เพื่อให้ผู้บริโภคที่ไม่ชอบกลิ่นของปลาแชลมอนสามารถบริโภคผลิตภัณฑ์ได้

สรุปแผนงานวิจัย

โครงการย่อยที่ 4.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากเศษเหลือปลาแชลมอน

แผนงานวิจัย	ผลที่ได้
1. การรวบรวมและสร้างแนวคิดผลิตภัณฑ์ - อภิปรายกลุ่ม/สำรวจความต้องการของผู้บริโภค	ผู้บริโภคต้องการผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเป็นแผ่นกรอบ มีรสชาติกลมกล่อม ไม่หวานเกินไป หรือ ไม่เค็มเกินไป มีกลิ่นหอมของปลาแชลมอนพอดี
2. การสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ - ข้าวเกรียบ/ปลาแผ่น/แครกเกอร์	- รูปแบบที่ตรงกับความต้องการมากที่สุด คือ แครกเกอร์
3. พัฒนาสูตรและกระบวนการผลิต - สำรวจแครกเกอร์ในท้องตลาด 9 ยี่ห้อ - ศึกษาสัดส่วนแป้ง/ปลา (เศษเนื้อติดก้าง) - ศึกษาปริมาณน้ำมันรำข้าว อุณหภูมิ และเวลาในการอบ - คัดเลือกสูตรที่เหมาะสม 1 สูตร	-ใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงในการพัฒนา -ได้สูตรแป้ง/ปลาที่เหมาะสมคือ 50:50 -ได้ปริมาณน้ำมันรำข้าว อุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสม -ได้สูตรที่เหมาะสม ที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส คือ เติมน้ำมันรำข้าว 10% อุณหภูมิ 145 °C 5.5 นาที
4. การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100คน ของผลิตภัณฑ์	ผู้บริโภคให้การยอมรับไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ในทุกช่วงอายุ
5. การส่งตรวจฉลากโภชนาการ และโอเมก้า 3 ในผลิตภัณฑ์	แครกเกอร์แชลมอนมีปริมาณไขมันทั้งหมดต่ำกว่า แต่มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าแครกเกอร์ทางการค้า ปริมาณกรดไขมันโอเมก้า-3 เท่ากับ 635.55 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

ตารางแสดงเวลาการดำเนินงาน

กิจกรรม	เดือน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. การรวบรวมและสร้างแนวคิดผลิตภัณฑ์	****	****										
2. การสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ			****	****								
3. การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตและการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์					****	****	****	****	****	****		
4. การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล										****	****	
5. การจัดทำรายงานและสรุปผล											****	****

หมายเหตุ: การดำเนินงานทั้งหมดเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม . 2544. ร้อยแปดผลิตภัณฑ์จากข้าว. อุตสาหกรรมสาร 44(3): 57-69.
- มหาวิทยาลัยมหิดล. 2547. รายงานโครงการศึกษาวิจัยแบบอย่างการลงทุนอุตสาหกรรมเฉพาะเรื่อง
ธุรกิจสแน็คฟู้ดสึในบรรจุภัณฑ์อย่างดี. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 36 น.
- พันธิพา จันทรวัดน์, สุเมธ ตันตระเจียร, ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์ และอินทาวุธ สรรพวรสถิตย์. ม.ป.ป.
การศึกษาข้อมูลด้านสมบัติทางกายภาพเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันบริโภค.
แหล่งที่มา: www.tipoil.com/admin/html/chula1_t.doc, 12 มิถุนายน 2556.
- วิภาดา ชัยจะโปะ. 2542. การพัฒนากรรมวิธีการผลิตแครกเกอร์ปลาทูน่า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- สำนักวิจัยธุรกิจ. 2548. เอกสารสรุปและคาดการณ์แนวโน้มรายธุรกิจ. ธนาคารกรุงไทย จำกัด
(มหาชน). กรุงเทพฯ.
- สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2529. กรรมวิธีการอบแห้ง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16 th ed., Association of Official Analytical
Chemists. Arlington, Virginia.
- A.O.A.C. 2010. Official Methods of Analysis. Association of official Analytical
Chemists: Olando, Florida.
- Guy, R. 1999. Raw materials for extrusion cooking, pp. 5-28. In R. Guy, ed. Extrusion
Cooking Technologies and Applications. Woodhead Publishing Limited.
Cornwall, England.
- Harper, J.M. 1981. Starch-based extruded foods, pp. 61-68. In J.M Harper, ed.
Extrusion in Foods. Vol. II CRC Press, Inc., Bp ca Raton, FL.
- Murray, D.G., N.G. Marotta and R.M. Boettger. 1968. Method of making cereal
product. U.S. Patent 3,407,070 อ้างโดย ศิริรินทร์ ปุษยไพบุลย์. 2536. การพัฒนา
ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Paradis, A. 1993. Nitrogen in total quality for snack food. INFORM 4(12): 1378-1386.
- Rice, R. 1990. Snack food: Health food snacks. An AVI Book Van Nostrand
Reinhold. New York.



U.S. Food and drug Administration. 2013. Bacteriological Analytical Manual (BAM).

Available Source: [http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/Laboratory Methods/ucm109398.htm](http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm109398.htm), June 13, 2013.

ภาคผนวก 4.2 ก

สูตรและวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

1.) สูตรและวิธีการทำข้าวเกรียบปลา

ส่วนผสม

แป้งมันสำปะหลัง	500	กรัม
เนื้อปลาบดละเอียด	150	กรัม
แป้งสาลี	65	กรัม
เกลือป่น	12.5	กรัม
พริกไทยป่น	12.5	กรัม
กระเทียมสับละเอียด	37.5	กรัม
น้ำตาลทราย	27.5	กรัม
ซีอิ๊วขาว	25	กรัม
น้ำเดือด	200	กรัม

วิธีทำ

- นำแป้งมัน เกลือป่น พริกไทยป่น น้ำตาลทรายมาผสมให้เข้ากันดี
- นำแป้งที่ผสมแล้ว 1 ถ้วยตวงนวดกับน้ำเดือดก่อนเพื่อเป็นเชื้อแล้วจึงค่อยเติมเนื้อปลา กระเทียมและแป้งนวดจนเหนียวเป็นเนื้อเดียวกันจนกระทั่งหมดส่วนผสม ประมาณ 20 นาที
- นำส่วนผสมที่นวดจนได้ที่แล้วมาปั้นเป็นแท่งกลมยาวแล้วใส่ในภาชนะที่กรุด้วยใบตอง นึ่ง ประมาณ 1-1 1/2 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับขนาดของท่อนข้าวเกรียบ
- เมื่อนึ่งเสร็จแล้วตั้งทิ้งไว้ค้างคืนเพื่อให้ผิวนอกแข็งสะดวกในการหั่น
- หั่นข้าวเกรียบที่นึ่งแล้วเป็นชิ้นบาง ๆ ด้วยเครื่องหั่นหรือด้วยมือ แล้วตากบนแผงตามข้าวเกรียบประมาณ 1-2 แดด
- เมื่อแห้งสนิทดีแล้ว เก็บข้าวเกรียบไว้ในภาชนะที่กันแสงได้เพื่อไม่ให้ข้าวเกรียบเปลี่ยนสี เวลารับประทานนำมาทอดในน้ำมันร้อน ๆ

ที่มา : กรมประมง, 2544

2.) สูตรและวิธีการทำปลาแผ่น

ส่วนผสม

เนื้อปลาบด	250	กรัม
ซีอิ๊วขาว	4	กรัม
น้ำตาลทราย	25	กรัม

พริกไทย	1	กรัม
แป้งมันสำปะหลัง	75	กรัม

วิธีทำ

1. ชั่งเนื้อปลาและส่วนผสมของน้ำปรุงและเครื่องเทศตามอัตราส่วนที่กำหนด แล้วเคล้าให้เข้ากันดี

2. แบ่งเนื้อปลาบดรีดเป็นแผ่นบาง ๆ โดยใช้แผ่นพลาสติกทาน้ำมัน 2 แผ่น ประกบเนื้อปลาแล้วรีดด้วยไม้รีดแป้ง หรือขวดกลมผิวเรียบ

3. นำไปเรียบบนตะแกรง อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง

4. นำปลาบดแผ่นที่ได้มาตัดเป็นชิ้นเพื่อสะดวกแก่การทอดรับประทาน

ที่มา : ดัดแปลงจาก กรมประมง, 2544

3.) สูตรและวิธีการทำแครกเกอร์

(สูตรดัดแปลงไม่ใส่ลมชั้นจิต เนื่องจากทำให้ส่วนผสมมีความชื้นสูงเกินไปเมื่อเติมเนื้อปลาแชลมอน)

ส่วนผสม

แป้งสาลีเอนกประสงค์	100	กรัม
เนยจืด	10	กรัม
น้ำตาลทราย	20	กรัม
เกลือ	3	กรัม
ยีสต์	5	กรัม
ผงฟู	4	กรัม
เนื้อท้องปลาแชลมอนอบ	50	กรัม

วิธีทำ

1. ละลายเนื้อท้องปลาแชลมอนที่ อุณหภูมิ 4 °C

2. นำเนื้อท้องผ่านน้ำเกลือร้อยละ 2 ประมาณ 30 วินาที สะเด็ดน้ำ 30 นาที

3. อบเนื้อท้องปลาแชลมอนที่ 100°C นาน 20 นาที

4. ชั่งส่วนผสมอื่นๆ บดเนื้อท้องปลาแชลมอนให้ละเอียด

5. ร่อนแป้งกับผงฟูพักไว้

6. ปั่นผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ เป็นเวลา 1 นาที นวดจนเป็นเนื้อเดียวกัน

7. พักแป้งโดทิ้งไว้ ประมาณ 20 นาที

8. รีดให้เป็นแผ่น โดยระยะห่างระหว่างลูกรีดเบอร์ 5

9. อบที่อุณหภูมิ 145°C นาน 7 นาที

ภาคผนวก 4.2 ข

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์

อุปกรณ์ในการผลิต

1. เครื่องรีดเส้นบะหมี่ ยี่ห้อ MARCATO รุ่น Atlas 65
2. เครื่องอบ-นึ่ง ยี่ห้อ Henny Penny (Sure chef combi-Steamer)
3. เครื่องบดอาหารไฟฟ้า ยี่ห้อ Panasonic รุ่น MK-5080M
4. เครื่องปั่นน้ำผลไม้ ยี่ห้อ Tefal รุ่น BL3001
5. เครื่องชั่งชนิดหยาบ 1 ตำแหน่ง ยี่ห้อ SHIMADSU รุ่น EB-3200D
6. อุปกรณ์เครื่องครัว เช่น ภาชนะ ที่ร้อนแห้ง มีด เขียง เป็นต้น

อุปกรณ์วิเคราะห์ทางกายภาพ

1. เครื่องวัดสี ยี่ห้อ MINOLTA รุ่น cm-3500d
2. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส ยี่ห้อ TA-HD Texture analysis รุ่น TA-HD/50 หัววัด SMS P/2
3. เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Water activity, a_w) ยี่ห้อ Novasina model TH200
4. เวอร์เนีย อุปกรณ์วัดขนาด กว้าง ยาว หนา ของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางเคมี

1. โถดูดความชื้น
2. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ MEMMERT รุ่น UNB 400
3. เครื่องย่อยโปรตีน ยี่ห้อ Buchi 453
4. เครื่องกลั่นโปรตีน ยี่ห้อ Buchi 323
5. เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ยี่ห้อ Soxtec system HT รุ่น HT-643
6. เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง รุ่น GR-200
7. เครื่องวิเคราะห์เถ้า ยี่ห้อ Vuccan รุ่น A-130 และถ้วยอบความชื้น

สารเคมี

1. สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนตามวิธี A.O.A.C. (2000)
2. สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณไขมันตามวิธี A.O.A.C. (2000)

ภาคผนวก 4.2 ค

ผลการสำรวจผู้บริโภคนแบบ Central Location Test (CLT)

ตารางผนวกที่ 4.2.1 ผลการสำรวจผู้บริโภคนแบบ Central Location Test (CLT) สำหรับผลิตภัณฑ์
แครกเกอร์ปลาแชลมอน สํารวจจากผู้บริโภค 108 คน

หัวข้อ	ร้อยละ
เพศ	
ชาย	47
หญิง	53
อายุ	
11-20 ปี	19
21-30 ปี	24
31-40 ปี	23
41-50 ปี	13
มากกว่า 50 ปี	20
ระดับการศึกษา	
มัธยมต้น	12
มัธยมปลาย/ปวช	9
อนุปริญญา/ปวส	5
ปริญญาตรี	51
สูงกว่าปริญญาตรี	19
อื่น ๆ	5
อาชีพ	
นักเรียน	3
นิสิต/นักศึกษา	41
ข้าราชการ/เจ้าหน้าที่ของรัฐ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	24
พนักงานบริษัท	10
ประกอบธุรกิจส่วนตัว	7
อื่น ๆ	15

รายได้ของผู้ตอบแบบสอบถามต่อเดือน

หัวข้อ	ร้อยละ
หัวข้อ	ร้อยละ
น้อยกว่า 5000	22
5,001-10,000บาท	26
10,001-15,000 บาท	14
15,001-20,000 บาท	9
20,001-25,000 บาท	11
มากกว่า 25,000 บาท	18
ความถี่ในการรับประทานขนมขบเคี้ยวโดยเฉลี่ย	
ทุกวัน	7
มากกว่า 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์	14
3-4 ครั้งต่อสัปดาห์	26
1-2 ครั้งต่อสัปดาห์	30
น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์	23
ผลของคุณค่าทางโภชนาการต่อการเลือกซื้อขนมขบเคี้ยว	
ไม่มี	17
มีผลบ้างเล็กน้อย	32
มีผลปานกลาง	36
มีผลมาก	15
การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบ	
ยอมรับ	94
ไม่ยอมรับ	6
การซื้อผลิตภัณฑ์หากมีวางจำหน่าย	
ซื้อ	89
ไม่ซื้อ	11
ราคาของผลิตภัณฑ์ขนาดบรรจุ 30 กรัม	
น้อยกว่า 20 บาท	13
20-25 บาท	53
26-30 บาท	8
31-35 บาท	11
มากกว่า 35 บาท	15

ตารางภาคผนวก 4.2 ง

ปริมาณ น้ำมันรำ ข้าว	อุณหภูมิ °C	เวลา (นาที)	คุณภาพทางเคมีและกายภาพ						
			ความชื้น	Aw	ความ แข็ง	L*	a*	b*	Fat content
10	135	5.5	3.06±0.35	0.199± 0.058	142.33 ±3.41	61.57±0.67	14.72±0.52	40.73± 0.76	15.73±0.99
		6.0	3.37±0.51	0.238± 0.060	142.33 ±3.41	61.46±0.06	14.37±0.18	40.16± 0.21	14.41±0.92
		6.5	3.57±0.17	0.267± 0.009	145.23 ±1.16	61.41±0.66	14.52±0.04	40.19± 0.23	15.24±0.18
	145	5.5	3.41±0.03	0.263± 0.003	116.77 ±2.65	61.62±0.23	14.40±0.12	39.58± 0.52	14.32±0.56
		6.0	3.20±0.03	0.244± 0.003	174.40 ±3.41	60.79±1.04	14.71±0.21	41.05± 0.59	15.04±0.50
		6.5	3.14±0.03	0.237± 0.004	145.23 ±1.46	60.57±0.47	14.22±0.41	40.18± 0.93	16.08±0.83
	155	5.5	2.32±0.02	0.152± 0.004	161.30 ±6.31	52.04±0.80	15.47±1.57	34.69± 0.81	15.22±0.20
		6.0	2.14±0.01	0.173± 0.003	192.43 ±1.48	36.62±0.64	17.71±0.40	18.72± 0.93	15.12±0.37
		6.5	2.11±0.04	0.183± 0.003	193.87 ±0.59	36.51±0.47	17.24±0.81	17.20± 1.24	14.39±0.28
20	135	5.5	3.11±0.05	0.171± 0.003	76.83± 1.01	60.08±.84	13.82±0.30	37.18± 0.58	17.40±0.28
		6.0	3.06±0.04	0.176± 0.006	75.97± 0.81	59.23±0.67	14.23±0.12	37.66± 1.60	18.76±0.34
		6.5	2.91±0.02	0.169± 0.004	76.43± 0.81	57.80±1.70	13.73±0.09	37.25± 0.39	18.67±0.25
	145	5.5	4.99±0.11	0.344± 0.004	76.93± 0.72	53.65±0.68	15.34±0.16	35.55± 0.13	18.59±0.75
		6.0	4.59±0.45	0.281± 0.002	110.63 ±4.22	51.77±1.44	16.98±0.76	34.36± 1.83	18.97±1.18
		6.5	3.28±0.04	0.224± .004	106.67 ±4.37	52.14±2.59	18.23±0.45	33.19± 0.85	18.47±0.28
	155	5.5	2.82±0.03	0.174± .004	97.37± 1.14	54.81±1.35	16.58±0.94	38.95± 1.80	19.07±1.99
		6.0	2.84±0.01	0.192± .003	125.50 ±1.00	52.25±5.03	15.94±1.55	35.03± 2.14	18.59±0.45
		6.5	2.40±0.08	0.165±	120.63	36.75±1.53	15.81±0.92	17.34±	17.01±0.55

				.002	±0.35				1.41
30	135	5.5	3.57±0.13	0.333±	103.27	60.73±0.30	14.00±0.32	38.76±	19.44±0.51
				.006	±3.10			0.34	
		6.0	3.85±0.10	0.349±	104.83	59.31±1.30	15.17±0.97	39.98±	19.54±0.47
				.005	±2.45			0.64	
		6.5	3.14±0.03	0.308±	103.90	57.17±0.30	14.71±0.47	40.19±	19.66±0.16
				.003	±7.05			0.39	
	145	5.5	2.87±0.02	0.214±	121.47	59.34±0.32	16.32±0.43	40.83±	19.39±0.27
				.010	±.31			0.50	
		6.0	3.66±0.05	0.239±	131.00	56.58±1.07	17.89±1.26	38.81±	19.23±0.17
				.004	±3.20			0.56	
		6.5	2.31±0.08	0.236±	144.27	54.86±3.09	18.42±0.79	35.45±	20.04±0.30
				.004	±3.51			1.12	
	155	5.5	2.35±0.06	0.179±	91.10±	55.24±4.47	14.21±0.12	35.05±	18.81±0.12
				.005	5.75			3.19	
		6.0	3.04±0.05	0.225±	94.30±	52.19±3.54	16.25±1.27	30.07±	20.94±0.54
				.012	13.17			0.75	
		6.5	2.18±0.02	0.172±	86.00±	45.30±0.74	18.28±.90	19.11±	19.97±0.36
				.004	2.72			0.89	