ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร — **สาขา**

พัฒนาผลิตภัณฑ์ — **ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

Development of Crispy Dried-Seasoned Squid Roll Product from Surimi and Dried Squid Head in Seasoning Sauce

นามผู้วิจัย นางสาวภัทราภรณ์ สุขขาว

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทานตะวัน พิรักษ์, วท.ด)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิสิฏฐ์ ธรรมวิถี, ปร.ด.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์อนุวัตร แจ้งชัด, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

Development of Crispy Dried-Seasoned Squid Roll Product from Surimi and Dried Squid Head in Seasoning Sauce

โดย

นางสาวภัทราภรณ์ สุขขาว

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภัทราภรณ์ สุขขาว 2557: การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทานตะวัน พิรักษ์, วท.ด. 173 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส โดยทำการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย (อายุ 12-18 ปี) พบว่า ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายชอบรับประทานปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ โดยเห็นว่าเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ไม่ควรใส่สารเคมีในการปรุงแต่งและควรมีความสะอาดปลอดภัย ผลจากการสำรวจผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความชอบสูงสุดจะมีองค์ประกอบหลักเป็นปลาหมึก (ผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A) มีโปรตีนสูง และไขมันต่ำ จึงคัดเลือกผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ A เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐานพบว่าสูตรที่ดีที่สุดประกอบด้วย ซูริมิร้อยละ 74 แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 15 น้ำตาลร้อยละ 6 เกลือร้อยละ 2 และซอสถั่วเหลืองร้อยละ 3 เมื่อแทนที่ซูริมิด้วยหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสลงในสูตรพื้นฐาน พบว่า ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่แข็งแห้งและกระด้างจึงทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยเพิ่มขั้นตอนการนึ่ง (100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที) ของผสมแบทเทอร์ภายหลังการขึ้นรูป เมื่อนำกระบวนการผลิตดังกล่าวมาผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีการแทนที่ซูริมิด้วยหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส โดยแปรระดับหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสในสูตรที่ระดับร้อยละ 0 10 20 และ 30 ทำการคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดมาศึกษาปริมาณน้ำแข็งที่เหมาะสม (ร้อยละ 0 10 และ 20) พบว่า ระดับหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสสูงสุดที่สามารถทดแทนซูริมิได้ เท่ากับร้อยละ 20 และปริมาณน้ำแข็งที่ดีที่สุดเท่ากับร้อยละ 20 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการพัฒนาจะมีคุณภาพเทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (ยี่ห้อ A) และตรงกับความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย โดยสามารถสรุปกระบวนการผลิตที่ผ่านการพัฒนาได้ดังนี้ การขึ้นรูปเป็นแผ่นบางหนา 1 มิลลิเมตร การนึ่งนาน 1 นาที ขึ้นลายด้วยเครื่องรีดปลาหมึก ย่างที่อุณหภูมิ 114^{o}C นาน 35 นาที อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80^{o}C นาน 10 นาที การจุ่มเคลือบน้ำจิ้มนาน 3 วินาที อบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 80^{o}C นาน 170 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนามีสีน้ำตาล มีค่า L* ที่ 41.63 ค่า a* ที่ 10.67 และค่า b* ที่ 18.97 ค่า a_w ที่ 0.430 ค่าการแตกหักที่ 6.52 นิวตัน มีความหนา 1 มิลลิเมตร ปริมาณความชื้นร้อยละ 2.97 และปริมาณโปรตีนร้อยละ 35.50 ตามลำดับ คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาอยู่ที่ 7.44 (ชอบในระดับปานกลาง) การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคและความสนใจในการซื้อผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนามีร้อยละ 100 และร้อยละ 96 ตามลำดับ สำหรับการศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยคำนวณอันดับการเกิดปฏิกิริยา พบว่า ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง และปัจจัยที่เป็นจุดวิกฤตในการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์นี้คือ ค่า L* ซึ่งมีค่า Ea สูงสุดเท่ากับ 44.43 (KJ/mol)

_____ _____ ____ /____ /____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pattraporn Sukkhown 2014: Development of Crispy Dried-Seasoned Squid Roll Product from Surimi and Dried Squid Head in Seasoning Sauce. Master of Science (Agro-Industrial Product Development), Major Field: Agro-Industrial Product Development, Department of Product Development. Thesis Advisor: Assistant Professor Tantawan Pirak, Ph.D. 173 pages.

This research was aimed to produce crispy dried-seasoned squid roll product from surimi and squid trim by surveying the needs of target consumer (age 12-18 years old). It was found that the target consumer liked to eat crispy squid snack because it was the healthy product without chemical preservatives or additives and should be clean and safe. The results from focus group discussion and consumer survey showed that the product A had the highest squid content and overall liking score. Product A prossessed high protein and low fat Hence, the product A was selected as prototyped product. The selected basic formulation consisted of 74% surimi, 15% tapioca flour, 6.0% sugar, 2.0% salt and 3% soy sauce. When substituted surimi with squid paste in basic formulation, product with dried and hard texture was received. The process was then adjusted by steaming (100^{o}C, 1 minute) batter after forming. When using this improved process for producing developed product with surimi and squid paste (0, 10, 20 and 30%) followed by selected the appropriate ice concentration (0, 10 and 20%), the process was suited for producing the product with the appropriate squid paste at 20% and ice concentration at 20%, respectively. The resulted squid product was almost similar to prototyped product (product A) and fit the target consumer needs. In conclusion, appropriate process was chopping, steaming for 1 minute before drying, toasting at 114^{o}C, 35 minute, drying at 80^{o}C, 10 minute, dipping sauce at 3 sec and drying at 80^{o}C, 170 minute. The developed product had light brown color (L* at 41.63, a* at 10.67, b* at 18.97), water activity (a_w) at 0.430, fracturability at 6.52N, thickness at 1 mm, moisture content at 2.97% and protein at 35.50%, respectively. The overall liking score of the developed product was 7.44. The consumer acceptance and purchase intense of the developed product was 100% and 96%, respectively. For shelf life study, the calculation of order reaction revealed that the occurred reaction correlated with the first order reaction. The action energy (Ea) values of L* was highest vary all factors (44.43 KJ/mol), hence, L* was the critical factor in the storage of this product.

_____ _____ ____ /____ /____

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ดี ข้าพเจ้าต้องขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ทุกๆ ท่านที่ให้คำแนะนำอบรมสั่งสอน ถ่ายทอดวิชาความรู้ต่างๆ แก่ข้าพเจ้า ทั้งในอดีตและปัจจุบัน ทุกท่านล้วนแต่เป็นผู้มีพระคุณของข้าพเจ้าทั้งสิ้น และที่สำคัญอย่างยิ่งและขาดไม่ได้เลย คือ ผศ.ดร. ทานตะวัน พิรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ผศ.ดร.พิสิฏฐ์ ธรรมวิถี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้ความรู้ ความเมตตา คำแนะนำดีๆ และเทคนิคต่างๆในการทำวิจัยครั้งนี้จนกระทั่งสามารถบรรลุผลสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกท่านที่กรุณาถ่ายทอดวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า ตลอดจนให้คำแนะนำสั่งสอน ทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจและตระหนักในความสำคัญของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำ คำปรึกษาและเทคนิคในการทดลอง ตลอดจนให้การช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ต่างๆ จนงานวิจัยนี้สำเร็จไปได้อย่างสมบูรณ์

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่ให้การสนับสนุน คอยช่วยเหลือ แนะนำให้การเลี้ยงดูอบรมสั่งสอนและเป็นกำลังใจที่ดีอยู่เคียงข้างมาโดยตลอด ทำให้ข้าพเจ้ามีความมุ่งมานะและขยันหมั่นในการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนการวิจัย ทำให้สามารถบรรลุผลสำเร็จได้ ขอขอบพระคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท และเอก ทุกท่านที่ช่วยเหลือในการปฏิบัติงาน ให้ความอนุเคราะห์และช่วยแก้ปัญหาในด้านต่างๆ จนงานวิจัยนี้สำเร็จไปได้อย่างสมบูรณ์ รวมทั้งผู้ไม่เอ่ยนามไว้ในที่นี้ทุกๆท่านด้วย สำหรับกำลังใจ ความห่วงใยและมิตรภาพอันยิ่งใหญ่ ที่มอบให้มาโดยตลอด สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอมอบส่วนที่ดีของวิทยานิพนธ์ให้แก่ครูบาอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากมีความผิดพลาดประการใดข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้เพียงผู้เดียว

ภัทราภรณ์ สุขขาว

พฤษภาคม 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ (1)

สารบัญตาราง (2)

สารบัญภาพ (6)

คำนำ 1

วัตถุประสงค์ 3

การตรวจเอกสาร 4

อุปกรณ์และวิธีการ 43

- อุปกรณ์ 43
- วิธีการ 46

ผลและวิจารณ์ 58

สรุปและข้อเสนอแนะ 111

- สรุป 111
- ข้อเสนอแนะ 113

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 114

ภาคผนวก 125

- ภาคผนวก ก การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและเศษปลาหมึก 126
- ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี 140
- ภาคผนวก ค การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ 146
- ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา 152
- ภาคผนวก จ แบบสอบถามและแบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 155
- ภาคผนวก ฉ การคำนวณค่า Total Penalty 164
- ภาคผนวก ช มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภค (มผช. 315/2553) 166

ประวัติการศึกษาและการทำงาน 173

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณค่าทางโภชนาการของปลาหมึก	32
2	องค์ประกอบของแป้งชนิดต่างๆ	37
3	สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก	50
4	สูตรที่ได้จากการแทนที่ซูริมิด้วยหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส (squid paste) ในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน	55
5	ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามในการสำรวจผู้บริโภคตามจำนวน 250 คน ที่โรงเรียนนวมินทราชูทิศ กรุงเทพมหานคร	59
6	ข้อมูลด้านพฤติกรรมและความรู้สึกของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส	61
7	ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก 3 ตัวอย่าง ได้แก่ A B และ C	63
8	ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง ราคา รูปแบบ ขนาด น้ำหนักบรรจุ และอายุผลิตภัณฑ์สำหรับนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์	64
9	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก	65
10	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก (wet basis)	66
11	คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก	67
12	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของซูริมิ ปลาหมึกสด และหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส (Squid Paste)	69
13	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักสูตรพื้นฐาน	70
14	คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักสูตรพื้นฐาน	71

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

15 ผลการวิเคราะห์ร้อยละผลผลิตของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักสูตรพื้นฐาน 72

16 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักสูตรพื้นฐาน 73

17 การทดสอบความพอดีของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักสูตรพื้นฐาน 73

18 ค่า Mean drops และ Total penalty ของคุณสมบัติด้านสี กลิ่นรสปลาหมึก ความกรอบ และรสหวาน รสเค็มของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก 74

19 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน 75

20 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน 76

21 การทดสอบความพอดีของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน 77

22 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส 79

23 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส 80

24 การทดสอบความพอดีของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส 81

25 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส 3 ตัวอย่าง 83

26 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส 85

27 ค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาและผลิตภัณฑ์ต้นแบบ 88

28 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส 89

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
29	ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามในการสำรวจผู้บริโภค จำนวน 150 คน ด้วยวิธีการประเมินในศูนย์ประเมินกลางชุมชน (Central Location Test-CLT)	90
30	คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ผ่านการพัฒนา	92
31	การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ผ่านการพัฒนา	92
32	คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45°C เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์	103
33	ค่าคะแนนความชอบและร้อยละการยอมรับของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ผ่านการพัฒนาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์	105
34	การหาพลังงานกระตุ้น (Ea) ในการเปลี่ยนแปลง a_w L* การแตกหัก ความแข็ง ปริมาณความชื้น และปริมาณ TBA ของ ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส	108
35	ค่า Ea ของปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ a_w L* การแตกหัก ความแข็ง ความชื้น และปริมาณ TBA	110

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก1	สูตรพื้นฐานของปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส	127
ก2	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ 2 ตัวอย่าง	128
ก3	คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ	129
ก4	การทดสอบความพอดีของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ	130
ก5	สูตรของการศึกษาผลของการเติมน้ำแข็ง และชนิดของแป้งของปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส	131
ก6	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส 4 สูตร	132
ก7	คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส	133
ก8	การทดสอบความพอดีของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส	134
ก9	ผลการวิเคราะห์ a_w และ %MC	135
ก10	สูตรพื้นฐานของปลาหมึกปรุงรสอบกรอบที่ความหนาระดับ 0.5 mm และ 1 mm	136
ก11	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ 2 ตัวอย่าง	137
ก12	คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ	138
ก13	การทดสอบความพอดีของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรส	139
ช1	หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสีและกลิ่นรส (ข้อ 8.1.3)	172

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ผลิตจากเนื้อสัตว์ชนิดต่างๆในตลาดโลก	10
2	การอ้างถึงคุณลักษณะของขนมขบเคี้ยวในตลาดโลก	10
3	ความนิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากเนื้อสัตว์ในตลาดโลก	11
4	ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสที่จำหน่ายในประเทศไทย	12
5	อิมัลชันไขมันในน้ำ	13
6	ขั้นตอนการผลิตซูริมิ	17
7	ปลาหมึกกระดองและส่วนประกอบ	27
8	ปลาหมึกหอมหรือปลาหมึกตะเภา และส่วนประกอบ	28
9	ปลาหมึกยักษ์หรือปลาหมึกสาย	28
10	ปลาหมึกกล้วย	29
11	วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน	52
12	วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่ปรับปรุงกระบวนการผลิต	54
13	ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบที่ได้จากการแปรรูปทั้ง 4 สูตร คือ ที่ ร้อยละ 0 (สูตรพื้นฐาน) 10 20 และ 30	83
14	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น การแตกหัก ความแข็ง และค่าสี L*a*b* ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบที่ระยะเวลาในการย่างจาก 10-60 นาที ที่อุณหภูมิ 114°C	86
15	การเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบที่ระยะเวลาในการย่างจาก 10-60 นาที ที่อุณหภูมิ 114°C	87
16	ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่พัฒนา	89
17	แนวโน้มในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค	93
18	ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C	94
19	ค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C	96

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
20	ค่าความสว่างแดง (a*) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C	96
21	ค่าความสว่างเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C	97
22	ค่าการแตกหัก (Fracturability) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C	98
23	ค่าความแข็ง (Hardness) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C	99
24	ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C	101
25	ค่าปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C	102
26	กราฟปฏิกิริยาอันดับศูนย์ในการเปลี่ยนแปลง a_w L* การแตกหัก ความแข็ง ความชื้น และปริมาณ TBA ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส	107
27	กราฟอาร์เรเนียสในการเปลี่ยนแปลง a_w L* การแตกหัก ความแข็ง ความชื้น และปริมาณ TBA ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส	109

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่ **หน้า**

ค1	หัววัด หัววัด Crisp Fracture Rig (HDP/CFS) & 1/4” Ball Probe	149
ค2	ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเข้มสี (C*) และค่ามุมของสี (h)	151

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

Development of Crispy Dried-Seasoned Squid Roll Product from Surimi and Dried Squid Head in Seasoning Sauce

คำนำ

ตลาดของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 26 ระหว่างปี 2007-2011 (Keynote, 2012) ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพได้รับความนิยมจากผู้บริโภคค่อนข้างสูง โดยมีแนวโน้ม คือ ต้องประกอบไปด้วยส่วนผสมจากธรรมชาติ มีการเติมวิตามิน เกลือแร่ และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญต่อสุขภาพ เช่น มีการผลิตโดยไม่ใช้ฮอร์โมน มีการเติมแอนติไบโอติก และมีปริมาณไขมัน น้ำตาล และเกลือต่ำ และจากการสำรวจปริมาณของอาหารเพื่อสุขภาพในตลาดของโลก พบว่า ผู้บริโภคสนใจผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวและของหวานร้อยละ 20.1 เป็นอันดับที่สองรองมาจากอาหารที่มีไฟเบอร์สูงมีร้อยละ 45.2 (Berry, 2011) ตลาดของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวสามารถแบ่งตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ได้เป็น 7 ประเภทได้แก่ ขนมขบเคี้ยวประเภทแป้ง ขนมขบเคี้ยวประเภทถั่ว ขนมขบเคี้ยวประเภทมันฝรั่ง ขนมขบเคี้ยวประเภทข้าวเกรียบกุ้ง ขนมขบเคี้ยวประเภทปลาหมึก ขนมขบเคี้ยวประเภทข้าวโพด และขนมขบเคี้ยวประเภทปลา (ภัทรานี, 2544) ซึ่งขนมขบเคี้ยวที่มีโปรตีนเป็นส่วนผสมหลัก โปรตีนจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของเด็กและทำให้ร่างกายแข็งแรง (สมจิต และ อรอนงค์, 2552) งานวิจัยนี้จึงได้มีแนวคิดพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เนื่องจากผลิตภัณฑ์จากปลาหมึกในรูปของขนมขบเคี้ยวที่สามารถซื้อกันไว้รับประทานเป็นของว่างมีมากมายได้แก่ ปลาหมึกแผ่นปรุงรส ปลาหมึกเส้น และปลาหมึกอบกรอบ แต่การแปรรูปผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลาหมึกแท้ ส่งผลให้โรงงานมีต้นทุนการผลิตสูงทำให้ต้องจำหน่ายในราคาที่สูงตามไปด้วย

ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบด้วยการใช้หัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสเป็นส่วนผสมเพื่อลดต้นทุนการผลิตจึงเป็นทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจ ทั้งนี้ปลาหมึกยังมีข้อดี คือ เนื้อปลาหมึกมีคอลลาเจนสูงกว่าเนื้อปลาประมาณ 3 เท่า จึงให้เนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างเหนียวและมีสารประกอบนิวคลีโอไทด์ ในกล้ามเนื้อปริมาณสูงกว่าเนื้อปลา ซึ่งส่งผลต่อกลิ่นรสเนื้อที่หอมอร่อย ในภาษาจีนเรียกว่า “shean” ภาษาญี่ปุ่นเรียกว่า “umami” (สุทธวัฒน์, 2548) ส่วนซูริมิ มีข้อดี คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซูริมิเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญและมีคอเลสเตอรอลต่ำ ในการผลิตซูริมิองค์ประกอบที่ไม่ต้องการจะถูกกำจัดออกจากเนื้อปลา เหลือแต่โปรตีนไมโอไฟบริลและน้ำ ซูริมิมีปริมาณกรดอะมิโน และค่า chemical score ของกรดอะมิโนจำเป็นสูงกว่าเนื้อวัวและเนื้อไก่งวง โดยให้ค่าใกล้เคียงกับเนื้อไก่ นอกจากนี้ซูริมิยังมีข้อดี คือ สามารถย่อยได้ง่าย และร่างกายสามารถดูดซึมได้ดีกว่าเนื้อสัตว์ปีก (สุทธวัฒน์, 2549) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เพื่อเป็นการเพิ่มเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภค และยังสามารถทำให้นำเศษเหลือจากกระบวนการผลิตหลักที่มีในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปปลาหมึก (เศษปลาหมึก) มาใช้ได้อย่างคุ้มค่าและสามารถต่อยอดสู่การค้าเชิงพาณิชย์ต่อไปได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก

2. ศึกษาและพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส ให้เทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และวิเคราะห์คุณลักษณะทางคุณภาพในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้

3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์รวมทั้งศึกษาอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ผ่านการพัฒนา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. ขนมขบเคี้ยว (Snack food)

ขนมขบเคี้ยวหรืออาหารว่าง หมายถึง อาหารและเครื่องดื่มระหว่างมื้ออาหาร ซึ่งขนมขบเคี้ยวนั้นสามารถให้พลังงานระหว่างมื้ออาหาร ผู้บริโภคจะซื้อขนมขบเคี้ยวเมื่อมีความรู้สึกหิว ต้องการที่จะบริโภค หรือรับประทานก่อนมื้ออาหารหลักเพื่อลดความรู้สึกหิว โดยทั่วไปผู้บริโภคจะบริโภคขนมขบเคี้ยวตามสถานการณ์มากกว่าการคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการ (Bilman *et al*., 2010) นอกจากนี้อาหารว่างยังหมายถึง อาหารที่กินในเวลาที่ไม่ใช่กินข้าว ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆได้ดังนี้ คือ คอร์นชิพส์ (Corn chip) มันฝรั่งทอด (Potato ship) ข้าวโพดคั่ว (Pop corn) ผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดพองตัว (Puffed snack) ผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่ทำจากเนื้อสัตว์ (Meat-based snacks) ผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่ทำจากถั่วต่างๆ (Nut-based snacks) และผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดขนมอบ (Baked snacks) (Matz, 1984) ซึ่งในปัจจุบันนี้ผู้บริโภคให้ความสนใจสุขภาพกันมากขึ้น ขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพจึงเป็นทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจโดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มเด็ก เพราะเป็นกลุ่มที่ชอบรับประทานอาหารว่าง (Stark *et al*., 1986) จึงสามารถกระตุ้นให้เด็กบริโภคขนมขบเคี้ยวที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และมีคุณค่าทางโภชนาการอย่างเพียงพอ

ขนมขบเคี้ยวมีทั้งขนมขบเคี้ยวแบบพื้นบ้านและขนมขบเคี้ยวที่ทันสมัย ซึ่งสามารถจำแนกเป็นประเภทใหญ่ๆ คือ ขนมขบเคี้ยวที่มีธัญพืชเป็นองค์ประกอบหลัก ขนมขบเคี้ยวที่มีมันฝรั่งเป็นองค์ประกอบหลัก และขนมขบเคี้ยวที่มีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบหลัก (Nielsen and Bruun, 1990)

1.1 ขนมขบเคี้ยวที่มีธัญพืชและมันฝรั่ง (แป้ง) เป็นองค์ประกอบหลัก

ได้มีงานวิจัยมากมายที่ศึกษาขนมขบเคี้ยวที่มีธัญพืชและมันฝรั่ง (แป้ง) เป็นองค์ประกอบหลัก ดังนี้

Luh (1991) พบว่า ขนมอบกรอบจากข้าวเป็นขนมขบเคี้ยวชนิดหนึ่งที่เป็นที่นิยมในประเทศญี่ปุ่น มีองค์ประกอบหลักคือข้าว และเรียกชื่อตามวัตถุดิบ คือ ถ้าวัตถุดิบเป็นข้าวเหนียวและข้าวเจ้า จะเรียกว่า อาราเร และเซมเบ ตามลำดับกระบวนการผลิตขนมอบกรอบจากข้าวเป็นการนำแป้งข้าวสารมาทำให้เกิดการเจลาติไนเซชันของเม็ดแป้ง นวดและขึ้นรูป จากนั้นให้ความร้อนภายใต้อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการพองตัว เป็นขนมอบกรอบแบบต่างๆ ซึ่งรูปร่างและลักษณะเนื้อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัมผัสจะขึ้นอยู่กับ พันธุ์ข้าวและอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต วิธีการนวดแป้งความชื้นของแป้งข้าว อัตราการดูดซึมน้ำและความร้อนที่ใช้ในการนึ่งแป้ง

Mukherjee (1997) พบว่า การอบในตู้อบลมร้อนที่ทำให้มันฝรั่งมีความกรอบที่เหมาะสมที่สุด คือ การอบที่อุณหภูมิ 121.21 องศาเซลเซียส (^{o}C) เวลา 16.55 นาที ซึ่งความกรอบที่ได้จากการทดสอบวัดผิวสัมผัส ใช้แรงกด 42.12 N/mm

Bruns and Bourne (1975) พบว่า การใช้เครื่องมือในการเจาะหรือกดเพื่อวัดความกรอบของขนมขบเคี้ยว มีข้อสังเกต คือ ความชื้นเริ่มต้นทำให้การแปลผลของกราฟที่ได้มีลักษณะโค้งเนื่องจากปริมาณน้ำที่มีอยู่ ค่าแรงและความผิดปกติของเส้น Curve จะเป็นตัวชี้วัดความกรอบได้ดี ซึ่งความกรอบดูได้จาก peak ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อเกิดการแตกหัก โดยความกรอบจะพิจารณาจากพื้นที่ใต้กราฟ

Nath and Chattopadhyay (2007) พบว่า อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาความกรอบของขนมขบเคี้ยวจากมันฝรั่งและถั่วเหลืองอบกรอบ คือ อุณหภูมิ 114^{o}C เวลา 35 นาที ซึ่งจากการที่เขาศึกษาที่อุณหภูมิ 85.86 -114.14^{o}C และเวลา 12.69-35.31 นาที โดยใช้แผนการทดลองแบบ Central composite rotatable design (CCRD) ศึกษา 2 ปัจจัย (อุณหภูมิและเวลา) 5 ระดับ เมื่อใช้โปรแกรม Statistica แปลผลพื้นผิวสัมผัสทำให้ทราบว่า อุณหภูมิ 114^{o}C เวลา 35 นาที ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ได้มีความกรอบสุงสุด ความชื้นที่ได้ คือ ร้อยละ 3.35 (db) การสูญเสียกรดแอสคอร์บิก เท่ากับร้อยละ 20.87 (db) มีค่าความสว่าง L* คือ 52.03 ค่าความแตกต่างของสีที่ผู้บริโภคสามารถรับรู้ได้ (delta E) คือ 8.62 การยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคได้คะแนนความชอบเท่ากับ 7.8

Mazumder *et al.* (2007) พบว่า ความชื้นมีบทบาทสำคัญต่อเนื้อสัมผัสของขนมขบเคี้ยว ความชื้นมีผลต่อลักษณะการยอมรับด้านความกรอบ โดยเฉพาะอาหารที่มีความหนาแน่นต่ำ เช่น ข้าวโพดที่ผ่านการเอ็กทรูชัน เป็นลูกข้าวโพดลักษณะกลม เขาศึกษาความชื้นที่ร้อยละ 2-10 วัดค่าผิวสัมผัสโดยใช้แรงกด นำแรงกดที่ได้ไปสร้างกราฟได้โซนของแรงกด 3 โซน ในโซนแรกและโซนสุดท้ายจะเห็นความแตกต่างของแรงกดได้อย่างชัดเจน ค่าความชื้นวิกฤติของลูกข้าวโพด คือ ร้อยละ 4 ซึ่งความชื้นระดับนี้ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ลูกข้าวโพด นอกจากนี้โครงสร้างความเป็นรูพรุนของโพรงอากาศในลูกข้าวโพดแสดงให้เห็นถึงความกรอบที่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Senthil *et al.* (2002) ศึกษาคุณภาพของขนมทอดที่มีส่วนผสมของแป้งสาลีและแป้งถั่วเหลือง พบว่า แป้งสาลี และแป้งถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดไขมัน ผสมในอัตราส่วน 65:20 60:25 55:30 และ 45:40 โดยสัดส่วนของแป้งถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และลดความคงทนของแป้ง ในขนมทอดซึ่งเป็นของว่าง โปรตีนจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 20.75-27.50 เมื่อสัดส่วนของแป้งถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นร้อยละ 20-40 นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของระดับแป้งถั่วเหลืองทำให้สี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่นรสแตกต่างกัน

1.2 ขนมขบเคี้ยวที่มีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบหลัก

ขนมขบเคี้ยวที่มีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบหลักค่อนข้างมีความน่าสนใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการกระตุ้นให้ผู้บริโภคโดยเฉพาะกลุ่มเด็กได้บริโภคอาหารกลุ่มโปรตีนอย่างเพียงพอ ซึ่งโปรตีนมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อร่างกายเนื่องจากโปรตีนยังทำหน้าที่เป็นโครงสร้างเพื่อรักษาสภาพของเซลล์ เนื้อเยื่อ และอวัยวะต่างๆ เป็นผลผลิตจากการถอดรหัสทางพันธุกรรม เป็นฮอร์โมนส์เพื่อควบคุมกิจกรรมทางชีวเคมีของสัตว์ชั้นสูง และทำหน้าที่เป็นภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกาย (ปาริฉัตร, 2548) ซึ่งขนมขบเคี้ยวที่มีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบหลักนั้นในหลายๆประเทศขนมขบเคี้ยวจากเนื้อสัตว์ประเภทกึ่งแห้งและประเภทแห้งแบบเป็นแท่งได้รับความนิยมค่อนข้างสูงโดยเฉพาะประเทศเกาหลี (Lee *et al.*, 2003)

ในปัจจุบันได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับขนมขบเคี้ยวประเภทนี้ ดังนี้

Furtaw (2010) ศึกษาขนมขบเคี้ยวที่มีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบหลัก พบว่าลักษณะของขนมขบเคี้ยวที่เกิดจากการแปรรูปเนื้อสัตว์เป็นหลัก ส่วนใหญ่เกิดจากการให้ความร้อนแก่เนื้อสัตว์โดยเฉพาะความร้อนที่เกิดขึ้นในขนมขบเคี้ยวจากเนื้อสัตว์ที่ผ่านการสไลด์เป็นแผ่น ซึ่งการสไลด์เป็นแผ่นควรให้มีความหนา 3.5 mm หรือน้อยกว่านั้นจึงจะเหมาะสม การทำแห้งขนมขบเคี้ยวจากเนื้อสัตว์มักทำให้ได้ความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 25-40 ซึ่งสำคัญที่สุดต่อการเกิดเนื้อสัมผัสที่แข็งผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ได้จะมีระดับการเคี้ยวที่แตกต่างกัน ซึ่งระดับความชื้นที่ไม่เหมาะต่อการเคี้ยว คือ ความชื้นที่ต่ำกว่าร้อยละ 15

Lee *et al.* (2003) ศึกษาการประเมินผลทางกายภาพของขนมซีเรียลจากเนื้อไก่ พบว่าการใช้เนื้อไก่และแป้งมันฝรั่งที่อัตราส่วน 1:2 ได้ขนมซีเรียลจากเนื้อไก่ที่มีความหนาแน่นต่ำสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การใช้แป้งข้าวเจ้าเมื่อเพิ่มปริมาณการใช้มากขึ้นทำให้ความหนาแน่นลดลง เมื่อปริมาณเนื้อไก่ในสูตรเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า a* และ b* สูงขึ้น

Cosenza *et al.* (2003) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประเมินผลของขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งที่ผลิตจากเนื้อแพะหมัก ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นการเพิ่มมูลค่าของเนื้อแพะ โดยใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นที่ระดับร้อยละ 1.75 และ 3.50 เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 2±1°C ขนมขบเคี้ยวที่ใช้โปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นที่ระดับร้อยละ 3.50 มีปริมาณไขมันต่ำ มีปริมาณเถ้าสูง โปรตีนสูง และ pH สูงกว่าตัวอย่างควบคุม (ระดับของโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นร้อยละ 0) การเติมโปรตีนถั่วเหลืองเข้มข้นสามารถเติมได้มากสุด คือร้อยละ 3.50 โดยที่ระดับดังกล่าวไม่ส่งผลต่อกลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์

Noguchi (1989) รายงานว่า สถานีวิจัยสัตว์น้ำในฮอกไกโด ประสบความสำเร็จเกี่ยวกับเนื้อปลาซาร์ดีนในการแปรรูปซึ่งใช้กระบวนการเอ็กทรูชัน โดยใช้เนื้อปลาซาร์ดีนและแป้งถั่วเหลืองที่สกัดไขมันออกแล้ว ผสมที่อัตราส่วน 7:3 หลังจากนั้นปรับปริมาณน้ำอีกร้อยละ 50 แล้วขึ้นรูปด้วยการใช้สกรูคู่ในกระบวนการเอ็กทรูชัน เมื่อผ่านการเอ็กทรูชันผิวสัมผัสของผลิตภัณฑ์จะแตกต่างจากปลาชนิดอื่น

Wianecki (2007) ศึกษาการประเมินความเหมาะสมของเนื้อปลาและเนื้อปลาหมึกสำหรับขนมขบเคี้ยว โดยการผลิตด้วยการใช้สกรูคู่ในกระบวนการเอ็กทรูชัน ในสูตรประกอบด้วยแป้งที่ได้จากธัญพืชและมันฝรั่ง ใช้ซูริมิ ที่ทำมาจากปลาสด ได้แก่ ปลาบอลติกโค็ด ปลาบอลติก ปลาแฮริ่ง ปลาคาร์ฟ ปลาทรายแดง ปลาทูน่า และปลาแมคคอเรลจากทะเลแอคแลนติก ใช้เนื้อปลาหมึกแมนเทิล โดยการเอาผิวออกและทำความสะอาด บดด้วยเครื่องบดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 mm ใช้หนวดปลาหมึก นำมาบดด้วยเครื่องบดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 mm การทดลองทำการเพิ่มเนื้อปลาหมึกครั้งละร้อยละ 5 จากร้อยละ 20-40 ร่วมกับการใช้แป้งที่ผสมระหว่างแป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวเจ้า และแป้งสาลี ในอัตราส่วน 1:1:1 แล้วนำไปผ่านกระบวนการเอ็กทรูชัน อุณหภูมิขาออกของผลิตภัณฑ์ วัดได้ 98°C จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทอดในน้ำมันร้อน อุณหภูมิ 175°C นาน 30 วินาที เพื่อให้น้ำมันขยายเข้าสู่โครงสร้างที่มีรูพรุนของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวกรอบ จากการศึกษาพบว่า กระบวนการเอ็กทรูชัน เกี่ยวข้องกับปริมาณไขมันในเนื้อสัตว์ โดยเนื้อสัตว์ที่มีไขมันน้อยเมื่อผ่านกระบวนการเอ็กทรูชัน ทำให้การขยายตัวของขนมขบเคี้ยวมากกว่าเนื้อสัตว์ที่มีไขมันมาก นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณโปรตีนจากเนื้อปลาและเนื้อปลาหมึกที่เพิ่มขึ้นจะลดการขยายตัว และเพิ่มความแข็งให้แก่ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว แต่อย่างไรก็ตามการล้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื้อปลาทรายแดงและเพิ่มแป้งมากขึ้น ทำให้การขยายตัวในกระบวนการเอ็กทรูชันเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน

Boonyasirikool *et al.* (1986) ศึกษากระบวนผลิตขนมขบเคี้ยวที่มีโปรตีนสูง โดยใช้กระบวนการผลิตด้วยวิธีการเอ็กทรูชันกับการทำแห้งแบบใช้ลูกกลิ้ง 2 ชั้น โดยใช้แป้งถั่วเหลืองและแป้งสาลีที่ผ่านการสกัดเอาไขมันออกแล้วเป็นส่วนประกอบ พบว่า การทำแห้งแบบใช้ลูกกลิ้ง 2 ชั้น เป็นกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีโปรตีนสูง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ได้มีผิวสัมผัสมีลักษณะเป็นสะเก็ด ไม่ได้ขนาดที่สม่ำเสมอ แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังคงมีความกรอบ นอกจากนี้กระบวนการทำแห้งแบบใช้ลูกกลิ้ง 2 ชั้นไม่สามารถผสมกับเครื่องปรุงรสที่เป็นน้ำมันได้ ดังนั้นจึงถือว่าการทำขนมขบเคี้ยวด้วยวิธีเอ็กทรูชันดีกว่าการทำแห้งแบบใช้ลูกกลิ้ง 2 ชั้น เพราะได้ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีขนาดตามที่ต้องการ ได้เนื้อสัมผัสตามชนิดของวัตถุดิบ ได้ความชื้นตามที่ต้องการ ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่เติม ชนิดของสกรูและอัตราการฟีด ซึ่งสิ่งต่างๆเหล่านี้เป็นปัจจัยที่เราสามารถควบคุมได้ และสำหรับการใช้โปรตีนปรับปรุงคุณภาพของขนมขบเคี้ยว สามารถใช้แป้งถั่วเหลืองทดแทนแป้งจากธัญพืชได้ไม่เกินร้อยละ 16 ซึ่งเป็นระดับที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพของโปรตีนได้ หากเติมเกินจากนี้จะไม่ช่วยปรับปรุงคุณภาพของโปรตีน แต่แป้งถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดเอาไขมันออกนั้นสามารถทดแทนแป้งจากธัญพืชได้มากกว่าร้อยละ 28 การเพิ่มขึ้นของแป้งถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดเอาไขมันออกจะช่วยปรับปรุงคุณภาพของโปรตีน แต่แป้งถั่วเหลืองที่ผ่านการสกัดเอาไขมันออกในปริมาณมากนั้นไม่ดีต่อเนื้อสัมผัสและส่งผลให้มีต้นทุนการผลิตที่สูงตามไปด้วย ดังนั้นการใช้แป้งถั่งเหลืองทดแทนแป้งจากธัญพืชควรเลือกใช้ในปริมาณที่เหมาะสม

Fu *et al.* (2007) พบว่า ขั้นตอนการแปรรูปส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ-ทางเคมีของปลาหมึกแห้งปรุงรส โดยใช้ปลาหมึก 2 ชนิด คือ Neon flying squid และ Jumbo squid ทำให้ทราบว่าการทำแห้ง Neon flying squid จะเกิดปฏิกิริยา Browing ได้มากกว่า Jumbo squid การเกิดปฏิกิริยา Browing ทำให้สังเกตเห็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากการทำแห้งและขั้นตอนการอบแห้ง อุณหภูมิ เวลาการให้ความร้อน และชนิดของการอบจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญ การใช้ระดับของ TMAO (trimethylamine oxide) สูง แต่ TMA (trimethylamine) และ DMA (dimethylamine) ต่ำ จะช่วยป้องกันวัตถุดิบ ซึ่ง TMAO ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตจะค่อยๆลดลงทีละน้อย ขณะที่ TMA DMA และ FA (formaldehyde) จะเพิ่มขึ้นซึ่งแตกต่างกันตามชนิดของเนื้อ อุณหภูมิและความร้อนที่เกิดขึ้นเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในกระบวนการผลิต FA จะลดลงอย่างมากในกระบวนการผลิตที่เย็นและการล้างด้วยน้ำหรือการเปลี่ยนแปลงเทคนิคการอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Maneerote *et al.* (2009) ศึกษาสภาวะการอมน้ำมันที่ต่ำสุดในการทอดข้าวเกรียบปลา พบว่า เมื่ออุณหภูมิการทอดสูงขึ้น ปริมาณความชื้นของข้าวเกรียบจะลดลง ซึ่งปริมาณผงปลาที่เหมาะสมที่สุดในการเติมในข้าวเกรียบ คือ 9g/100g สภาวะในการทอด คือ อุณหภูมิ 220°C นาน 60 วินาที จะช่วยลดการอมน้ำมันได้และข้าวเกรียบมีการขยายตัวสูง ทั้งนี้การเติมผงปลาหมึกเพิ่มขึ้นจะช่วยลดการอมน้ำมันลงได้ เนื่องจากความชื้นในข้าวเกรียบขณะทอดจะเปลี่ยนแปลงเป็นไอร้อน ข้าวเกรียบจะมีความดันจากภายในดันออกส่งผลให้น้ำมันไม่สามารถเข้ามาได้จึงช่วยลดการอมน้ำมัน งานวิจัยนี้ยังพบว่า ความหนาแน่นของข้าวเกรียบจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณผงปลา เนื่องจากอะไมโลเพคตินในแป้งข้าวเมื่อทอดส่งผลให้เกิดการขยายตัวลดลง เนื่องจากโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในแป้งจะไปช่วยลดปริมาณของแข็งที่ละลายได้หลังจากผ่านกระบวนการเจลลาติไนซ์แล้ว จึงส่งผลให้ข้าวเกรียบมีความหนาแน่นสูงขึ้น

จิรวัฒน์ และคณะ (2550) พบว่า การผลิตปลาหมึกอบกรอบด้วยเครื่องไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน ทำให้ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกมีคุณภาพดีทั้งทางด้านสี กลิ่น รสและเนื้อสัมผัส รวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการที่เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยซึ่งมีการทดลองโดยใช้เนื้อปลาหมึกสดมาแช่แข็งที่อุณหภูมิ -60°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ตามด้วยการอบด้วยเครื่องไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน ที่ใช้คลื่นไมโครเวฟความถี่ 2450 เมกกะเฮิรทซ์กำลังไฟฟ้า 1.18 กิโลวัตต์ ความดันสุญญากาศ 60 มิลลิเมตรปรอท เป็นเวลา 6 นาที ได้ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกมีผิวเรียบเนียน ตัวพองป่อง มีสีขาวและกลิ่นหอมของปลาหมึก ลักษณะเนื้อสัมผัสที่กรอบ เนื้อฟู ไม่ยุ่ย มีค่า a_w เท่ากับ 0.2

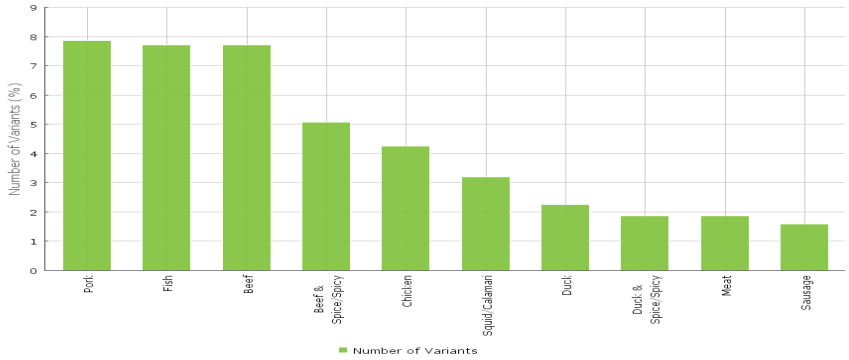
จากงานวิจัยที่กล่าวมาในขั้นต้นจะเห็นว่างานวิจัยเกี่ยวกับขนมขบเคี้ยวที่มีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบหลักนั้นมีค่อนข้างมากมาย โดยมีการใช้เนื้อสัตว์ชนิดต่างๆมาผลิตเป็นขนมขบเคี้ยว เช่น เนื้อปลา เนื้อไก่ เนื้อแพะ และเนื้อปลาหมึก เป็นต้น

2. ตลาดของขนมขบเคี้ยวที่มีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบหลัก

ในปัจจุบันตลาดของขนมขบเคี้ยวมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่องซึ่งในปี 2011 ขนมขบเคี้ยวของไทย (รวมทั้งที่มีแป้งและเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบหลัก) มียอดจำหน่ายอยู่ที่ร้อยละ 23.5 ของมูลค่าผลิตภัณฑ์ทั้งหมดในประเทศ (Jucker, 2011) ขนมขบเคี้ยวที่มีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบหลักในตลาดโลกปีล่าสุด ยังคงมีการใช้เนื้อปลาหมึกเพียงร้อยละ 3.3 จึงจัดว่าการใช้ปลาหมึกมาผลิตเป็นขนมขบเคี้ยวนั้นเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ โดยทั่วไปทั่วโลกนิยมใช้เนื้อหมูผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

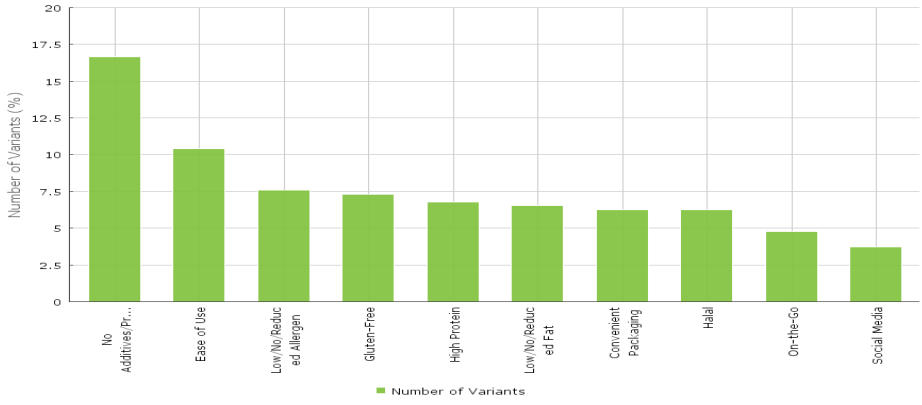
เป็นขนมขบเคี้ยวคิดเป็นร้อยละ 7.9 รองลงมาคือเนื้อวัวและเนื้อปลาคิดเป็นร้อยละ 7.8 เท่ากัน (Anonymous, 2014) แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ผลิตจากเนื้อสัตว์ชนิดต่างๆในตลาดโลก

ที่มา: Anonymous (2014)

จากฐานข้อมูล GNPD มีการอ้างถึงผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบหลักที่พัฒนาขึ้นในตลาดโลกนั้นไม่มีการใช้วัตถุกันเสียมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 16.5 สะดวกต่อการบริโภคคิดเป็นร้อยละ 10.5 และผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนสูงคิดเป็นร้อยละ 7 (Anonymous, 2014) แสดงดังภาพที่ 2

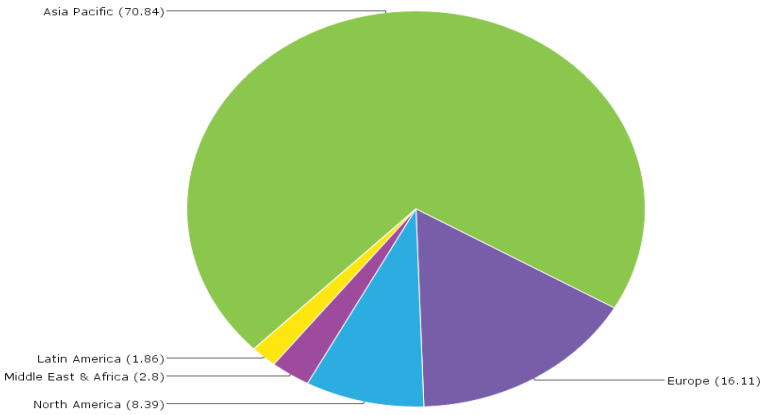


ภาพที่ 2 การอ้างถึงคุณลักษณะของขนมขบเคี้ยวในตลาดโลก

ที่มา: Anonymous (2014)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเทศจีนนิยมบริโภคขนมขบเคี้ยวที่มีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบหลักมากที่สุดในตลาดโลกคิดเป็นร้อยละ 48 ในขณะที่ประเทศสหรัฐอเมริกา เกาหลีใต้ และไทย บริโภคขนมขบเคี้ยวที่มีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบหลักคิดเป็นร้อยละ 7 ร้อยละ 6 และร้อยละ 5 ตามลำดับ การบริโภคขนมขบเคี้ยวจากเนื้อสัตว์ในตลาดโลกสามารถแบ่งเป็นโซนหรือทวีปได้ดังนี้ ทวีปเอเชียแปซิฟิกร้อยละ 70.84 ทวีปละตินอเมริการ้อยละ 1.86 ทวีปแอฟริกาตะวันออกกลางร้อยละ 2.8 อเมริกาเหนือร้อยละ 8.39 และยุโรปร้อยละ 16.11 (Anonymous, 2014) แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ความนิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากเนื้อสัตว์ในตลาดโลก

ที่มา: Anonymous (2014)

ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสที่ผลิตจากปลาหมึกแท้นั้นมีจำหน่ายในประเทศไทยหลากหลายผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกอบกรอบสามรสหรือผลิตภัณฑ์ปลาหมึกอบกรอบปรุงรสที่ผลิตโดยกลุ่มสมาชิกหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ยกตัวอย่างเช่น ยี่ห้อเจ๊เปี๊ยกแม่กลอง ยี่ห้อโกเปี๊ยก ยี่ห้อโอสควิด ยี่ห้อ Hi-Squid และยี่ห้อบิ๊กฟู และที่ผลิตโดยโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย ยกตัวอย่างเช่น ยี่ห้อสควิดดี้ ยี่ห้อ Mr.Squid และยี่ห้อเต่าทอง ส่วนผลิตภัณฑ์จากปลาหมึกที่ผลิตโดยมีปลาหมึกและซูริมิเป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ ยี่ห้อฟิชโชทวิส และยี่ห้อเบนโตะ เป็นต้น แสดงดังภาพที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 4 ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสที่จำหน่ายในประเทศไทย

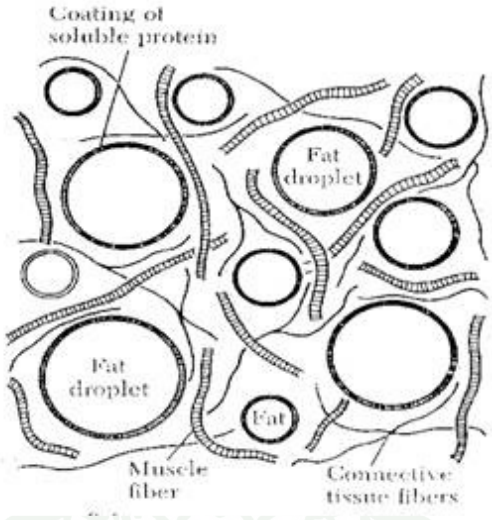
ที่มา: Anonymous (2014)

สำหรับในต่างประเทศ ยกตัวอย่างเช่น ประเทศญี่ปุ่น ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกมีค่อนข้างมาก ผู้บริโภคนิยมซื้อผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแห้งปรุงรสคิดเป็นร้อยละ 40 ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกแห้งร้อยละ 10 และผลิตภัณฑ์ปลาหมึกหมักเกลือร้อยละ 5 ตามลำดับ (Fukuda, 1998)

3. การสร้างอิมัลชันในการผลิตขนมขบเคี้ยวที่มีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบหลัก

อิมัลชัน หมายถึง การผสมและอยู่รวมกันของของเหลว 2 ชนิดที่ปกติเข้ากันไม่ได้ ทั้งนี้โดยของเหลวชนิดหนึ่งกระจายอยู่ทั่วไปในส่วนผสม ในรูปของหยดเล็กละเอียด (droplets) ของเหลวชนิดที่กล่าวถึงนี้เรียกว่าเป็น disperse phase ส่วนของเหลวอีกส่วนหนึ่งที่ disperse phase กระจายตัวอยู่เรียกว่าเป็น continuous phase และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดเล็กละเอียดดังกล่าวประมาณ 0.1 ถึง 0.5 ไมโครเมตร เท่านั้น ดังแสดงในภาพที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 อิมัลชันไขมันในน้ำ

ที่มา: ดัดแปลงจาก วัฒนี (2542)

อิมัลชันโดยทั่วไปแล้วมักจะอยู่ได้ไม่นาน ถ้าขาด emulsifying หรือ stabilizing agent เมื่อหยดไขมันสัมผัสกับระบบน้ำจะมีแรงตึงผิวสูงมาก (interfacial tension) จึงต้องการ emulsifying agent มาลดแรงนี้ลงและทำให้สภาพของอิมัลชันอยู่ได้นาน ในอิมัลชันของผลิตภัณฑ์เนื้อนั้น โปรตีนไมโอซินที่ถูกสกัดละลายออกมานั้นจะไปทำหน้าที่เป็น emulsifying agent ซึ่งเป็นรูปแบบของอิมัลชันที่มีหยดไขมันเล็กละเอียดถูกห่อหุ้มไว้ด้วยโมเลกุลของ emulsifying agent โดยสัมผัสกับน้ำที่อยู่รอบนอกหยดไขมันและถ้าในระบบนั้นมี emulsifying agent มากพอเพียงก็จะทำให้ทั้งระบบนั้นเป็นอิมัลชันที่คงทนได้นาน จะเห็นว่าหยดไขมัน (fat droplets) นั้นจะถูกห่อหุ้มไว้ด้วยโปรตีนไมโอซินซึ่งทำหน้าที่เป็น emulsifying agent ส่วนโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันนั้น ไม่สามารถทำหน้าที่ดังกล่าวได้ จึงลอยตัวอยู่โดยอิสระและไม่มีผลใดๆ ต่อความเป็นอิมัลชันเลย โปรตีนถูกสกัดละลายออกมามากพอแล้วก็จะทำให้อิมัลชันมีความคงทน ดังนั้นเมื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์สัตว์เรียบร้อยแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสดี สม่ำเสมอและดึงดูดใจผู้บริโภค ส่วนการที่สามารถละลายโปรตีนไมโอซินและแอคตินออกมาได้มากหรือน้อย เนื่องจากโปรตีนเหล่านี้มีคุณสมบัติละลายได้ในน้ำเกลืออ่อน ดังนั้นการผสมเกลือเข้าไปในน้ำตอนแรก โดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะบดหยาบแล้วหมักไว้ระยะหนึ่งจึงเป็นวิธีการที่ใช้ได้ดีเสมอตลอดมา (สัญชัย, 2543)

3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดและการคงตัวของอิมัลชัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.1 อุณหภูมิในการสับผสม

ระหว่างการสับผสมจะมีความร้อนเกิดขึ้นเนื่องจากแรงเสียดสีของเนื้อสัตว์และใบมีด ความร้อนที่เกิดขึ้นมีผลต่อความคงตัวของอิมัลชันเพราะจะทำให้ไขมันแยกออกจากส่วนผสม ทำให้ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน การสับผสมควรมีอุณหภูมิต่ำไม่เกิน 20°C เนื้อและไขมันควรแช่ให้เย็นก่อนสับผสม ระหว่างการผสมควรเติมน้ำแข็งตลอดเวลาเพื่อลดอุณหภูมิ นอกจากนั้นน้ำแข็งยังช่วยทำให้เกลือและส่วนผสมอื่นๆ ละลายกระจายตัวได้ดี อิมัลชันคงตัวดีง่ายต่อการบรรจุ ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสดีและนุ่ม (ชัยณรงค์, 2529)

3.1.2 เวลาในการสับผสม

การสับผสมที่นานเกินไปเม็ดไขมันจะถูกลดขนาดเป็นเม็ดเล็กๆ ทำให้มีพื้นที่ผิวของเม็ดไขมันมากขึ้น ปริมาณโปรตีนไมโอซินไม่เพียงพอในการห่อหุ้มเม็ดไขมัน ทำให้เม็ดไขมันรวมตัวเป็นเม็ดขนาดใหญ่เป็นสาเหตุให้อิมัลชันไม่คงตัว (ชัยณรงค์, 2529)

3.1.3 ปริมาณโปรตีนไมโอซิน

สูตรของผลิตภัณฑ์มีปริมาณเนื้อแดงน้อยหรือเนื้อแดงมีคอลลาเจนมาก ทำให้ปริมาณโปรตีนไมโอซินไม่เพียงพอในการห่อหุ้มเม็ดไขมัน ผลิตภัณฑ์จะมีคราบไขมันเกาะตามผิว โปรตีนไมโอซินเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ที่อยู่ในเส้นใยกล้ามเนื้อ การทำให้ไมโอซินละลายออกมานอกเส้นใยได้มากจะทำให้มีสารอิมัลซิไฟเออร์ที่ช่วยในการรวมตัวของน้ำและไขมันมากขึ้น ปัจจัยที่มีผลในการละลายของไมโอซินได้แก่ ค่า pH ของเนื้อสัตว์ ถ้าค่า pH สูงจะทำให้โปรตีนละลายออกมาได้มาก ปัจจัยที่มีผลอีกอย่างคือ สภาวะการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ ถ้าใช้เนื้อสัตว์ที่ยังไม่ผ่านการเกร็งตัว หมายถึง เนื้อสัตว์ที่ถูกฆ่าใหม่ๆ มาทำผลิตภัณฑ์อิมัลชัน โปรตีนจะละลายออกมาได้มากกว่าเนื้อที่ผ่านการเกร็งตัว สำหรับเนื้อที่ผ่านการเกร็งตัวเมื่อนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อิมัลชัน ควรนำมาหั่นเป็นชิ้นผสมกับเกลือไนไตรท์เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0-4°C เวลา 12 ชั่วโมง ก่อนนำมาสับผสมเพื่อช่วยให้โปรตีนละลายออกมาได้มากขึ้น (ชัยณรงค์, 2529)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ส่วนประกอบที่สำคัญ

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ส่วนใหญ่จะมีส่วนผสม ได้แก่ เนื้อสัตว์ ไขมัน น้ำ เกลือและแป้งซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตต้องการ ยกตัวอย่างเช่น ปริมาณไขมันและน้ำที่เหมาะสมจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มฉ่ำและช่วยลดต้นทุนการผลิต ถ้าต้องการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีต้นทุนต่ำจะใช้สารช่วยเพิ่มน้ำหนัก หรือสารที่ช่วยในการรวมตัว

3.2.1 เนื้อสัตว์

เนื้อสัตว์เป็นวัตถุดิบที่มีผลต่อคุณภาพและต้นทุนของผลิตภัณฑ์คุณภาพของเนื้อสัตว์ เช่น ความเหนียว สี ปริมาณไมโอไฟบริลลาร์โปรตีน ปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ไขมัน ความชื้น จะมีความแปรปรวนขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น อายุ เพศ พันธุ์สัตว์ คุณภาพของเนื้อสัตว์จะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น ปริมาณไมโอซินซึ่งเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ในเนื้อสัตว์ จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง (ชัยณรงค์, 2529)

เนื้อที่เหมาะสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ควรมีปริมาณไมโอไฟบริลลาร์โปรตีนสูงเนื่องจากมีโปรตีนไมโอซินที่ทำหน้าที่เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการรวมตัวของไขมันและน้ำดี (ชัยณรงค์, 2529) ทั้งนี้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสจึงมีการใช้ซูริมิและเศษปลาหมึกจากส่วนหัวปลาหมึกเป็นวัตถุดิบหลัก

3.2.1.1 ซูริมิ

ซูริมิ (surimi) เป็นภาษาญี่ปุ่นที่ใช้เรียกเนื้อปลาบดที่ผ่านการล้างด้วยน้ำ แล้วเติมสารที่ช่วยป้องกันการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน เช่น น้ำตาล หรือซอร์บิทอล นอกจากนี้ยังอาจมีการเติมสารประกอบฟอสเฟตก่อนนำไปแช่แข็ง ซูริมิสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น คามาโบโกะ ไส้กรอก เต้าหู้ปลา ลูกชิ้น และปูเทียม เป็นต้น (สุทธวัฒน์, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซูริมิ (surimi) เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อปลาบดชนิดหนึ่งที่พัฒนาขึ้นในประเทศญี่ปุ่น โดยในขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการผลิตซูริมิมีการล้างเนื้อปลาบดด้วยน้ำหลายครั้ง ซึ่งทำให้รูปร่างเนื้อสัมผัส กลิ่น สีและรสชาติของซูริมิที่ได้แตกต่างไปจากเนื้อปลาปกติ ดังนั้นจึงสามารถใช้กระบวนการผลิตซูริมิขจัดคุณลักษณะที่ผู้บริโภคไม่ต้องการของปลาชนิดที่ต้องการ เพิ่มการใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะปลาที่ใช้ประโยชน์ได้ต่ำด้วยเหตุผลที่ว่ามีก้างเล็กๆจำนวนมาก มีกลิ่นคาวหรือกลิ่นผิดปกติอื่นๆที่รุนแรง มีเนื้อสีเข้ม หรือกรณีของปลาบางชนิดซึ่งสูญเสียลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีได้ง่ายเมื่อแปรรูปโดยวิธีปกติ การผลิตซูริมิสามารถดัดแปลงเพื่อสร้างเนื้อสัมผัสตลอดจนสามารถปรุงแต่งสีหรือกลิ่นรสเพื่อให้มีคุณลักษณะตามที่ผู้บริโภคต้องการได้เป็นอย่างดี จึงอาจกล่าวได้ว่าเทคโนโลยีการผลิตซูริมิเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเพิ่มการใช้ประโยชน์ปลาที่ยังใช้ประโยชน์ได้ต่ำ (จักรี, 2544)

ซูริมิเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ความแข็งแรงของเจลซูริมิอาศัยความเสถียรของโปรตีนไมโอไฟลิบริลลาร์ (Myofibrillar Protein) จากเนื้อปลาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยมีซูริมิเป็นองค์ประกอบได้รับความนิยมค่อนข้างสูง เนื่องจากมีคุณสมบัติทางเนื้อสัมผัสที่ดีและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง (Shi *et al.*, 2014)

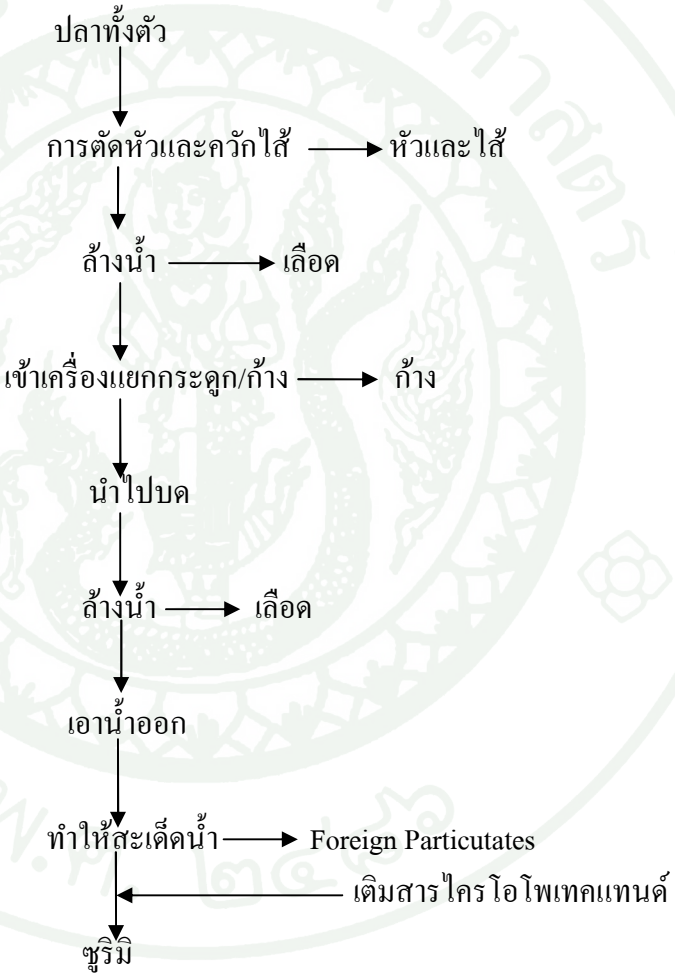
Chaijan *et al.* (2010) กล่าวว่า การสกัดแอคโตไมโอซิน จากปลา short bodied mackerel (*Rastrelligar brachysoma*) ให้แอคโตไมโอซินสูงสุดและมีการสูญเสียที่ต่ำที่สุดในการทำซูริมิ เมื่อเปรียบเทียบกับ Frigate mackerel (Auxis thazard) และ Indian mackerel (Rasterlliger Kanagurfa) ซึ่งปลา Frigate mackerel (Auxis thazard) ให้ไขมันสูงสุด มีสีขาวต่ำสุดจึงไม่ดีต่อการทำซูริมิ ดังนั้น short bodied mackerel ให้ซูริมิที่มีคุณสมบัติที่เหนือกว่าและมีลักษณะสีขาวสามารถเกิดเจลที่ดีกว่าปลาชนิดอื่นที่ศึกษา

ซูริมิแบ่งคุณภาพตามปลาที่ใช้ในการผลิต ดังนี้ คุณภาพระดับสูง นิยมใช้ปลา Alaska Pollock เพราะเป็นปลาที่มีไขมันต่ำ สีขาว มีเจลที่แข็งแรง และมีความยืดหยุ่นสูงมาก ซึ่งสหรัฐอเมริกา เป็นประเทศที่ส่งออกซูริมิจากปลา Alaska Pollock เป็นอันดับหนึ่งของโลก ส่วนประเทศไทยส่งออกซูริมิและผลิตภัณฑ์จากซูริมิเป็นอันดับสองของโลกรองจากสหรัฐอเมริกานั้นนิยมใช้ปลาทรายแดงเป็นวัตถุดิบด้วยเหตุผลที่ปลาทรายแดงมีเนื้อสีขาว ราคาถูก และมีปริมาณมาก นอกจากนี้ปลาทะเลที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตซูริมิได้ เช่น ปลาตาโต ปลาดาบลาย ปลาจวด ปลาตาหวาน ปลาไส้กอ และปลาข้างเหลือง เป็นต้น ในขณะที่ปลาน้ำจืดไม่นิยมนำมาผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นซูริมิ เพราะมีปัญหาเรื่องกลิ่นโคลนและคุณสมบัติการเกิดเจล (Thai Frozen Foods Association [TFFA], 2013)

สำหรับขั้นตอนการผลิตซูริมิโดยเริ่มจากการตัดหัว ควักไส้ และแยกเนื้อออกจากกระดูกในลักษณะเนื้อปลาบด ล้างเนื้อปลาด้วยน้ำ กำจัดน้ำและสิ่งแปลกปลอม แล้วผสมกับสารป้องกันการสูญเสียสภาพของโปรตีนระหว่างการแช่เยือกแข็ง ก่อนนำไปแช่เยือกแข็งและบรรจุ (สุทธวัฒน์, 2549)



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการผลิตซูริมิ

ที่มา: จักรี (2544)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Gropper *et al*. (1998) กล่าวว่า การผลิตซูริมิจากปลาอะลาสกา พอลลอค ทำโดยใช้ซอบิทอล 80 กรัม/ซูริมิ 1 กิโลกรัม, โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (STP) 2 กรัม/ซูริมิ 1 กิโลกรัม และเกลือ 20 กรัม/ซูริมิ 1 กิโลกรัม ตามลำดับ การสับผสมซูริมิจะสับผสมที่อุณหภูมิ 2°C นาน 10 นาที ทั้งนี้ก่อนสับผสมซูริมิควรมีความชื้น 75% ซึ่งเป็นมาตรฐานของโรงงานอุตสาหกรรมที่นิยมใช้ และเมื่อสับผสมซูริมิแล้วนำแบทเทอร์ที่ได้มาเก็บในอ่างน้ำร้อนอุณหภูมิ 40°C นาน 30 นาที และทำสุกที่อุณหภูมิ 90°C นาน 50 นาที เพื่อให้เกิดการเซ็ทตัวโดยสมบูรณ์ จากนั้นเมื่อเจลซูริมิสุกแล้วจึงทำให้เย็นด้วยการเติมน้ำแข็งนาน 30 นาที จากนั้นเก็บในตู้เย็น 4°C นาน 1 คืน ซูริมิที่ได้จะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20°C จนกว่าจะเข้าสู่กระบวนการผลิต

การตัดหัวและควักไส้ก่อนกระบวนการแยกเนื้อปลา อาจใช้แรงงานคน หรืออาจใช้เครื่องตัดหัวและควักไส้ในกรณีที่ปลามีขนาดใกล้เคียงกัน ข้อดีของการตัดหัวและการควักไส้มีดังนี้ คือ หัวและไส้ประกอบด้วยไขมันปริมาณมากซึ่งจะสลายตัวระหว่างการเก็บรักษาทำให้คุณภาพของเนื้อปลาบดลดลง เครื่องในปลาประกอบด้วยเอมไซม์ชนิดต่างๆมีผลให้ความแข็งแรงของเจลของเนื้อปลาบดลดลง นอกจากนี้เครื่องในปลามีผลให้เนื้อปลามีสีคล้ำ ซึ่งการตัดหัวปลาสามารถกระทำได้หลายวิธี คือ การตัดขวาง (crosscutting) ใช้สำหรับปลาขนาดเล็ก เช่น เฮอร์ริ่ง แมคเคอเรล หรือสแพรท แต่การตัดแบบเฉียง (slant cutting) มีการสูญเสียน้อยกว่า ส่วนการตัดในลักษณะตัว V (V-shaped cutting) สามารถกระทำโดยใช้ใบมีดหมุนซึ่งทำมุมกัน สำหรับการตัดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ การตัดชนิด gill cut ซึ่งสามารถกระทำโดยใช้แรงงานคน แต่เครื่องตัดบางชนิดสามารถตัดหัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ เรียกการตัดหัวดังกล่าวว่า fashion cutting แต่อย่างไรก็ตามการตัดหัวโดยเครื่องจักรแบบตัดขวางและตัดแบบเฉียงมีการใช้อย่างแพร่หลาย (สุทธวัฒน์, 2549)

สำหรับการควักไส้นั้นอาจใช้แรงงานคนหรือเครื่องจักร โดยเครื่องจักรส่วนใหญ่อาศัยหลักการคล้ายกันคือ ผ่าหน้าท้องของปลาให้เปิดออกก่อนหรือหลังการตัดหัวปลาแล้วเครื่องในจะถูกนำออกมาโดยเครื่องจักร นอกจากนี้มีการใช้เทคนิคการดูดเครื่องในออกจากปลาที่ตัดหัวแล้ว โดยทั่วไปเครื่องตัดหัวและควักไส้จะทำงานร่วมกัน (สุทธวัฒน์, 2549)

ในการผลิตซูริมิจะมีขั้นตอนการแยกเนื้อปลาออกจากกระดูกได้ง่ายกว่าสัตว์ชนิดอื่นๆ แต่เนื่องจากปลาที่ใช้ในการผลิตมีจำนวนมากและอาจมีขนาดเล็ก จึงจำเป็นต้องใช้แรงงานคนและเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงนิยมใช้เครื่องจักรในการแยกเนื้อ เครื่องแยกเนื้อออกจากตัวปลา (สุทธวัฒน์, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื้อปลาบดที่ได้ (mince) เรียกในภาษาญี่ปุ่นว่า “otoshimi” มีสีคล้ำแตกต่างกัน ตามชนิดของเนื้อปลาหรือชิ้นส่วนของปลาตลอดจนกระบวนการผลิต เช่น ถ้านำปลาทั้งตัวมาแยกเนื้อพบว่า “otoshimi” มีสีคล้ำแตกต่างกันตามชนิดของปลาตลอดจนกระบวนการผลิต เช่น ถ้านำปลาทั้งตัวแยกเนื้อ พบว่า จะมีเลือดจากกระดูกกลางลำตัวปะปนอยู่ในเนื้อ ถ้านำส่วนโครงกระดูกซึ่งเป็นส่วนที่เหลือจากการแล่มาแยกเนื้อ พบว่าเนื้อที่มีสีคล้ำเพิ่มขึ้น เนื่อปลาบดเหล่านี้มีราคาถูกและไม่เป็นที่ต้องของผู้บริโภค แต่อาจมีประโยชน์ในอุตสาหกรรมบางชนิด เช่น การแทนเนื้อแดง นอกจากนี้เนื้อเยื่อเลือด (blood tissue) ยังให้กลิ่นรสของเนื้อ (meat-like flavor) อีกด้วย (สุทธวัฒน์, 2549)

ปลาบดที่ไม่ผ่านการแช่เยือกแข็งมักเน่าเสียได้ง่าย ดังนั้นจึงมักแช่แข็งปลาบดในกรณีที่ไม่ได้นำปลาบดไปใช้ทันที ในบางกรณีอาจมีการเติมสารจำพวกโพลีฟอสเฟตและสารประกอบบางชนิดเพื่อรักษาความชื้น และพัฒนาเนื้อสัมผัสตลอดจนชะลอการเกิดกลิ่นหืน ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อปลาบดมีส่วนประกอบของอากาศเป็นจำนวนมาก เนื้อปลาบดไม่สามารถรักษาคุณภาพระหว่างการเก็บในสภาพแช่แข็งเหมือนการเก็บรักษาปลาเป็นตัว เนื่องจากมีการทำลายเนื้อเยื่อระหว่างการผลิต สำหรับการบดที่ได้จากปลา gadoid ซึ่งมีไตรเมทิลเอมีนออกไซด์ (TMAO) เป็นองค์ประกอบสามารถเปลี่ยนเป็นไดเมทิลเอมีน (DMA) และฟอร์มาลดีไฮด์ (FA) สารฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสาเหตุสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสที่เรียกว่า “cottony” หรือ “spony” การเชื่อมโยงของอนุภาคเป็นลักษณะฟองน้ำ ทำให้สามารถอุ้มน้ำไว้ได้มาก และจะถูกปลดปล่อยออกมาในระหว่างการกัด และผลิตภัณฑ์ภายหลังการกัดจะมีลักษณะเหมือนฟองน้ำแห้ง เรียกว่า “cottony” ปัญหาดังกล่างสามารถป้องกันได้โดยการเก็บเนื้อปลาบดที่อุณหภูมิต่ำกว่า -30^{o}C ซึ่งกิจกรรมของเอมไซม์ที่สามารถเปลี่ยนไตรเมทิลเอมีนออกไซด์เป็นฟอร์มาลดีไฮด์จะลดลง นอกจากนี้การล้างเนื้อปลาบดเพื่อกำจัดไตรเมทิลเอมีนออกไซด์ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการลดปัญหาดังกล่าว (สุทธวัฒน์, 2549)

ซูริมิมีอายุการเก็บนิยมเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า –20°C สามารถเก็บซูริมิได้นาน 1-2 ปีโดยไม่เปลี่ยนแปลง หากอุณหภูมิระหว่างการเก็บไม่สม่ำเสมอจะทำให้ความสามารถในการเกิดเจลลดลงในระหว่างการเก็บรักษาจะมีการเติบโตของจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงต้องเก็บรักษาด้วยการแช่แข็งที่อุณหภูมิต่ำ ในซูริมิ แช่เยือกแข็ง นิยมเติมสารป้องกันการสูญเสียสภาพระหว่างการแช่เยือกแข็ง (cryoprotectants) ได้แก่ ทรีฮาโลส น้ำตาลซูโครส กลีเซอรอล และน้ำตาลแอลกอฮอล์ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยรักษาความสามารถในการเกิดเจล และป้องกันการเสียสภาพของไมโอฟลิบริลาร์โปรตีนในระหว่างการเก็บรักษาโดยการแช่แข็ง (Liu *et al*., 2014)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ถึงแม้การแช่แข็งจะสามารถยืดอายุการเก็บได้ แต่อย่างไรก็ตามในระหว่างการเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงของกลิ่น สี และเนื้อสัมผัส การแช่เย็นแบบยิ่งยวดของซูริมิจากปลาแซลมอนที่อุณหภูมิ -2°C จะสามารถเก็บได้นาน 14 วัน ซูริมิที่เก็บไว้นานเมื่อแช่แข็งจะมีผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่เกิดขึ้น การแช่เย็นแบบยิ่งยวดสามารถเร่งการปล่อยของเอมไซม์ cathepsin B และ L จากไลโซโซม เมื่อเร่งการย่อยสลายจากกล้ามเนื้อปลามากขึ้น ไมโอฟลิบริลาร์โปรตีนจะเกิดการแตกหักระหว่างการเก็บรักษา (Liu *et al*., 2014)

การล้างสามารถกำจัดโปรตีนที่ละลายน้ำ และองค์ประกอบที่ไม่ต้องการออกไป เช่น เลือดไขมัน รวมทั้งเอมไซม์ต่างๆส่งผลให้ปริมาณโปรตีนไมโอไฟบริลสูงขึ้น การล้างมักล้างด้วยน้ำเย็น อุณหภูมิ 5-10°C จนกระทั่งเนื้อปลาไม่มีสีและกลิ่น อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของปลา เช่น ปลาในเขตร้อนสามารถทนต่ออุณหภูมิของน้ำที่สูงกว่าปลาในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว การล้างมักกระทำหลายครั้งใช้ปริมาณน้ำ 5-10 เท่าของเนื้อปลาบด ทำการล้างอย่างน้อย 2-3 ครั้ง ระหว่างการล้างมีการคนหรือกวนอย่างช้าๆและสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันการจับตัวของเนื้อปลาบด (pulping) โดยปกติใช้วิธีการล้างในถัง 3 ถัง ซึ่งเรียงต่อกันแบบต่อเนื่อง แต่สำหรับการผลิตซูริมิบนเรือมักทำการล้างครั้งเดียว โดยใช้น้ำที่มีปริมาตร 2-3 เท่าของเนื้อปลาบด การล้างเป็นขั้นตอนสำคัญในการผลิตซูริมิเนื่องจากเหตุผล ดังต่อไปนี้

สุทธวัฒน์ (2549) กล่าวว่า การล้างเนื้อปลาบด สามารถปรับปรุงความสามารถในการเกิดเจลและยับยั้งการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนจากการแช่เยือกแข็ง ซึ่งมีสาเหตุจากเกลือและสารประกอบอินทรีย์ที่ละลายน้ำมีความเข้มข้นสูงขึ้น ความเข้มข้นของเกลือจะสูงขึ้นเมื่อน้ำในเซลล์เปลี่ยนเป็นผลึกน้ำแข็ง ส่งผลต่อค่า ionic strength และพีเอช ซึ่งเป็นสาเหตุของการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน นอกจากนี้การล้างเนื้อปลาบด สามารถปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของซูริมิ โดยเนื้อปลาบดที่ผ่านการล้างจะมีลักษณะเหนียวขึ้นเมื่อเก็บเป็นระยะเวลานาน (6 เดือน) เมื่อพิจราณาโครงสร้างกล้ามเนื้อพบว่า ภายหลังการเก็บรักษา 5 สัปดาห์ อัตราการลดลงของ A band I band และ H band ของเนื้อปลาที่ล้างน้ำมากกว่าที่ไม่ล้างน้ำ และเมื่อเก็บรักษา 3 และ 6 เดือน พบว่า ไม่สามารถตรวจพบซาร์โคเมีย ในเนื้อปลาที่ล้างน้ำ ทั้งนี้อาจเนื่องจากองค์ประกอบที่ละลายน้ำ เช่น โปรตีนซาร์โคพลาสมิก และไตรเมทิลเอมีนออกไซด์ มีส่วนช่วยให้เกิดความคงตัวของโปรตีนไมโอไฟบริล โดยทำหน้าที่เป็นตัวขัดขวางการรวมตัวของโปรตีนดังกล่าว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเกิดเจลของเนื้อปลาเป็นการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนเมื่อได้รับความร้อนทำให้เกิดความแข็งของเจล (Gel strength) และความยืดหยุ่น (Elasticity) เริ่มจากการนำเนื้อปลาที่ผ่านการล้างน้ำบดผสมกับเกลือแกงร้อยละ 2-3 ของน้ำหนักเนื้อปลา ในระหว่างการผสมโครงสร้างของเนื้อปลาเริ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยโปรตีนไมโอไฟบริลล่า ได้แก่ ไมโอซิน (Myosin) และแอกติน (Actin) ที่ละลายได้ในสารละลายเกลือปริมาณร้อยละ 2.0-3.0 ของน้ำหนักเนื้อปลาและจะเริ่มละลายและละลายเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ใช้ในการผสมไมโอซินและแอกตินจับตัวกันเป็นแอกโตไมโอซิน (Actomyosin) ทำให้เนื้อปลามีความหนืด ซึ่งเรียกว่าโซล จากนั้นนำไปให้ความร้อนทำให้โซลแปรสภาพเป็นเจลที่เหนียวและยืดหยุ่น (สุทธวัฒน์, 2549)

Panpipat *et al.* (2010) พบว่า ปลาแมคคอเรลที่ผสมปลาฮอกเกอร์ 1:2 ให้ซูริมิที่มีลักษณะเหมือนกับใช้ปลาฮอกเกอร์ชนิดเดียว ดังนั้นจึงสามารถใช้ปลาแมคคอเรลในการทดแทนปลาฮอกเกอร์ได้ ทั้งนี้ยังส่งผลให้เจลซูริมิมีความแข็งแรงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าคุณภาพของเจลยังขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณปลาสดที่ใช้

ผลิตภัณฑ์จากซูริมิที่ถูกผลิตขึ้นโดยใช้ส่วนผสม ได้แก่ แป้ง โปรตีนไข่ขาว เกลือ และน้ำมันผัก จะช่วยในการจัดเรียงของโปรตีน เนื้อสัมผัสที่เกิดขึ้นจะสัมพันธ์กับชนิดและปริมาณส่วนผสมที่เติมลงไป ส่วนมากจะนิยมเติมแป้งลงไปเพื่อช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ และรักษาความแข็งแรงของเจลที่ลดลงเมื่อเก็บซูริมิไว้ในตู้เย็น (Campo and Tovar, 2008)

Yang and Park (1997) กล่าวว่า การเติมแป้งช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส โครงสร้าง และสีของซูริมิได้ การเติมแป้งในปริมาณมากจะทำให้เจลซูริมิมีความแข็งแรงมากกว่าการเติมแป้งในปริมาณน้อย เนื่องจากเมื่ออนุภาคของแป้งดูดซับน้ำจากนอก ทำให้อนุภาคเกิดการขยายตัวจึงเป็นตัวที่ทำให้โครงสร้างเจลมีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะแป้งที่ผ่านการดัดแปลงอนุภาคของแป้งนั้นสามารถขยายตัวได้ง่ายเจลซูริมิจึงมีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น

การเติมแป้งชนิดต่างๆในซูริมิมีผลให้เจลมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น โดยมันฝรั่งจะให้ค่าความแข็งแรงของเจลสูงที่สุด และเมื่อเก็บเจลซูริมิที่ผสมแป้งที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า เจลมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นและมีของเหลวจากการบีบอัด (expressible moisture) มากขึ้น ทั้งนี้เป็นผลจากกระบวนการ retrogradation ของแป้ง แป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูงสามารถเกิด retrogradation ได้สูงกว่าแป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพกตินสูง (สุทธวัฒน์, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Campo and Tovar (2008) พบว่า การเติมแป้ง ในระดับร้อยละ 7-11 เจล ซูริมิที่ได้จะมีความยืดหยุ่นดี แต่หากเติมแป้งในระดับที่มากกว่านี้ จะส่งผลให้เจลมีความยืดหยุ่นลดลงและมีความหนืดที่เพิ่มขึ้นแทน

Yang *et al.* (2014) พบว่า การเพิ่มปริมาณแป้งที่เติมในซูริมิทำให้ซูริมิมีปริมาณการสูญเสียน้ำลดลง ทั้งนี้การเติมแป้งที่ระดับร้อยละ 4 อุณหภูมิ 25°C เจลซูริมิที่ได้มีคุณภาพดีสุดโดยได้รับคะแนนในการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด การเติมแป้งในซูริมิที่ระดับร้อยละ 8 ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ เนื่องจากซูริมิที่ได้จะมีความแข็งมาก นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเติมแป้งในซูริมิเพิ่มมากขึ้นทำให้ความเป็นสีขาวในซูริมิลดลง เนื่องจากอุณหภูมิที่สูง ก่อให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดระหว่างกรดอะมิโนกับน้ำตาลรีดิวซ์ซิง หรือเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

สุทธวัฒน์ (2549) กล่าวว่า โปรตีนที่เติมลงในซูริมิส่วนใหญ่มีกลไกการทำงานในลักษณะสารเติมเต็มชนิด (simple filler) ความสามารถในการดูดซับน้ำอย่างรวดเร็วก่อนเติมลงในโซลมีผลต่อการขัดขวางการเกิดเจลโปรตีนบางชนิดโดยเฉพาะชนิดละลายน้ำสามารถจับกับโปรตีนไมโอไฟบริลก่อนการเกิดเจล ส่งผลต่อการขัดขวางการเกิดเจลของโปรตีน อย่างไรก็ตามโปรตีนบางชนิดซึ่งมีสมบัติในการเกิดเจลอาจเกิดโครงสร้างแบบแทรกสอดกับโครงข่ายโปรตีน

การเติมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองสามารถเพิ่มความแข็งแรงของเจลซูริมิ ที่มีคุณภาพต่ำและไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเจลของซูริมิคุณภาพปานกลางแต่จะมีผลในการลดคุณภาพของเจลซูริมิคุณภาพสูง (สุทธวัฒน์, 2549)

การใช้ไข่ขาวในปริมาณไม่มากกว่าร้อยละ 6 มีผลเพิ่มความแข็งแรงของเจล และให้เจลที่มีลักษณะขาวและมันวาวมากขึ้น แต่ไข่ขาวจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีคล้ำ เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง (สุทธวัฒน์, 2549)

การใช้โปรตีนจากถั่วเหลืองอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ เนื่องจากโปรตีนถั่วเหลืองสามารถจับน้ำและไขมันได้ดี นอกจากนี้สามารถเกิดเจลเมื่อให้ความร้อน โดยปกติก่อนการใช้จะละลายโปรตีนกับน้ำประมาณ 4-6 ส่วน ก่อนเติมลงในซูริมิ อย่างไรก็ตามการเติมโปรตีนชนิดนี้ในปริมาณสูง มีผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีครีมและมีกลิ่นถั่ว (สุทธวัฒน์, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กลูเตนจากแป้งสาลีมีผลลดความแข็งแรงของเจลของผลิตภัณฑ์ชนิดขึ้นรูป (molded product) ตลอดจนลดความแน่นแข็ง (firmness) ของผลิตภัณฑ์เลียนแบบชนิดเส้นใย อย่างไรก็ตามกลูเตนสามารถป้องกันเจลซูริมิไม่ให้มีลักษณะเหนียวคล้ายยางมากเกินไปในระหว่างการเก็บในสภาพแช่แข็งปริมาณสูงสุดที่ใช้คือร้อยละ 2 โดยใช้ร่วมกับแป้งร้อยละ 6 เมื่อใช้ปริมาณมากกว่าร้อยละ 5 มีผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำและมีกลิ่นธัญพืช (สุทธวัฒน์, 2549)

Rawdkuen and Benjakul (2008) พบว่า เมื่อเติมเวย์โปรตีนมากกว่า 2% ทำให้แรงที่ใช้ในการทำให้เกิดการแตกหักมีมากขึ้นแสดงว่าเจลมีความแข็งแรงขึ้น ซึ่งเจลมีความแข็งแรงมากกว่าการที่ไม่เติมเวย์โปรตีนถึงร้อยละ 50 เนื่องจากเวย์โปรตีนสามารถปรับปรุงเนื้อสัมผัสขณะเกิดเจล การเติมเวย์โปรตีนที่ร้อยละ 1-2 ไม่ส่งผลต่อความเป็นสีขาวของซูริมิแต่หากเติมในระดับที่มากกว่าร้อยละ 3 จะทำให้ความเป็นสีขาวลดลงแต่ซูริมิที่เติมเวย์โปรตีนมากขึ้นความชื้นจะมีปริมาณลดน้อยลง การเติมเวย์โปรตีนจะช่วยปรับปรุงเรื่องความสามารถในการอุ้มน้ำ เนื่องจากการขยายตัวของโครงสร้างโปรตีนและความยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้นจากการเติมโปรตีนส่งผลให้ความชื้นที่ได้ลดน้อยลงความสามารถในการอุ้มน้ำจึงเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้สารพอลิเมอร์อื่นๆยังสามารถเติมในซูริมิได้เพื่อช่วยเพิ่มความสามารถในการเกิดเจล เป็นการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ดังนี้

สุทธวัฒน์ (2549) กล่าวว่ากัมเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ ที่สามารถละลายหรือกระจายตัวในน้ำแล้วให้เจลหรือความหนืด สมบัติดังกล่าวแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของกัมตลอดจนสภาวะในการเตรียม เช่น พีเอช ionic strength กัมทำหน้าที่คล้ายสารเติมเต็มในโครงข่ายของเจล กัมสามารถแทรกสอดในโครงสร้างของโปรตีน

เมทิลเซลลูโลสมีสมบัติพิเศษสามารถเกิดเจลเมื่อให้ความร้อนและจะหลอมเมื่อให้ความเย็น สามารถใช้ในผลิตภัณฑ์กุ้งเทียม เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของเนื้อสัมผัสในขณะร้อน นอกจากนี้เซลลูโลสผงมีผลต่อเนื้อสัมผัสและความคงตัวของผลิตภัณฑ์ (สุทธวัฒน์, 2549)

เจลลาตินเป็นสารสกัดจากหนังหรือกระดูกสัตว์ เจลาตินสามารถให้เจลชนิด thermoreversible gel ซึ่งสามารถละลายที่อุณหภูมิของร่างกาย ดังนั้นซูริมิที่มีเจลลาตินเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนผสมจะมีลักษณะอ่อนตัวขณะให้ความร้อน และสมบัติของซูริมิจะขึ้นอยู่กับชนิดของเจลลาติน ที่ใช้ (สุทธวัฒน์, 2549)

Kaewudom *et al.* (2013) ศึกษาการเติมเจลาตินที่ผลิตจากปลาในระดับร้อยละ 0 5 10 15 และ 20 ลงในผลิตภัณฑ์ซูริมิ พบว่า การเติมเจลาตินที่ระดับร้อยละ 15 ให้ค่าแรงที่ทำให้เกิดการแตกหักมีค่าสูงสุด เจลาตินร้อยละ 5 ให้ค่าแรงที่ทำให้เกิดการแตกหักมีค่าน้อยที่สุด เมื่อเติมเจลาตินเพิ่มขึ้น ความชื้นของซูริมิจะน้อยลงเจลาตินจึงช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเจล ซูริมิได้ เนื่องจากเจลาตินนั้นเป็นไฮโดรโฟบิกที่พบในธรรมชาติมันส่งผลต่อโครงสร้างของเจล แต่หากเติมเจลาตินในปริมาณมากเจลซูริมิที่ได้จะมีลักษณะอ่อนจึงเกิดการแตกหักได้ง่าย เพราะเจลาตินสามารถทำให้ไมโอฟลิบลูลาโปรตีนในซูริมิเจือจางลง นอกจากนี้ยังพบว่าการเติมเจลาตินในปริมาณมากขึ้นยังทำให้ความเป็นสีขาวในซูริมิลดลง

กระบวนการแปรรูปต่างๆ เช่น การใช้ความร้อนหรือการใช้ความดันนั้นมีผลต่อคุณภาพของเจลซูริมิดังนี้ การใช้ความดันช่วยปรับปรุงคุณภาพของเจลซูริมิทำให้เจลมีสีขาวและมีความหนาแน่นสูง แต่ต้องใช้ในระดับที่เหมาะสมซึ่งหากใช้ความดันในระดับสูงจะทำให้โครงสร้างของเจลเกิดการแตกหักและเกิดการสูญเสียน้ำในผลิตภัณฑ์ได้ ในขณะที่การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงทำให้เจลซูริมิมีโพรงอากาศเกิดขึ้นและมีความหนาแน่นต่ำ ส่วนการใช้ไมโครเวฟสามารถปรับปรุงคุณสมบัติของเจลได้โดยสามารถลดการใช้เกลือในการผลิตเจลซูริมิและทำให้เจลซูริมิมีความแข็งแรงมากขึ้น โดยมีงานวิจัยต่างๆที่ศึกษาถึงผลของกระบวนการแปรรูปต่อคุณภาพเจลซูริมิดังนี้

Munizaga and Canovas (2004) ศึกษาการใช้ความร้อนและความดันในปลาปลาอะลาสกาพอลลอค และปลาแปซิฟิกไรติ้ง พบว่า การใช้ความดันสูงเมื่อใส่แป้งและไข่ขาวลงไปทำให้มีความสว่างเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้ความร้อน โดยที่ความดัน 400 MPa เมื่อใส่แป้งมันฝรั่งความสว่างจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.3 ใส่ไข่ขาวความสว่างจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.6 ใส่แป้งมันและไข่ขาวสว่างจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.3 ที่ความดัน 650 MPa เมื่อใส่แป้งมันฝรั่งความสว่างจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.6 ใส่ไข่ขาวความสว่างจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.9 ใส่แป้งมันและไข่ขาวสว่างจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.5 ทั้งปลาอะลาสกาพอลลอคและปลาแปซิฟิกไรติ้งให้ผลไม่แตกต่างกัน สามารถอธิบายได้ว่า การใช้ความดันช่วยให้น้ำมีการจัดเรียงโมเลกุลใหม่เป็นการดัดแปลงโครงสร้างของเจล มันจึงให้ลักษณะที่โปร่งแสงและมันเงามากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ความร้อน การใช้ความดันทำให้ตัวอย่างมีความเป็นสีเขียวมากกว่าการใช้ความร้อน เนื่องจากโมเลกุลโปรตีนเกิดการจัดเรียงโครงสร้างใหม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จึงเห็นความเป็นสีเขียวมากขึ้นและการใช้ความดันทำให้ตัวอย่างมีความเป็นสีเหลืองน้อยกว่าการใช้ความร้อนซึ่งเป็นลักษณะที่ดีของเจลซูริมิ

Munizaga and Canovas (2005) พบว่า เจลซูริมิจากปลาอะลาสกาพอลลอคและปลาแปซิฟิกไรติ้งที่ผ่านความดัน 400 MPa และ 650 MPa จะมีความหนาแน่นสูงกว่าเจลที่ผ่านความร้อน เนื่องจากการผ่านความร้อนทำให้เกิดโครงสร้างเปิด ไม่กระชับ ทำให้การเรียงของเส้นใยเป็นโพรงอากาศจึงมีความหนาแน่นต่ำ ตรงข้ามกับการผ่านความดันจะมีเจลที่โครงสร้างกระชับ รัดกุม ไม่มีโพรงอากาศจึงมีความหนาแน่นสูง

Fu *et al*. (2012) ศึกษาผลของการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟของเจลซูริมิจากปลาซิลเวอร์โดยเติมเกลือในระดับต่ำ พบว่า เมื่อเติมเกลือปริมาณมากขึ้นเจลซูริมิจะมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น โดยเจลซูริมิที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่กำลัง 15 วัตต์ นาน 60 นาที และเติมเกลือที่ระดับ 1 กรัม เจลยังคงมีโครงสร้างแน่นดี ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การให้ความร้อนโดยใช้ไมโครเวฟสามารถปรับปรุงคุณสมบัติของเจลได้ ซึ่งเป็นผลดีทำให้สามารถใช้เกลือได้ในระดับต่ำและยังเพิ่มควาสามารถในการอุ้มน้ำให้แก่เจลซูริมิอีกด้วย

Gropper *et al*. (1998) พบว่า การใช้ความดันสูงในการ reheating ทำให้โครงสร้างของเจลซูริมิเกิดการแตกหักและเกิดการสูญเสียน้ำในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ไมโคเวฟกำลังวัตต์สูงส่งผลให้เกิดฟองอากาศในเจล แต่อย่างไรก็ตามการใช้ความดันแบบสุญญากาศจะช่วยปรับปรุงโครงร้างของเจลซูริมิได้

Zhang *et al.* (2013) พบว่า การใช้อุณหภูมิที่สูงในการเซ็ทเจลซูริมิจะทำให้ความแข็งแรงของเจลซูริมิลดลง ซึ่งอุณหภูมิที่สูงเกิน 115^{o}C นาน 10 นาที ความร้อนจะทำลายโครงสร้างของเจล โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากอุณหภูมิที่ 120^{o}C นาน 10 นาที อนุภาคภายในโครงสร้างเจลจะมีขนาดใหญ่และเจลจะมีเนื้อแน่นและแข็งมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.1.2 ปลาหมึก

ปลาหมึกเป็นสัตว์ทะเลที่ไม่มีกระดูกสันหลัง อยู่ในคลาส Cephalopods ประกอบด้วยส่วนหัวและลำตัว ไม่มีเปลือกหุ้มภายนอก มีรยางค์ (tentacle) รอบปาก 4-5 คู่ เรียกว่า หนวด บนหนวดแต่ละเส้นมีปุ่มดูดเรียงเป็นแถว ภายในปากมีเขี้ยว 2 อัน คือ เขี้ยวบน และเขี้ยวล่าง ภายในลำตัวปลาหมึกมีโครงสร้างของแข็งเรียกว่า กระดองปลาหมึก กระดองของปลาหมึกมีลักษณะเป็นแผ่นใสคล้ายพลาสติก กระดองดังกล่าวประกอบด้วย สารจำพวกไคติน แต่ในปลาหมึกกระดองจะมีลักษณะแผ่นแข็งสีขาวขุ่น ประกอบด้วยหินปูนเรียกว่า ลิ้นทะเล ภายในลำตัวมีท่อทางเดินอาหาร ระบบขับถ่าย และระบบสืบพันธุ์ ส่วนปลายสุดของท่อทางเดินอาหารมีถุงหมึก ซึ่งใช้สำหรับรบกวนหรือหลบหลีกศัตรู ลักษณะเนื้อสัมผัสที่เหนียวเป็นลักษณะเฉพาะของปลาหมึก เนื่องจากปลาหมึกไม่มีโครงกระดูกหุ้ม จึงจำเป็นต้องมีกล้ามเนื้อแข็งแรง ป้องกันอวัยวะภายใน เนื้อที่ใช้บริโภคส่วนใหญ่เป็นส่วนลำตัว (mantle) (สุทธวัฒน์; นที, 2548; 2554)

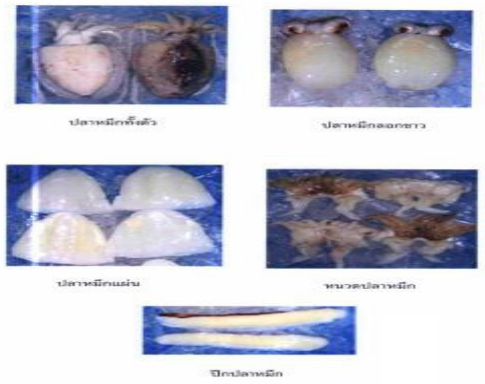
ปลาหมึกแต่ละสายพันธ์อาศัยอยู่ในพื้นที่แตกต่างกัน ตามลักษณะความเป็นอยู่ แบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มปลาหมึกกลางน้ำ (Pelagic squid) จำพวกปลาหมึกกล้วย และปลาหมึกหอม กลุ่มนี้ชอบรวมกลุ่มกันในบริเวณที่น้ำใสสะอาด และจะว่ายน้ำหาอาหารอยู่ตลอดเวลา หมึกกลุ่มนี้มีความว่องไว กลุ่มที่สองเป็นปลาหมึกหน้าดิน (Benthic Cuttlefish) จำพวกปลาหมึกกระดอง กลุ่มนี้ชอบอาศัยอยู่ตามหน้าดินหรือนอนฝังตัวตามหน้าดิน เช่นเดียวกับกุ้ง ปู และกลุ่มที่สาม คือ กลุ่มปลาหมึกสาย (Octopus) กลุ่มนี้มีหนวด 8 เส้น ตัวกลมคล้ายลูกโป่ง อาศัยอยู่เดี่ยวๆตามโพรงหิน หมึกสายบางชนิดมีพิษ ทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้ ปลาหมึกแต่ละชนิดมีประเทศผู้จับและส่งออกที่สำคัญ ดังนี้ หมึกกล้วย (squid) ตลาดหลัก คือ ประเทศในหมู่เกาะฟอร์คแลนด์และเกาะมัลดีฟ อาเจนติน่า สเปน จีน อินเดีย เวียดนาม และไทย หมึกกระดอง (Cuttlefish) มีตลาดหลัก คือ สเปน อิตาลี และญี่ปุ่น โดยมีการนำเข้าหลักจากโมร็อคโกและอินเดีย ในขณะที่หมึกสาย (Octopus) ประเทศผู้ผลิตและส่งออกที่สำคัญ คือ โมร็อคโค และ เมอริทาเนีย ประเทศผู้นำเข้าที่สำคัญ คือ ญี่ปุ่น อิตาลี และสเปน (TFFA, 2013)

ปลาหมึก มีชื่อสามัญว่า ปลาหมึกกล้วย (squid) ปลาหมึกหอม (soft cuttlefish หรือ bigfin reef squid) ปลาหมึกกระดอง (cuttlefish) และปลาหมึกสาย (octopus) (มกอช., 2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปลาหมึกสดมี 4 ชนิดได้แก่ ปลาหมึกกล้วย ปลาหมึกหอม ปลาหมึกกระดอง และปลาหมึกสาย ดังนี้

1) ปลาหมึกกระดอง (Cuttleffish, Rainbow Cuttlefish) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Sepia brevimana, Sepia pharaonis* หมึกกระดองมีลำตัวเป็นถุงรูปไข่ มีแผ่นกล้ามเนื้อคลุมลำตัวคือ ครีบ เป็นอวัยวะที่ใช้ในการพยุงตัว ทำให้เคลื่อนไหวในน้ำได้อย่างรวดเร็ว ลำตัวเป็นกล้ามเนื้อมีลักษณะเป็นแผ่นเนื้อหนาหุ้มห่ออวัยวะภายใน กระดองรูปคล้ายใบหอกที่เรียกว่า ลิ้นทะเล หัวมีนัยน์ตาขนาดใหญ่ มีหนวดสั้น 4 คู่ และหนวดยาว 1คู่ ปลายของหนวดแต่ละเส้นมีอวัยวะดูดใช้ในการจับอาหาร ถิ่นอาศัย หากินอยู่ในบริเวณผิวน้ำในเวลากลางคืน พบทั่วไปในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (มกอช., 2548)



ภาพที่ 7 ปลาหมึกกระดองและส่วนประกอบ

ที่มา: สมโภชน์ (2540)

2) ปลาหมึกหอมหรือปลาหมึกตะเภา (Soft Cuttlefish) ชื่อวิทยาศาสตร์: *Sepioteuthis lessoniana* ลำตัวเป็นรูปทรงกระบอก ครีบหรือแผ่นข้างตัวทั้งสองด้านมีลักษณะกว้างและแบน ยาวเกือบตลอดลำตัวคล้ายมึงกระดอง ต่างกันที่กระดองของหมึกหอมจะเป็นแผ่นใสดูบาง เห็นเส้นกระดองได้ชัดเจน หนวดรอบปากมี 10 เส้น เป็นแขน 8 เส้น มีหนวดคู่ยาว 2 เส้น ลำตัวใส มีสีน้ำตาลอมแดง ประเป็นจุด นัยน์ตาสีเขียว ตัวผู้จะมีขนาดยาวและเรียวกว่าตัวเมีย ถิ่นอาศัย รวมกลุ่มอยู่เป็นหมู่ ทั้งในบริเวณผิวน้ำและพื้นทะเล (มกอช., 2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 8 ปลาหมึกหอมหรือปลาหมึกตะเภา และส่วนประกอบ

ที่มา: สมโภชน์ (2540)

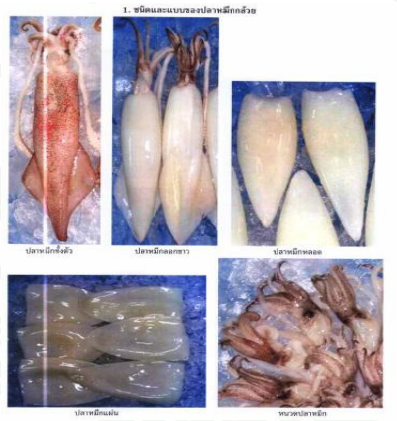
3) ปลาหมึกยักษ์หรือปลาหมึกสาย (Octopus) ชื่อวิทยาศาสตร์: *Octopus membranaceous* หมึกชนิดนี้มีรูปร่างผิดกับหมึกชนิดอื่น คือ ลำตัวกลมคล้ายลูกโป่ง ไม่มีครีบ ไม่มีกระดอง มีหนวด 8 เส้น แต่ละเส้นมีความยาวใกล้เคียงกันโคนหนวดแต่ละเส้นมีแผ่นหนังเชื่อมติดกัน ด้านในของหนวดทุกเส้นมีปุ่มดูดเรียงกันเป็นสองแถวสำหรับจับสัตว์กินเป็นอาหาร ลำตัวสีเทาอมดำหรือสีน้ำตาลอ่อน ด้านท้องสีขาว หมึกสายเป็นสัตว์ที่เคลื่อนไวค่อนข้างช้า ถิ่นอาศัย ซ่อนตัวอยู่ตามพื้นที่เป็นโคลนหรือโคลนปนทราย พบตามชายฝั่งทะเลทั่วไป (มกอช., 2548)

ภาพที่ 9 ปลาหมึกยักษ์ หรือปลาหมึกสาย

ที่มา: สมโภชน์ (2540)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4) ปลาหมึกกล้วย (Squid/Splendid Squid) ชื่อวิทยาศาสตร์: *Loligo spp. Loligo formosana* รูปร่างยาวเรียว ลำตัวกลม ครีบเป็นรูปสามเหลี่ยมอยู่ทางด้านซ้าย มีหนวดสั้น 4 คู่ และหนวดยาว 1 คู่ ปุ่มดูดที่อยู่บนหนวดเปลี่ยนรูปเป็นขนสั้นๆ เพื่อใช้ในการสืบพันธุ์ ถิ่นอาศัย หากินอยู่ในบริเวณผิวน้ำในเวลากลางคืน พบทั่วไปในอ่าวไทยและเวลากลางวันจะรบอยู่ตามหน้าดิน (มกอช., 2548)



ภาพที่ 10 ปลาหมึกกล้วย

ที่มา: สมโภชน์ (2540)

มกอช. (2548) ได้จำแนกปลาหมึกสดออกเป็น 8 แบบ ดังนี้

1) ปลาหมึกทั้งตัว (whole round) ได้แก่ ปลาหมึกที่มีอวัยวะครบตามธรรมชาติ

2) ปลาหมึกลอกขาว (whole cleaned) ได้แก่ ปลาหมึกทั้งตัวที่ลอกหนัง เอาส่วน ตา ปาก และอวัยวะภายในออกทั้งหมด

3) ปลาหมึกหลอด (tube) ได้แก่ ปลาหมึกที่ลอกหนัง ชักไส้ เอาหัว และกระดองหรือแผ่นไคทิน (chitin) ออก เอาปีกออกหรือไม่ก็ได้

4) ปลาหมึกแผ่น (fillet) ได้แก่ ปลาหมึกหลอดที่เอาปีกออกหรือไม่ก็ได้ ผ่าตามความยาวตลอดลำตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5) หัวปลาหมึก (head) ได้แก่ ส่วนหัวที่มีหนวดของปลาหมึกที่เอาตา ปาก และถุงหมึก(ink sac) ออก ทั้งนี้ปลาหมึกในวงศ์ โลลิจินิดี และ ซิปีไอดิ (ปลาหมึกกล้วย, ปลาหมึกกระดองและปลาหมึกหอม) อาจเรียกว่าหนวดปลาหมึก

6) ปีกปลาหมึก (wing) ได้แก่ อวัยวะส่วนนอก มีลักษณะเป็นแผ่นสองข้าง อยู่ติดกับด้านปลายแหลมของตัวปลาหมึก

7) ปลาหมึกสายเอาถุงหมึกออก (octopus ink off) ได้แก่ ปลาหมึกสายที่เอาเฉพาะถุงหมึก (ink sac) ออก (มกอช., 2548)

8) ปลาหมึกสายชักไส้ (octopus gutted) ได้แก่ ปลาหมึกสายที่เอาอวัยวะภายในทั้งหมดออก จะเอาปากและตาออกหรือไม่ก็ได้ (มกอช., 2548)

TFFA (2013) กล่าวว่า ปลาหมึกสดแช่เยือกแข็งและแปรรูปของไทยในปี 2556 (ม.ค.-เม.ย.) นั้นมีมูลค่าการส่งออก 3,761.52 ล้านบาท หรือ 20,234.25 ตัน โดยมีญี่ปุ่นเป็นตลาดหลักคิดเป็นร้อยละ 40.57 ของมูลค่าการส่งออก รองลงมา คือ อิตาลี คิดเป็นร้อยละ 27.19 และสหรัฐอเมริกา คิดเป็นร้อยละ 8.63

ประเทศไทยมีปลาหมึกเป็นสินค้าประมงที่สำคัญเป็นอันดับสองรองจากสินค้ากุ้ง โดยเฉพาะปลาหมึกแช่เยือกแข็งไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกรายสำคัญของโลก ในน่านน้ำไทย ปี 2554-2555 ไทยจับสัตว์น้ำได้น้อยลงจึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศทำให้มต้นทุนสูงขึ้น ส่งผลต่อการผลิตและการส่งออกลดลง (TFFA, 2013)

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์แปรรูปจากปลาหมึกในประเทศไทยมีจำนวนมาก ได้แก่ ปลาหมึกบรรจุกระป๋อง (canning squid) ปลาหมึกแช่เยือกแข็ง (freezing squid) ปลาหมึกแห้ง (dehydration squid) ปลาหมึกทอด (frying squid) และปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ (crispy dired-seasoned squid) เป็นต้น

ประเทศจีนปลาหมึกบินใช้ในการแปรรูปทางอุตสาหกรรมมีมากกว่า 10 ล้านตัน โดยมีของเหลือจากกระบวนการผลิตร้อยละ 50 ของน้ำหนักตัวปลาหมึก ได้แก่ ส่วนของหนวด ครีบ อวัยวะภายใน และหัวปลาหมึก ดังนั้นการนำของเหลือจากปลาหมึกที่เกิดขึ้นในการแปรรูปของโรงงานอุตสาหกรรม มาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่เศษเหลือจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ เพื่อช่วยพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ (Fang, 2012)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในปัจจุบันพบว่ามีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากของเหลือจากปลาหมึกโดยแสดงในงานวิจัย ดังนี้

Lee and Bengtson (2003) ศึกษาการใช้ประโยชน์จากของเสียจากกระบวนการแปรรูปปลาหมึกในการพัฒนาเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเป็นอาหารสัตว์น้ำ พบว่าในปัจจุบันของเสียจากกระบวนการแปรรูปปลาหมึกมีทั้งหมดร้อยละ 40 ซึ่งคิดจำนวนเงินที่จะประมาณ 4 ล้านปอนด์ / บริษัท ซึ่งเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีในประเทศไอแลนด์ เขาศึกษาโดยทำที่ใช้โรงงานต้นแบบ ใช้การวางแผน การวิเคราะห์ compositional ของการไฮโดรไลซิสกรดอะมิโนหลักและกรดไขมันจะถูกวิเคราะห์โดยใช้ของเหลว Perkin Elmer และก๊าซ chromatographs และพัฒนาโดยใช้ของเสียจากปลาหมึกแทนที่เนื้อปลาป่นในอาหารสัตว์สูตรปกติที่ระดับร้อยละ 0 20 40 และ 60 เมื่อนำไปวิเคราะห์ผลทำให้ได้ความเข้มข้นของการไฮโดรไลซ์เพิ่มขึ้น 12-25 Brix ความชื้นร้อยละ 87.05-78.18 และอัตราผลตอบแทนของผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่พบว่าเป็นร้อยละ 51.25 และทดสอบนำอาหารปลาที่ถูกพัฒนาขึ้นไปเลี้ยงตัวอ่อนของปลาหมึก พบว่าให้อัตราการรอดของตัวอ่อนสูงกว่าอาหารสูตรปกติ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ซึ่งพบว่าการใช้เศษเหลือจากปลาหมึกมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ยังคงมีค่อนข้างน้อย จึงเป็นเรื่องน่าเสียดายหากไม่ได้ใช้ประโยชน์จากเศษปลาหมึกให้คุ้มค่าทั้งนี้จะพบว่าเนื้อปลาหมึก มีคอลาเจนสูงกว่าปลาประมาณ 3 เท่า โปรตีนไมโอไฟบริล ในเนื้อปลาหมึกสามารถละลายได้สูงส่งผลให้เกิดการสูญเสียโปรตีนระหว่างการแปรรูปได้ง่าย เช่น ระหว่างขั้นตอนการล้าง การแช่น้ำเกลือ และการทำละลาย เป็นต้น (สุทธวัฒน์, 2548)

ปลาหมึกเป็นอาหารที่มีประโยชน์ มีคุณค่าทางโภชนาการ เช่น เกลือแร่ กรดไขมันโอเมกา 3 วิตามินอี docosahexaenoic acid (DHA) และ Eicosapentanoic (EPA) ในปริมาณมาก จึงช่วยป้องกันไขมันอุดตันเส้นเลือดได้ ปลาหมึกมีความเข้มข้นของสเตรอยในปริมาณสูงจึงไม่ส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการในเชิงลบหรือการเกิดคลอเลสเตอรอลในเลือด (Torrinha *et al*., 2014) ปลาหมึกมีคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างสูง โดยแสดงคุณค่าทางโภชนาการของปลาหมึกได้ดังตารางที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของปลาหมึก

Nutrient	Units	Value per 100 grams	Number of Data Points	Std. Error
Proximates				
Water	g	80.56	16	0.545
Energy	kcal	79	0	0.000
Total lipid (fat)	g	0.70	16	0.000
Ash	g	1.68	14	0.000
Carbohydrate, by difference	g	0.82	0	0.000
Dietary Fiber	g	0.0	0	0.000
Minerals				
Calcium, Ca	mg	90	13	0.000
Iron, Fe	mg	6.02	5	0.000
Magnesium, Mg	mg	30	0	0.000
Phosphorus, P	mg	387	13	0.000
Potassium, K	mg	354	2	0.000
Sodium, Na	mg	372	1	0.000
Zinc, Zn	mg	1.73	27	0.000
Copper, Cu	mg	0.587	30	0.134
Manganese, Mn	mg	0.110	0	0.000
Selenium, Se	mcg	44.8	0	0.000
Vitamins				
Vitamin C, total ascorbic acid	mg	5.3	1	0.000
Thiamin	mg	0.009	1	0.000
Riboflavin	mg	0.910	1	0.000
Niacin	mg	1.216	1	0.000
Pantothenic acid	mg	0.500	0	0.000
Vitamin B-6	mg	0.150	0	0.000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Nutrient	Units	Value per 100 grams	Number of Data Points	Std. Error
Folate, total	mcg	16	0	0.000
Folate, food	mcg	16	0	0.000
Folate, DFE	mcg_DFE	16	0	0.000
Vitamin B-12	mcg	3.00	1	0.000
Retinol	mcg	113	0	0.000
Vitamin A, IU	IU	375	0	0.000
Tryptophan	g	0.182	0	0.000
Threonine	g	0.699	0	0.000
Isoleucine	g	0.707	0	0.000
Leucine	g	1.143	0	0.000
Lysine	g	1.213	0	0.000
Methionine	g	0.366	0	0.000
Cystine	g	0.213	0	0.000
Phenylalanine	g	0.582	0	0.000
Tyrosine	g	0.520	0	0.000
Valine	g	0.709	0	0.000
Arginine	g	1.185	0	0.000
Alanine	g	0.982	0	0.000
Aspartic acid	g	1.567	0	0.000
Glutamic acid	g	2.208	0	0.000
Glycine	g	1.016	0	0.000
Proline	g	0.662	0	0.000
Serine	g	0.727	0	0.000

ที่มา: ดัดแปลงจาก AOAC (2010)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.2 ไขมัน

ไขมันมีผลต่อรสชาติและความอร่อยของผลิตภัณฑ์ ปริมาณไขมันมีผลต่อความนุ่มและความชุ่มฉ่ำของผลิตภัณฑ์ แต่ถ้ามีปริมาณไขมันมากเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการยึดเกาะต่ำ ไขมันเป็นส่วนผสมที่ช่วยลดต้นทุนการผลิต สามารถใช้ได้ทั้งไขมันพืชและสัตว์ พบว่าการใช้ไขมันร้อยละ 30 ทำให้ไส้กรอกมีลักษณะ กลิ่น สี และการยอมรับดีที่สุด โดยไส้กรอกมีความนุ่ม ชุ่มฉ่ำและรสชาติดี แต่ผลิตภัณฑ์มีสีซีดจาง (เยาวลักษณ์, 2536) เนื้อสัตว์ที่มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมากจะทำให้ผลิตภัณฑ์เหนียวและมีความสามารถในการยึดเกาะต่ำ การทำผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อิมัลชันส่วนใหญ่ใช้เนื้อส่วนสะโพกเนื่องจากมีปริมาณไมโอซินมาก แต่ถ้าได้เนื้อในชิ้นส่วนที่มีปริมาณไมโอซินต่ำจะเติมสารช่วยในการรวมตัว (ชัยณรงค์, 2529)

3.2.3 น้ำ

น้ำในผลิตภัณฑ์มีอยู่ประมาณร้อยละ 45-50 โดยน้ำส่วนใหญ่มาจากเนื้อสัตว์ เนื่องจากเนื้อสัตว์มีปริมาณน้ำโดยเฉลี่ยร้อยละ 70 สำหรับผลิตภัณฑ์บางชนิด อย่างเช่น ไส้กรอกอิมัลชัน มีการเติมน้ำในรูปของน้ำแข็ง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ การเติมน้ำแข็งจะช่วยลดอุณหภูมิในการสับผสม ป้องกันไม่ให้อิมัลชันแตกตัว เนื่องจากความร้อนในการผสม ช่วยให้ส่วนผสมอื่นๆที่มีจำนวนน้อยกระจายในส่วนผสมอย่างทั่วถึง และน้ำที่เติมลงไปจะไปทดแทนน้ำที่ระเหยในระหว่างการทำให้สุกทำให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไม่ลดมากเกินไป ปริมาณน้ำที่เติมขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ปริมาณน้ำในวัตถุดิบ และการสูญเสียน้ำในระหว่างการทำให้สุก (ชัยณรงค์, 2529)

ความชื้น มักเติมในรูปของน้ำแข็ง (อิ่มเอิบ, 2549) ซึ่งผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวส่วนใหญ่มักมีความชื้นต่ำ เพราะความชื้นส่งผลโดยตรงต่อเนื้อสัมผัส ถ้าขนมขบเคี้ยวมีความกรอบน้อยจะทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และความชื้นที่ร้อยละ 4 ขึ้นไปจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Mazumder *et al.* 2007) ซึ่งความกรอบนั้นสัมพันธ์กับ a_w (Martinez-Navarraete *et al*., 2004) ขนมอบกรอบถ้ายังคงมีความกรอบอยู่ a_w จะอยู่ในช่วง 0.05-0.65 แต่โดยทั่วไป a_w ที่สูงสุดที่ทำให้ตัวอย่างไม่กรอบจะอยู่ที่มากกว่า 0.5 (Mazumder *et al.* 2007)

เยาวลักษณ์ (2536) กล่าวว่า การเติมน้ำแข็งนั้นเพื่อควบคุมอุณหภูมิระหว่างการสับผสมหรือสับนวดไม่ให้อุณหภูมิเกิน 15°C การที่อุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้เกิดการแตกตัวของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อิมัลชัน นอกจากนี้ น้ำยังช่วยกระจายส่วนผสมอื่นๆที่ใช้ในปริมาณน้อยให้กระจายได้อย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ

3.2.4 เกลือ

จะใช้เกลือในปริมาณร้อยละ 2-3 โดยมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ คือ ทำให้เนื้อสัมผัสนุ่มประสิทธิภาพในการอุ้มน้ำดีขึ้น อิมัลชันมีความคงตัว ใช้สกัด Myofibrillar protein ซึ่งทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ และนอกจากจะให้รสชาติแล้ว ยังช่วยลดค่า water activity มีผลให้จุลินทรีย์ลดการเจริญเติบโต แต่เกลือมีข้อเสีย คือ ถ้าร่างกายได้รับโซเดียมมากเกินไปอาจทำให้เกิดภาวะบวมน้ำ (เยาวลักษณ์, 2536)

3.2.5 น้ำตาล

น้ำตาลใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อช่วยให้เกิดสีในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ และเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ โดยส่วนใหญ่จะเติมน้ำตาลเพียง 20-30 ปอนด์ต่อน้ำเกลือ 100 แกลลอน น้ำตาลที่ระดับนี้จะช่วยเพียงปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์เท่านั้น (สมชาย, 2554)

3.2.6 แป้ง

คำว่า “แป้ง” ในการผลิตนั้น หมายถึง คาร์โบไฮเดรตที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน เป็นส่วนใหญ่ มีสิ่งเจือปน เช่น โปรตีน ไขมัน และเกลือแร่น้อยมาก ซึ่งแป้งที่ผลิตโดยทั่วไปที่ยังมีส่วนประกอบของโปรตีนอยู่มากจะเรียกว่า ฟลาว์ (flour) แต่เมื่อสิ่งเจือปนอันหมายถึงโปรตีน ไขมัน และเกลือแร่อื่นๆ ถูกสกัดออกไป จนเหลือแป้งบริสุทธิ์เป็นส่วนใหญ่จึงเรียกว่าเป็นสตาร์ช (starch) (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543)

ในกระบวนการผลิตอิมัลชันจากเนื้อสัตว์โดยมากนิยมใช้แป้งปริมาณร้อยละ 4 – 5 ซึ่งแป้งจะช่วยยึดเกาะน้ำ ทำให้อิมัลชันมีความคงตัวดีขึ้นและช่วยลดต้นทุนการผลิต (เยาวลักษณ์, 2536) โมเลกุลของแป้งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) จำนวนมาก ยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจน มีคุณสมบัติชอบน้ำ (hydrophilic) แต่เนื่องจากเม็ดแป้งอยู่ในรูปของร่างแหไมเซลล์ (micelles) ดังนั้นการจัดเรียงตัวลักษณะนี้จะทำให้เม็ดแป้งละลายในน้ำเย็นได้ยาก แต่เมื่อให้ความร้อนกับสารละลายน้ำแป้ง พันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลง เม็ดแป้งจะดูดน้ำแล้วพองตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนผสมของน้ำแป้งจะมีความหนืดมากขึ้นและใสขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของน้ำอิสระที่เหลืออยู่รอบๆเม็ดแป้งเหลือน้อยลง เม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้ยากขึ้นทำให้เกิดความหนืด ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การเกิดเจลาติไนเซชัน (gelatinization) (กล้าณรงค์, 2542) แป้งมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันดังนี้

แป้งสาลีเป็นแป้งจากธัญพืช มีปริมาณอะมิโลสสูงประมาณร้อยละ 28 มีรูปแบบการพองตัวและการละลาย 2 ชั้น แสดงถึงแรงของพันธะภายในเม็ดแป้งที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ พันธะบริเวณผลึก และบริเวณอสัณฐานของเม็ดแป้ง แป้งจำพวกนี้มีจำนวนพันธะสูงสุดแต่มีกำลังการพองตัวและการละลายต่ำสุด เนื่องจากมีปริมาณอะมิโลสสูงทำให้โครงสร้างร่างแหในเม็ดแป้งแข็งแรงขึ้น ทำให้การพองตัวได้ต่ำ (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543)

กล้าณรงค์ และ เกื้อกูล (2543) กล่าวว่า แป้งข้าวโพดและแป้งสาลีจะมีอัตราการคืนตัวสูงกว่าแป้งมันฝรั่งและแป้งมันสำปะหลัง เนื่องมาจากในแป้งธัญพืชมีปริมาณอะมิโลสสูง (ประมาณร้อยละ 28) มีอะมิโลสสูงโมเลกุลเล็ก และมีไขมันในปริมาณสูง ทำให้เกิดการจับตัวเป็น amylase-lipid complex นอกจากนี้ แป้งข้าวโพดและแป้งสาลีนั้นสามารถทนต่อแรงเฉือนได้ดีกว่าแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเหนียวส่วนแป้งมันฝรั่งจะมีความสามารถทนต่อแรงเฉือนได้ในระดับปานกลาง

แป้งมันสำปะหลังมีลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาว ลักษณะเด่นของแป้งมันสำปะหลังมีความบริสุทธิ์สูง มีสิ่งเจือปนต่ำ ซึ่งมีความเป็น starch อยู่มากกว่าร้อยละ 95 และมีปริมาณโปรตีนและไขมันอยู่ค่อนข้างต่ำ (< ร้อยละ 1) มีฟอสฟอรัสน้อยกว่าร้อยละ 0.04 คุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยากับน้ำเป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการนำไปใช้ประโยชน์ โดยแป้งที่มีอะมิโลสสูงจะมีกำลังการพองตัวต่ำกว่าแป้งที่มีอะมิโลสต่ำทั้งนี้เนื่องจากลักษณะโครงสร้างของอะมิโลสที่เป็นเส้นตรงจะทำให้เกิดพันธะระหว่างโมเลกุลได้ดี และอะมิโลสอาจจับตัวกับไขมันทำให้ขัดขวางการพองตัวของเม็ดแป้งได้ (กล้าณรงค์ และ เกื้อกูล, 2543)

ส่วนประกอบที่มีผลต่อลักษณะและคุณสมบัติของเม็ดแป้งที่สำคัญ ได้แก่ ไขมัน โปรตีน เถ้า และฟอสฟอรัส ซึ่งมีปริมาณแตกต่างกันในแป้งแต่ละชนิดดังตารางที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของแป้งชนิดต่างๆ

ชนิดแป้ง	ความชื้น ร้อยละ 65 RH, 20°C	ไขมัน (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	ฟอสฟอรัส (ร้อยละ)
แป้งข้าวโพด	13	0.6	0.35	0.1	0.015
แป้งมันฝรั่ง	19	0.05	0.06	0.4	0.08
แป้งสาลี	14	0.8	0.4	0.15	0.06
แป้งมันสำปะหลัง	13	0.1	0.1	0.2	0.01
แป้งข้าวโพดข้าวเหนียว	13	0.2	0.25	0.07	0.007
แป้งข้าวฟ่าง	13	0.7	0.3	0.08	-
แป้งข้าวเจ้า	-	0.8	0.45	0.5	0.1
แป้งสาคู	-	0.1	0.1	0.2	0.02
แป้ง amylomaize	13	0.4	-	0.2	0.07
แป้งมันเทศ	13	-	-	0.1	-

ที่มา: กล้าณรงค์ และ เกื้อกูล (2543)

4. ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบหลัก

ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมมักจะใช้เทคโนโลยีเอกซ์ทรูชันในการผลิตขนมขบเคี้ยว โดยธัญพืชที่ใช้ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าว และข้าวโอ๊ต โดยข้าวเป็นธัญพืชที่นิยมนำมาใช้ผลิตขนมขบเคี้ยวแบบเอกซ์ทรูชันมากที่สุด เพราะจะได้ขนมขบเคี้ยวที่มีรสชาติดี มีสีขาว และย่อยง่าย (Chaiyakul *et al*., 2009) กระบวนการทำสุกแบบเอกซ์ทรูชันเป็นเทคนิคที่ใช้ในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของอาหาร โดยทั่วไปจะใช้ผลิตขนมขบเคี้ยวจากเนื้อปลาเพื่อให้ได้ขนมขบเคี้ยวที่มีลักษณะขยายตัว ได้แก่ ผลิตภัณฑ์จำพวกข้าวเกรียบปลา ปลาแท่ง หรือขนมขบเคี้ยวอื่นๆที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ โดยทั่วไปเนื้อปลาบดและแป้งธัญพืชจะนิยมใช้ผสมกับเนื้อปลาบด (Bhattacharya *et al*., 1993) กระบวนการเอกซ์ทรูชันเป็นการทำสุกด้วยเวลาสั้น อุณหภูมิสูง และมีแรงเฉือนสูง อาหารที่มีอนุภาคแห้งจะถูกขับเคลื่อนผ่านเครื่องเอกซ์ทรูเดอร์ ซึ่งมีการหมุนด้วยสกรูคู่ ผลิตภัณฑ์จะถูกดันออกหน้าแปลนที่อุณหภูมิ 120°C จะขยายตัวด้วยไอน้ำ ผลิตภัณฑ์จะสุกและมีความหนาแน่นต่ำ ทำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ให้เกิดการพองกรอบ (Smith and Hardacre, 2011) อย่างไรก็ตามสำหรับกระบวนการผลิตขนมขบเคี้ยวที่มีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบหลัก นั้นมีกระบวนการที่เกี่ยวข้องมากมายทั้งกระบวนการเอกซ์ทรูชันและกระบวนการอื่นๆ อีกเช่น การทอด การอบ และการย่าง ซึ่งการผลิตขนมขบเคี้ยวที่มีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบหลักมักมีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้ คือ การสับผสม การขึ้นรูป การนึ่งการย่าง การอบแห้ง และการบรรจุ ดังนี้

4.1 การสับผสม (chopping and mixing)

การสับผสม (chopping) เป็นการสับผสมวัตถุดิบต่างๆ เช่น เนื้อสัตว์ ไขมัน น้ำแข็ง เครื่องปรุงต่างๆ ให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันจนเป็นมวลเหนียว โดยใช้เครื่องสับผสม (chopper) หรือเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เรียกว่า เครื่องอิมัลซิไฟเออร์ จะสามารถสร้างอิมัลชันได้เร็ว และเป็นอิมัลชันที่เนียนละเอียดมีความคงตัวดี เครื่องสับผสมบางเครื่องทำงานในระบบสุญญากาศและสามารถควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์คุณภาพดีขึ้น (อรอนงค์, 2548) การสับผสมจนละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน อุณหภูมิในระหว่างนี้ต้องไม่เกิน 15^{o}C จะทำให้ส่วนผสมที่ได้จากการสับละเอียดนั้นจะมีลักษณะเป็นมวลเหนียวหรือเป็นอิมัลชัน (สมชาย, 2554)

4.2 การขึ้นรูป (forming)

สามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่ยังอยู่ในรูปของแบทเทอร์ได้โดยใช้เครื่องรีด ซึ่งการรีดเป็นแผ่นนั้น อาจใช้เครื่องรีดเป็นลูกกลิ้งสองลูกหมุนเข้าหากันแล้วกำหนดให้ความหนาของแผ่นแป้งประมาณ 1.0 มิลลิเมตร แล้วจึงนำแบทเทอร์ที่ได้ไปนึ่งเพื่อให้เกิดการเซทเจลที่สมบูรณ์ ซึ่งจะสามารถลอกแบทเทอร์ออกมาเป็นแผ่นๆได้ จากนั้นจึงนำแบทเทอร์ที่ลอกแล้วมาตัดเป็นชิ้นขนาดตามต้องการ

Ramirer *et al.* (2011) พบว่า การใช้สารวัตถุเจือปนอาหาร เช่น เอนไซม์ทราส์กลูตา-มิเนส หรือ สารในกลุ่มของไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloids) นั้นมีคุณสมบัติในการช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อปลาขึ้นรูปได้ อย่างไรก็ตามสารเหล่านี้อาจส่งทั้งผลดี หรือ ผลเสียต่อผลิตภัณฑ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.3 การนึ่ง

การนึ่งเป็นเทคนิคการทำแห้งอย่างหนึ่งโดยใช้การส่งผ่านของไอน้ำที่อุณหภูมิสูงสู่ผลิตภัณฑ์ ทำให้ความชื้นภายในผลิตภัณฑ์เกิดการระเหย การทำแห้งนั้นมีเทคนิค 2 แบบ คือ การทำแห้งโดยการนึ่งก่อนแล้วจึงต่อด้วยการให้ความร้อน หรือ การทำแห้งโดยการนึ่งก่อนแล้วจึงต่อด้วยการทำแห้งโดยใช้ลมร้อน ซึ่งทั้ง 2 แบบนี้มีข้อดีแตกต่างกันและสามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ (Nathakaranakul *et al.*, 2007)

4.4 การย่าง

การย่างนิยมใช้กับขนมขบเคี้ยวเพื่อย่างให้มีความกรอบ โดยการย่างนั้นเป็นการลดความชื้นในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บเพิ่มขึ้น ซึ่งการย่างจะต้องมีอุณหภูมิและเวลาที่เฉพาะขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ (Nath and Chattopadhyay, 2007)

4.5 การอบแห้ง (drying)

การอบแห้งเป็นการดึงน้ำออกจากอาหารให้มีความชื้นลดลงจนอยู่ในระดับที่เหมาะสม เพื่อทำให้อาหารชนิดนั้นสามารถเก็บได้นานยิ่งขึ้น ทั้งนี้การอบแห้งมีจุดประสงค์เพื่อลดปริมาณน้ำในอาหาร เพื่อป้องกันการเน่าเสียของอาหารเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ และเพื่อต้องการลดน้ำหนักของอาหารเพื่อสะดวกต่อการขนส่งทำให้การขนส่งทำได้สะดวกและประหยัดมากขึ้น (สมบัติ, 2529) ทั้งนี้การทำแห้งที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิสูง

สมบัติ (2529) กล่าวว่า เครื่องควบคุมอุณหภูมิภายใต้ตู้อบ โดยทั่วไปใช้อุณหภูมิ 50-70°C หากอุณหภูมิสูงเกิน 70°C อาหารจะแห้งเร็วเกินไปทำให้โปรตีนตกตะกอนและอาหารมีสีคล้ำ

นิธิยา (2544) กล่าวว่า การอบแห้งอาศัยกลไก คือ เมื่ออากาศร้อนถูกเป่าลงบนชิ้นอาหารที่เปียกชื้น ความร้อนจะถ่ายเทไปที่ผิวนอกของอาหาร จากนั้นความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำ และแพร่กระจายผ่าน boundary film ของอากาศ และพาไอน้ำระเหยออกไปโดยมีอากาศแห้งเข้ามาแทนที่ เมื่อผิวนอกของอาหารมีความดันไอลดลงจึงเกิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความต่างของความดันไอของน้ำระหว่างอากาศภายนอกกับความชื้นภายในอาหาร จึงเป็นแรงขับให้น้ำจากภายในเคลื่อนที่มายังผิวนอกของอาหาร

4.6 การบรรจุ (packaging)

บรรจุภัณฑ์อาหารมีบทบาทสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่จะช่วยรักษาคุณภาพอาหารซึ่งอาจทำให้เปลี่ยนแปลงไปได้โดยปัจจัยสิ่งแวดล้อม วัตถุประสงค์หลักที่สำคัญ คือ การยืดอายุการเก็บของอาหารให้ยาวนานขึ้น และสามารถรักษาคุณภาพของอาหารให้คงอยู่จนกระทั่งบริโภคหมด (ปุ่น และ สมพร, 2541)

ในปัจจุบันบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ใช้กันอยู่มีมากมาย โดยแต่ละจำพวกจะแยกตามน้ำหนักโมเลกุลและความหนาแน่น ดังนี้

4.6.1 โพลิเอทิลีน (Polyethylene-PE)

PE เป็นพลาสติกที่มีการใช้มากที่สุดและราคาถูก เนื่องจาก PE มีจุดหลอมเหลวต่ำเมื่อเทียบกับพลาสติกอื่นๆ ทำให้มีต้นทุนในการผลิตต่ำ โดยทั่วไป Low Density Polyethylene (LDPE) นั้นเป็นพลาสติกที่ใช้มากและชื่อสามัญเรียกว่าถุงเย็น มักจะใช้ทำถุงฟิล์มหดและฟิล์มยืดขวดน้ำ และฝาขวด เป็นต้นเนื่องจากยืดตัวได้ดี ทนต่อการทิ่มทะลุและการฉีกขาด พร้อมทั้งสามารถใช้ความร้อนเชื่อมติดปิดผนึกได้ดี โครงสร้างของ PE จะสามารถป้องกันความชื้นได้ดีพอสมควร แต่จุดอ่อนของ PE คือ สามารถปล่อยให้ไขมันซึมผ่านได้ ส่วน High Density Polyethylene (HDPE) นั้นส่วนใหญ่จะเป่าเป็นขวดเนื่องจากมีความหนาแน่นสูง ทำให้มีความเหนียวและทนผ่านได้ดีกว่า PE ที่มีความหนาแน่นต่างๆกัน แต่ยังไม่สามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดีนัก (ปุ่น และ สมพร, 2541)

4.6.2 โพลิโพรพิลีน (Polypropylene-PP)

มักรู้จักกันในนามของถุงร้อน ด้วยคุณสมบัติเด่นของ PP ซึ่งมีความใสและป้องกันความชื้นได้ดี มากกว่าครึ่งหนึ่งของ PP ที่นิยมใช้จะเป็นรูปของฟิล์ม แต่อย่างไรก็ตามการป้องกันอากาศซึมผ่านของ PP ยังไม่ดีเท่าพลาสติกบางชนิด เนื่องจากอุณหภูมิหลอมละลายมีช่วง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สั้นทำให้ PP เชื่อมติดได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฟิล์มประเภท Oriented Polypropylene (OPP) ที่มีการจัดเรียงโมเลกุลในทิศทางเดียวกันจะไม่สามารถเชื่อมติดได้เลย (ปุ่น และ สมพร, 2541)

4.6.3 โพลิเอทิลีน เทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephtalate-PET)

PET เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการคิดค้นมาเพื่อบรรจุน้ำอัดลม เนื่องจากมีคุณสมบัติเด่นทางด้านความใสแววับเป็นประกาย ทำให้ได้รับความนิยมในการบรรจุน้ำมันพืชและน้ำดื่ม PET มีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้อย่างดี จึงมีการนำไปเคลือบหลายชั้นทำเป็นซองสำหรับบรรจุอาหารที่ไวต่อก๊าซ เช่น อาหารขบเคี้ยว เป็นต้น (ปุ่น และ สมพร, 2541)

4.6.4 โพลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride-PVC)

PVC เป็นพลาสติกที่สามารถแปรเปลี่ยนคุณสมบัติได้ โดยการเติมสารเคมีปรุงแต่ง (Additives) ต่างๆ เช่น Plasticizer Modifier และ Filler ทำให้ PVC นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆมากกว่าอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ โดย PVC มักใช้ในรูปแบบของขวด ฟิล์ม และแผ่น (ปุ่น และ สมพร, 2541)

4.6.5 โพลีสไตรีน (Polystyrene-PS)

พลาสติกจำพวก PS จะใช้ในการผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ โดยการอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนเป็นรูปถาด ในกรณีที่มีการเติมสารพองตัว (Blowing Agent) PS จะสามารถผลิตออกมาเป็นโฟมที่เรียกว่า Expandable Polystyrene (EPS) ซึ่งนำมาใช้เป็นวัสดุป้องกันแรงกระแทก (Cushioning) เมื่อทำเป็นฟิล์ม PS จะมีความใสมากแววับเป็นประกาย แต่เนื่องจากฉีกขาดได้ง่ายและป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ต่ำ การใช้ฟิล์ม PS จึงจำกัดอยู่เพียงการใช้ห่อสินค้า เช่น ผลไม้ ดอกไม้ เป็นต้น (ปุ่น และ สมพร, 2541)

4.6.6 ซองลามิเนต

ซองลามิเนต คือ การใช้ถุงพลาสติกที่มีฟิล์มพลาสติกหลายชั้นจำพวก Polyester (PET) Metalized Polyester (M-PET) Polyamide (Nylon) Cast polypropylene (M-CPP) Bi-oricnted polypropylene (BOPP) และกระดาษหรือแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ซึ่งมีการพิมพ์ลายหรือประกบกับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พลาสติกอีกชั้นหนึ่ง เช่น CPP Polyethylene (HDPE, LLDPE, LDPE) เป็นต้น ทั้งนี้จำนวนชั้นของฟิล์มจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความต้องการและคุณสมบัติการใช้บรรจุภัณฑ์ต่างๆ (ยุทธนา, 2554)

แผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผ่านการลามิเนตมีการนำฟิล์มพลาสติกหลายๆชั้นมาเคลือบติดเข้าด้วยกันเป็นฟิล์มแผ่นเดียว หรือเคลือบฟิล์มพลาสติกเข้ากับวัสดุอื่นๆ โดยทำการยึดติดระหว่างชั้นฟิล์มด้วยการใช้ความร้อน (Thermal Lamination) หรือใช้กาว (Adhesive) เป็นตัวประสานให้ฟิล์มยึดติดกัน (Wet Lamination) เนื่องจากฟิล์มบางชนิดไม่สามารถประสานติดกันได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความร้อนเพียงอย่างเดียว (Anonymous, 2553)

จากการที่ซองลามิเนตเกิดจากการนำฟิล์มพลาสติกหลายๆชั้นมาเคลือบติดเข้าด้วยกันเป็นฟิล์มแผ่น ดังนั้นซองลามิเนตจึงสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันการซึมผ่านของความชื้นและแสงได้เป็นอย่างดีกว่าการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เป็นชั้นเดียว ดังนั้นจึงนิยมใช้ซองลามิเนตในการบรรจุผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

1.1 ซูริมิ ตรา CMR (ได้รับความอนุเคราะห์ บริษัท ทีไทย แสน็ค ฟู้ดส์ จำกัด)

1.2 หัวปลาหมึกสด ซื้อจากตลาดโพธิ์สุวรรณ ถ.นวลจันทร์ จังหวัดกรุงเทพฯ

1.3 น้ำตาลทรายขาว ตรา มิตรผล

1.4 ซอสถั่วเหลือง ตรา ง่วนเชียง

1.5 เกลือ ตรา ปรุงทิพย์

1.6 แป้งสาลี ตรา ว่าว

1.7 แป้งมันสำปะหลัง ตรา ดาวแดง

1.8 หัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส (squid paste) (ได้รับความอนุเคราะห์ บริษัท ทีไทย แสน็ค ฟู้ดส์ จำกัด)

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต

2.1 อุปกรณ์เครื่องครัว

2.2 เทอร์โมมิเตอร์แบบแก้ว 0-100 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ SANGI รุ่น GT200 series ประเทศเกาหลี

2.3 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟาเรด ยี่ห้อ testo รุ่น testo 805 ประเทศเยอรมันนี

2.4 เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Shinka Denshi รุ่น TUNING-FORK ประเทศญี่ปุ่น

2.5 เครื่องรีดปลาหมึก ยี่ห้อ JUNXIFU รุ่น Q/KFK01-2003 ประเทศจีน

2.6 เครื่องสับผสม ยี่ห้อ BRAUN Multiquick 3 รุ่น K650 ประเทศเยอรมันนี

2.7 เครื่องอบลมร้อนแบบถาด (Tray dryer) บริษัท บีดับบลิว.เอส.เทรดดิ้ง รุ่น B.W.S. ประเทศไทย

2.8 เตาย่าง ยี่ห้อ HOUSE WORTH รุ่น HW-EO01 ประเทศไทย

2.9 ตู้เย็น ยี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น MR-18DA-SL ประเทศไทย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.10 ตู้แช่แข็ง ยี่ห้อ Haier รุ่น HCF428H-2 ประเทศไทย

2.11 เครื่องซีลถุง ยี่ห้อ HANATO รุ่น XP-300/5 ประเทศเกาหลี

3. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ค่าคุณภาพ

3.1 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.1 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM-3500d ประเทศญี่ปุ่น

3.1.2 เครื่องวัด Watet activity ยี่ห้อ AQUA LAB รุ่น CX3TE ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.1.3 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA.XT plus ประเทศอังกฤษ

3.1.4 เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier caliper) ยี่ห้อ Sylvac รุ่น s_cal pro ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

3.2 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.2.1 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

3.2.2 ตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ BINDER รุ่น VD53 ประเทศเยอรมนี

3.2.3 เตาเผาเถ้า ยี่ห้อ STUART ประเทศอังกฤษ

3.2.4 เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BS 224S ประเทศเยอรมนี

3.2.5 ชุดเครื่องสำหรับย่อยโปรตีน ยี่ห้อ BÜCHI รุ่น K-345 และ Scrubber B-414 ประเทศสวิสเซอร์แลนด์

3.2.6 ชุดเครื่องกลั่นโปรตีน ยี่ห้อ BÜCHI รุ่น KjelFlex K360 ประเทศสวิสเซอร์แลนด์

3.2.7 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ยี่ห้อ Soxhlet Automatic system รุ่น M ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2.8 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยหยาบ ยี่ห้อ Foss รุ่น1020 hot extractor ประเทศสวีเดน

3.2.9 เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง ยี่ห้อ Thermo Scientific รุ่น Helios Alpha UV-Vis Spectrophotometer ประเทศเนเธอร์แลนด์

3.2.10 ชุดเครื่องกลั่นวิเคราะห์ปริมาณกรดไธโอบาร์บิทูริค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.3.1 เครื่องแก้วในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.3.2 เครื่องฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (Autoclave-steam sterilizer) ยี่ห้อ Tuttnauer รุ่น 3850 M ประเทศ สหรัฐอเมริกา

3.3.3 ตู้บ่มเชื้อจุลินทรีย์ (Hot air oven) ยี่ห้อ BINDER รุ่น FD-115 ประเทศเยอรมันนี

3.3.4 เครื่องตีป่นอาหาร ยี่ห้อ Stomacher lab-blender 400 รุ่น BA 7021 ประเทศอังกฤษ

3.4 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.4.1 อุปกรณ์ทดสอบประเมินค่าทางประสาทสัมผัส

3.4.2 แบบสอบถาม

3.5 อุปกรณ์สำหรับศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา

3.5.1 ซองบรรจุชนิดลามิเนต (SPEC: OPP20/PE15/MPET12/PE15/CPP20) ขนาด 170×230 mm

3.5.2 เครื่องซีลถุง ยี่ห้อ HANATO รุ่น XP-300/5 ประเทศเกาหลี

3.5.3 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ Memmect รุ่น UF-Forced Convection ประเทศเยอรมัน

4. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 เครื่องคอมพิวเตอร์

4.2 โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for windows version 12.0. จากบริษัท SPSS (Thailand) จำกัด ประเทศไทย

4.3 โปรแกรมสำเร็จรูป XLSTAT® version 2011 (Addinsoft)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

1. การศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก

1.1 การศึกษาเชิงคุณภาพด้วยวิธีการอภิปรายกลุ่ม (Focus group discussion)

ศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก ด้วยวิธีการอภิปรายกลุ่ม (Focus group discussion) กับผู้อภิปรายกลุ่มเป้าหมาย คือ วัยรุ่นตอนต้นอายุ 12-18 ปีที่บริโภคที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก จำนวน 2 กลุ่ม ใช้ผู้อภิปรายกลุ่มละ 8-10 คน ทำในบริเวณโรงเรียนนวมินทราชูทิศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยทำการสอบถามผู้อภิปรายเกี่ยวกับการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก พฤติกรรมการซื้อ หลักเกณฑ์ในการเลือกซื้อ และคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้พัฒนา จากนั้นทำการแปลผลข้อมูล เพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก และนำผลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบสอบถามต่อไป

1.2 การศึกษาเชิงปริมาณ โดยการออกแบบสอบถาม

นำผลจากการอภิปลายกลุ่ม (Focus group discussion) จากข้อ 1.1 มาเป็นแนวทางในการออกแบบสอบถาม และทำการสำรวจกลุ่มเป้าหมาย คือ วัยรุ่นตอนต้นอายุ 12-18 ปีที่บริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 250 คน ทำในบริเวณโรงเรียนนวมินทราชูทิศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาแจงนับความถี่ของแต่ละรายการ นำเสนอข้อมูลในรูปตารางเปรียบเทียบร้อยละ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ การกำหนดขนาดตัวอย่างทำโดยคำนวณสูตรการคำนวณจำนวนตัวอย่างจากประชากรเป้าหมาย (เพ็ญขวัญ, 2550) ดังนี้

$$n = z^2PQ/d^2$$

โดยที่ P = สัดส่วนของประชากรที่คาดว่าสนใจซื้อผลิตภัณฑ์

Q = 1-P

z = ความเชื่อมั่นที่กำหนด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

d = ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้น

n = $(1.96^2 \times 0.2 \times 0.8) / 0.05^2 = 246$

1.3 การสำรวจผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก

สำรวจผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก ที่จำหน่ายในร้านจำหน่ายผลิตภัณฑ์กลุ่มขนมขบเคี้ยว ที่เทสโก้ โลตัส บิ๊กซี จัสโก้ คาร์ฟูร์ และห้างสรรพสินค้า ในเขตกรุงเทพมหานคร เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับยี่ห้อ ราคา รูปแบบ ขนาด น้ำหนักบรรจุ ส่วนผสมผลิตภัณฑ์ และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ สำหรับนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

2. การศึกษาคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักที่จำหน่ายในท้องตลาด

การศึกษาคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ คุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก โดยคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก 3 ยี่ห้อ ซึ่งได้มาจากการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีความชอบสูงสุดหรือมียอดขายสูงสุดที่ได้จากการสำรวจตลาดจากข้อ 1.3 มาศึกษาค่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค เพื่อให้ทราบคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์สำหรับใช้เป็นข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ (Product Specification) และคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Prototype) เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก หรือใช้ในการคัดเลือกสูตรพื้นฐานต่อไป สำหรับการวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้วิธีการดังต่อไปนี้

2.1.1 คุณภาพทางกายภาพ

2.1.1.1 ค่าสีในระบบ CIE L*a*b*

ในขั้นตอนนี้นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักมาวัดค่าสีด้วยระบบ CIE L*a*b* โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM-3500d แหล่งกำเนิดแสง D65 ค่าที่รายงานผลได้แก่ค่าสี L* (ค่าความสว่าง มีค่า 0 - 100), a* (+ หมายถึงสีแดง, - หมายถึงสีเขียว) และ b* (+หมายถึงสีเหลือง, - หมายถึงสีน้ำเงิน โดยการนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก มาตัดเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 5.0 × 5.0 ซม. และวัดสีภายในของผลิตภัณฑ์ จำนวนตัวอย่างละ 5 ซ้ำ (ดัดแปลงจากวิธีของ CIE, 1986)

2.1.1.2 ค่า a_w

วิเคราะห์ค่า a_w ด้วยเครื่องวัดค่า a_w (AQUA LAB, CX3TE, USA) โดยการนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก มาตัดสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 0.5×0.5 ซม. และวัดค่า a_w ภายในตัวอย่างจำนวนตัวอย่างละ 5 ซ้ำ ทำการวัดที่อุณหภูมิห้อง (ดัดแปลงจาก Waterhouse *et al.*, 2010)

2.1.1.3 ค่าลักษณะเนื้อสัมผัส

วิเคราะห์ค่าการแตกหักด้วยเครื่อง Texture Analyzer รายงานผลค่าการแตกหัก (Fracturability) โดยเลือกใช้หัววัด Crisp Fracture Rig (HDP/CFS) & 1/4" Ball Probe อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของหัววัดก่อนการทดสอบและขณะทำการทดสอบเท่ากับ 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และอัตราเร็วหลังการทดสอบเท่ากับ 10 มิลลิเมตรต่อวินาที จากนั้นวัดตัวอย่างที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งตัดเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 5.0 × 5.0 ซม. นำตัวอย่างมาวาง ณ จุดกึ่งกลางของหัวกด และเริ่มการทดสอบเพื่อวัดค่าการแตกหัก โดยวัดตัวอย่างละ 10 ซ้ำ (ดัดแปลงจากปสรร และ จุฬารัตน์, 2553)

2.1.1.4 ค่าความหนาของตัวอย่าง

วิเคราะห์ค่าความหนาของตัวอย่าง วัดโดยใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ นำตัวอย่างที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักมาตัดเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 5.0 × 5.0 ซม. และวัดความหนาของตัวอย่าง ๆ ละ 3 จุดแล้วหาค่าเฉลี่ยของความหนาของตัวอย่าง โดยวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ (ดัดแปลงจาก Singh, 2009)

2.1.2 คุณภาพทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย และเถ้า ตามวิธีการของ AOAC (2000)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทดสอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale กับคุณลักษณะ สี ความกรอบ กลิ่นรสปลาหมึก รสหวาน รสเค็ม และความชอบโดยรวม นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

2.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในขั้นตอนนี้วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SPSS Version 12 (Version 12, SPSS Inc., Thailand).

3. การศึกษาและพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

ในขั้นตอนนี้ทำการศึกษาและพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสให้เทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และวิเคราะห์คุณลักษณะทางคุณภาพในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ ดังนี้

3.1 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของซูริมิ ปลาหมึกสด และหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ใช้ในการทดลอง

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (ความชื้น ไขมัน โปรตีน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรต) ตามวิธีการของ AOAC (2000)

3.2 การคัดเลือกสูตรพื้นฐาน

ทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานจาก 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 คือ สูตรของเบญจวรรณ (2545) สูตรที่ 2 และ 3 จากผลิตภัณฑ์ทางการค้า มาทำการผลิตและคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดเป็นสูตรพื้นฐานในขั้นตอนนี้ ทำการทดลอง 2 ซ้ำการทดลอง โดยทดสอบคุณลักษณะทางคุณภาพด้วยวิธีดังข้อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.1 และ 2.1.3-2.1.4 ใช้สูตรดังตารางที่ 3 และวิธีการผลิตดังแสดงในภาพที่ 11 ซึ่งสูตรที่ดีที่สุดคัดเลือกจากคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสีในระบบ CIE L*a*b* ค่า a_w ความหนา และความเปราะ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี ความกรอบ กลิ่นรสปลาหมึก รสหวาน รสเค็ม และความชอบโดยรวม

ตารางที่ 3 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก

ส่วนประกอบ	สูตรที่ 1 (ร้อยละ)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ)
หัวปลาหมึกสด	-	62.0	45.0
ซูริมิ	74.0	26.0	40.0
แป้งสาลี	-	8.0	5.0
แป้งมัน	15.0	-	4.0
น้ำตาล	6.0	1.5	2.0
เกลือ	2.0	1.5	0.5
ซอสถั่วเหลือง	3.0	1.0	3.5

ที่มา: สูตรที่ 1 จากเบญจวรรณ (2545) สูตรที่ 2 และ 3 จากผลิตภัณฑ์ทางการค้า

สำหรับหัวปลาหมึกสดเตรียมโดยตัดแต่งเอาตาออก จากนั้นหั่นเป็นชิ้นเล็กๆขนาดประมาณ 5×5 มิลลิเมตร บรรจุในถุงสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C โดยนำมาละลายที่อุณหภูมิ 0-4°C เป็นเวลานาน 14 ชั่วโมงก่อนใช้ในการทดลอง

สำหรับซูริมิเตรียมโดยชั่งน้ำหนักซูริมิแบ่งบรรจุในถุงสุญญากาศ ถุงละ 500 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C โดยนำมาละลายที่อุณหภูมิ 0-4°C เป็นเวลานาน 14 ชั่วโมงก่อนใช้ในการทดลอง

จากนั้นนำส่วนผสมแต่ละสูตรที่เตรียมได้มาทำการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน โดยใช้วิธีการผลิตแสดงดังภาพที่ 11

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นำซูริมิ อุณหภูมิ 0-4°C มาสับผสมด้วยเครื่องสับผสม ใช้ความเร็ว 12 นาน 1 นาที

↓

เติมเกลือ ½ ของสูตรและสับผสมด้วยเครื่องสับผสม ใช้ความเร็ว 12 นาน 1 นาที

↓

นำหัวปลาหมึก อุณหภูมิ 0-4°C มาสับผสมด้วยเครื่องสับผสม ใช้ความเร็ว 12 นาน 1 นาที

↓

เติมเกลือที่เหลือทั้งหมดและสับผสมด้วยเครื่องสับผสม ใช้ความเร็ว 12 นาน 1 นาที

↓

นำน้ำตาลมาละลายในซอสถั่วเหลือง และสับผสมด้วยเครื่องสับผสม ใช้ความเร็ว 12 นาน 1 นาที

↓

เติมแป้งมัน และสับผสมด้วยเครื่องสับผสม ใช้ความเร็ว 6 จนกว่าจะใส่แป้งหมด จากนั้นสับผสมและปรับความเร็วเป็น 12 นาน 2 นาที

↓

นำแบทเทอร์ที่ได้มารีดเป็นแผ่น ใช้แบทเทอร์แผ่นละ 40 กรัม โดยรีดให้มีความหนา 1.0 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องรีดบะหมี่โดยรองด้วยแผ่นซิลิโคนทนความร้อนขณะรีด

↓

เข้าตู้อบลมร้อน ใช้อุณหภูมิ 80°C นาน 1 ชั่วโมง

↓

ลอกเอาแบทเทอร์ออก

↓

ตัดเป็นชิ้นขนาดความกว้างประมาณ 4 × 6 ซม.

↓

นำไปรีดให้เกิดลายด้วยเครื่องรีดปลาหมึก

↓

นำแผ่นที่ได้มาวางในถาด

↓

นำไปแช่ที่อุณหภูมิ 4°C (14 ชั่วโมง)

↓

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ย่างต่อด้วยเครื่อง Oven toasting อุณหภูมิ 114°C นาน 35 นาที

(Nath and Chattopadhyay, 2007)

↓

ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน

ภาพที่ 11 วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน

ที่มา: ดัดแปลงจากวิธีของเบญจวรรณ (2545)

3.3 การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน

ในขั้นตอนนี้ศึกษาผลของการนึ่งเปรียบเทียบกับวิธีการผลิตดั้งเดิมโดยใช้สูตรควบคุม (สูตรพื้นฐานที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.2) เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ให้ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบมากยิ่งขึ้น โดยทดสอบคุณลักษณะทางคุณภาพด้วยวิธีเดียวกับข้อ 2.1.1 และ 2.1.3-2.1.4 และวิธีการผลิตดังแสดงในภาพที่ 11 (วิธีการผลิตดั้งเดิม) เปรียบเทียบกับภาพที่ 12 (วิธีการผลิตที่เพิ่มขั้นตอนการนึ่ง) ซึ่งสูตรที่ดีที่สุดคัดเลือกจากคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสีในระบบ CIE L*a*b* ค่า a_w ความหนา และการแตกหัก และคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี ความกรอบ กลิ่นรสปลาหมึก รสหวาน รสเค็ม และความชอบโดยรวม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นำซูริมิ อุณหภูมิ 0-4°C มาสับผสมด้วยเครื่องสับผสม ใช้ความเร็ว 12 นาน 1 นาที

↓

เติมเกลือ และสับผสมด้วยเครื่องสับผสม ใช้ความเร็ว 12 นาน 1 นาที

↓

นำน้ำตาลมาละลายในซอสถั่วเหลือง และสับผสมด้วยเครื่องสับผสม ใช้ความเร็ว 12 นาน 1 นาที

↓

เติมแป้งมัน และสับผสมด้วยเครื่องสับผสม ใช้ความเร็ว 6 จนกว่าจะใส่แป้งหมด จากนั้นสับผสมและปรับความเร็วเป็น 12 นาน 2 นาที

↓

นำแบทเทอร์ที่ได้มารีดเป็นแผ่น ใช้แบทเทอร์แผ่นละ 40 กรัม โดยรีดให้มีความหนา 1.0 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องรีดบะหมี่โดยรองด้วยแผ่นซิลิโคนทนความร้อนขณะรีด

↓

นำทั้งแผ่น (แบทเทอร์กับซิลิโคนทนความร้อน) ไปนึ่งที่อุณหภูมิ 100°C นาน 1 นาที

↓

ลอกเอาแบทเทอร์ออก

↓

ตัดเป็นชิ้นขนาดความกว้างประมาณ 4 × 6 ซม.

↓

นำไปรีดให้เกิดลายด้วยเครื่องรีดปลาหมึก

↓

นำแผ่นที่ได้มาวางในถาด

↓

นำไปแช่ที่อุณหภูมิ 4°C (14 ชั่วโมง)

↓

ย่างต่อด้วยเครื่อง Oven toasting อุณหภูมิ 114°C นาน 35 นาที

(Nath and Chattopadhyay, 2007)

↓

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เข้าตู้อบลมร้อน ใช้อุณหภูมิ 80°C นาน 10 นาที

↓

ผลิตภัณฑ์ปลาหมึก

ภาพที่ 12 วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่ปรับปรุงกระบวนการผลิต

ที่มา: ดัดแปลงจากวิธีของเบญจวรรณ (2545)

3.4 ผลของการแทนที่ซูริมิด้วยหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส (squid paste) และปริมาณน้ำแข็งต่อคุณลักษณะทางคุณภาพต่างๆของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน

3.4.1 การแทนที่ซูริมิหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส (squid paste) ต่อคุณลักษณะทางคุณภาพต่างๆของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน

ในขั้นตอนนี้ศึกษาผลของการแทนที่ซูริมิด้วยหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD แปรปริมาณหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ 4 ระดับ คือ ปริมาณร้อยละ 0 10 20 และ 30 ใช้สูตรดังตารางที่ 4 และทำการผลิตดังแสดงในภาพที่ 11 จากนั้นนำตัวอย่างที่ผลิตได้มาทดสอบคุณลักษณะทางคุณภาพด้วยวิธีเดียวกับข้อ 2.1.1 และ 2.1.3-2.1.4 ซึ่งสูตรที่ดีที่สุดคัดเลือกจากคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสีในระบบ CIE L*a*b* ค่า a_w ความหนาและการแตกหัก และคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี ความกรอบ กลิ่นรสปลาหมึก รสหวาน รสเค็ม และความชอบโดยรวม โดยสูตรที่ดีที่สุดจะต้องมีคุณภาพทางกายภาพคล้ายคลึงกับตัวอย่างควบคุม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 สูตรที่ได้จากการแทนที่ซูริมิด้วยหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส (squid paste) ในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน

ส่วนประกอบ	สูตร 1 (ร้อยละ)	สูตร 2 (ร้อยละ)	สูตร 3 (ร้อยละ)	สูตร 4 (ร้อยละ)
ซูริมิ	69.82	59.82	49.82	39.82
หัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส	0.00	10.00	20.00	30.00
แป้งมัน	13.64	13.64	13.64	13.64
น้ำตาล	5.45	5.45	5.45	5.45
เกลือ	2.00	2.00	2.00	2.00
น้ำแข็ง	9.09	9.09	9.09	9.09

3.4.2 ผลของปริมาณน้ำแข็งต่อคุณลักษณะทางคุณภาพต่างๆของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน

เมื่อได้สูตรที่ดีที่สุดจะนำมาศึกษาผลของปริมาณน้ำแข็งต่อคุณลักษณะทางคุณภาพต่างๆโดยวางแผนการทดลองแบบ CRD แปรปริมาณน้ำแข็งที่ 3 ระดับ คือ ปริมาณร้อยละ 0 10 และ 20 ทำการผลิตดังแสดงในภาพที่ 12 ทั้งนี้จะทำการเติมน้ำแข็งร่วมในขั้นตอนการสับผสมซูริมิโดยเติมน้ำแข็งสลับกับการเติมเกลือและทำการทดสอบคุณลักษณะทางคุณภาพด้วยวิธีเดียวกับข้อ 2.1.1 และ 2.1.3-2.1.4 ซึ่งสูตรที่ดีที่สุดจะคัดเลือกจากค่าคุณภาพทางด้านกายภาพและประสาทสัมผัสที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม

3.5 การพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส และรสชาติปลาหมึกของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส โดยมีผลิตภัณฑ์ต้นแบบเป็นตัวอย่างควบคุม

ในขั้นตอนนี้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนากรรมวิธีการผลิตเพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยศึกษาเวลาการย่าง (114^{o}C) ที่เหมาะสม แปรระยะเวลาในการย่างจาก 10-60 นาที เก็บตัวอย่างทุกๆ 5 นาที (11 สิ่งทดลอง) ทำการผลิตตัวอย่างดังภาพที่ 12 ด้วยสูตรที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.4 นำตัวอย่างที่ผลิตได้มาวิเคราะห์ค่าสี ความชื้น ความแข็ง และการแตกหัก คัดเลือกตัวอย่างที่ให้เนื้อสัมผัสกรอบเปราะมากที่สุดมาศึกษาในการทดลองที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 2 ในการทดลองนี้ทำการปรับปรุงรสชาติปลาหมึกของผลิตภัณฑ์โดยผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบตามสูตรที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.4 โดยใช้วิธีการผลิตดังภาพที่ 12 จากนั้นนำมาจุ่มเคลือบน้ำจิ้มเป็นระยะเวลา 3 วินาที จากนั้นตรวจติดตามความชื้นที่ลดลงหลังจากอบแห้งแบบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80°C เพื่อไล่ความชื้น โดยตัวอย่างจะถูกเก็บมาวิเคราะห์ค่าความชื้นจาก 90-170 นาที ทุกๆ 20 นาที จะหยุดการอบแห้งเมื่อตัวอย่างมีความชื้นต่ำร้อยละกว่า 3 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มาวัดค่าคุณภาพสุดท้าย โดยการทดสอบคุณลักษณะทางคุณภาพด้วยวิธีเดียวกับข้อ 2.1.1 และ 2.1.3-2.1.4 และทำการเปรียบเทียบค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายกับตัวอย่างควบคุม

4. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่บริโภคผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ผ่านการพัฒนา

ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนากับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย คือ วัยรุ่นตอนต้น อายุ 12-18 ปีที่บริโภคผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ ด้วยวิธีการประเมินในศูนย์ประเมินกลางชุมชน (Central Location Test-CLT) กับผู้ทดสอบจำนวน 150 คน เสนอตัวอย่างพร้อมแบบสอบถามให้ผู้ทดสอบ โดยใช้แบบสอบถามการทดสอบความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งมีทั้งหมด 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์ ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาแจงนับความถี่ของแต่ละรายการ และนำเสนอข้อมูลในรูปตารางเปรียบเทียบร้อยละ

5. การศึกษาอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ผ่านการพัฒนา

ในขั้นตอนนี้ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในซองลามิเนต (SPEC: OPP20/PE15/MPET12/PE15/CPP20) ขนาด 170×230 mm ภายใต้อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ ที่อุณหภูมิ 25°C และสภาวะเร่งคือ อุณหภูมิ 35°C และ 45°C จากนั้นวิเคราะห์ค่าคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงไปเปรียบเทียบกับค่าคุณภาพเริ่มต้น (t_0) โดยตรวจสอบค่าคุณภาพทั้งหมดทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 2 เดือน โดยค่าคุณภาพที่ศึกษามีดังนี้

5.1 คุณภาพทางกายภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใช้วิธีเดียวกับที่กล่าวถึงในข้อ 2.1.1 และ 2.1.3 และทำการศึกษาคุณภาพเพิ่มเติมได้แก่ คุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางจุลินทรีย์ ดังแสดงในข้อ 5.2-5.4

5.2 คุณภาพทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณได้แก่ ความชื้น และปริมาณ TBA ตามวิธีการของ AOAC (2000)

5.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

5.3.1 วิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) ตามวิธี BAM (2001)

5.3.2 วิเคราะห์ยีสต์และรา (total yeast and mold) ตามวิธี BAM (2001)

5.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

โดยทำการทดสอบด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) กับผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน คุณลักษณะที่ทดสอบได้แก่ สี กลิ่นรส ปลาหมึก ความกรอบ รสหวาน รสเค็ม และความชอบโดยรวม โดยตัดสินใจหยุดการศึกษาเมื่อระดับการยอมรับของผู้บริโภคต่ำกว่าร้อยละ 50

6. สถานที่ทำวิจัย

ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร อาคารอุตสาหกรรมเกษตร 1 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โรงเรียนนวมินทราชูทิศ กรุงเทพมหานคร และบริษัทที ไทย แสน็ค ฟู้ดส์ จำกัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

1. การศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก

การศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก ได้ผลการศึกษาเป็น 3 ส่วน จากการศึกษาเชิงคุณภาพด้วยวิธีการอภิปรายกลุ่ม (1.1) การศึกษาเชิงปริมาณโดยการออกแบบสอบถาม (1.2) และการสำรวจผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก (1.3) ดังแสดงต่อไปนี้

1.1 การศึกษาเชิงคุณภาพด้วยวิธีการอภิปรายกลุ่ม (Focus Group Discussion)

ผลการศึกษาจากผู้ร่วมอภิปรายกลุ่มซึ่งเป็นผู้ที่มีอายุระหว่าง 12-18 ปี จำนวน 10 คน คัดเลือกจากผู้บริโภคเป้าหมายซึ่งเป็นวัยรุ่นตอนต้นและชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักอยู่เป็นประจำ พบว่า ผู้ร่วมอภิปรายส่วนใหญ่นิยมรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักในช่วงเวลาว่างๆ โดยให้เหตุผลว่าเป็นขนมที่มีประโยชน์และมีราคาถูก เมื่อรู้สึกว่าอยากรับประทานก็จะไปซื้อมารับประทาน โดยมักนิยมรับประทานตอนพักกลางวันและตอนเย็นหลังกลับบ้าน ชอบรับประทานเวลาพักผ่อน ดูทีวี หรืออ่านหนังสือ ส่วนความถี่ในการรับประทานของผู้ร่วมอภิปรายกลุ่มนี้จะอยู่ในช่วงเดือนละ 3-4 ครั้ง เป็นส่วนใหญ่ สำหรับความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก ผู้ร่วมอภิปรายส่วนใหญ่ชอบบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก ยี่ห้อ C โดยมองว่าผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักยี่ห้อนี้มีรสชาติดี หาซื้อง่าย และมีราคาถูก ผู้บริโภคบางคนชอบผลิตภัณฑ์ ยี่ห้อ A เนื่องจากมีรสชาติดี มีความกรอบ และมีส่วนประกอบจากปลาหมึกแท้ แต่ผู้บริโภคมองว่ายี่ห้อดังกล่าวมีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับยี่ห้ออื่นๆ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก ยี่ห้อ B ผู้บริโภคมองว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสเครื่องปรุงรสค่อนข้างแรง เป็นลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการจุ่มน้ำจิ้ม มีลักษณะพองกรอบ แต่มีกลิ่นรสปลาหมึกน้อยกว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก ยี่ห้อ A และ C ซึ่งผู้บริโภคมองว่ายี่ห้อของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักในปัจจุบันยังคงมีค่อนข้างน้อย โดยสถานที่และยี่ห้อที่ซื้อ ผู้อภิปรายส่วนใหญ่จะซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักที่ร้านสะดวกซื้อ 7-11 เป็นส่วนใหญ่ โดยให้เหตุผลว่าสามารถหาซื้อได้ง่าย และอยู่ใกล้สถานศึกษา นอกนั้นจะเป็นการซื้อที่ซุปเปอร์มาเก็ต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในด้านความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก ที่ต้องการให้ผู้อภิปรายกล่าวถึงความต้องการ และความคิดเห็นของผู้ร่วมอภิปรายที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการนำไปสำรวจความต้องการของผู้บริโภคและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักต่อไป โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักเป็นอาหารว่างที่ดี มีประโยชน์และรับประทานได้สะดวก และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ควรเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใส่สารเคมีในการปรุงแต่งกลิ่นรส ผู้บริโภคโดยส่วนใหญ่อยากให้มีปรับปรุงรสชาติใหม่เพิ่มมากขึ้น ปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ และควรมีความสะอาดและปลอดภัย

1.2 การศึกษาเชิงปริมาณโดยการออกแบบสอบถาม

จากแบบสอบถามที่จัดทำจากผลของข้อ 1.1 เมื่อนำมาทำการสอบถามให้ผลดังต่อไปนี้

1.2.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย

จากการสำรวจลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายตามจำนวน 250 คน ที่โรงเรียนนวมิทราชูทิศ กรุงเทพมหานคร แสดงให้เห็นว่า ผู้บริโภคเป็นเพศชายร้อยละ 35 และเพศหญิงร้อยละ 65 มีอายุระหว่าง 13 – 15 ปี (ร้อยละ 74) โดยส่วนใหญ่ระดับการศึกษาในปัจจุบัน คือ ม.1-ม.3 (ร้อยละ 74) ลักษณะความเป็นอยู่จะอาศัยอยู่กับครอบครัว (ร้อยละ 100) และมีรายได้ต่อเดือนของครอบครัวสูงกว่า 15,001 บาท (ร้อยละ 77) โดยส่วนใหญ่จำนวนสมาชิกที่อาศัยอยู่ร่วมกัน คือ 2-3 คน (ร้อยละ 53) ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามในการสำรวจผู้บริโภคตามจำนวน 250 คน ที่โรงเรียนนวมิทราชูทิศ กรุงเทพมหานคร

ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์		จำนวน	ร้อยละ
เพศ			
	ชาย	87	35
	หญิง	163	65
อายุ			
	12 ปี	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์		จำนวน	ร้อยละ
	13 -15 ปี	185	74
	16 -18 ปี	65	26
ระดับการศึกษา			
	ต่ำกว่า ม.1	0	0
	ม.1-ม.3	185	74
	ม.4-ม.6	65	26
	อื่นๆ	0	0
ลักษณะความเป็นอยู่			
	อาศัยอยู่คนเดียว	0	0
	อาศัยอยู่กับเพื่อน/ญาติ	0	0
	อาศัยอยู่กับครอบครัว	250	100
	อื่นๆ	0	0
รายได้ต่อเดือน			
	น้อยกว่า 5,000 บาท	2	1
	5,001-10,000 บาท	17	7
	10,001-15,000 บาท	38	15
	มากกว่า 15,001 บาท	193	77
	อื่นๆ	0	0
จำนวนสมาชิกที่อาศัยอยู่ร่วมกัน			
	อาศัยอยู่คนเดียว	0	0
	2-3 คน	132	53
	4-5 คน	102	41
	5-6 คน	13	5
	มากกว่า 6 คน	3	1
	อื่นๆ	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.2 ผลการสำรวจทางด้านพฤติกรรมและความรู้สึกของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย ผลการสำรวจพฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก มีดังต่อไปนี้

ข้อมูลทางด้านพฤติกรรมและความรู้สึกของผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสยี่ห้อ C (ร้อยละ 42) ซื้อที่ร้านสะดวกซื้อ (ร้อยละ 71) มีปัจจัยในการเลือกซื้อ ส่วนใหญ่จะซื้อไว้ทานเล่น (ร้อยละ 79) เห็นด้วยกับแนวความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส (ร้อยละ 99) ผู้บริโภคอยากได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสกึ่งหยาบกึ่งละเอียด (ร้อยละ 90) โดยให้ผลิตภัณฑ์มีรูปร่างเป็นแผ่นแบนๆ (ร้อยละ 87) ผลิตภัณฑ์มีรสหวานเป็นรสชาติที่เด่น (ร้อยละ 52) ผู้บริโภคอยากได้รสต้มยำเป็นรสชาติที่แปลกใหม่ (ร้อยละ 87) และหากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสขึ้นผู้บริโภคสนใจที่จะร่วมทดสอบผลิตภัณฑ์ (ร้อยละ 95) ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ข้อมูลด้านพฤติกรรมและความรู้สึกของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก

ข้อมูลด้านพฤติกรรมและความรู้สึก		จำนวน	ร้อยละ
ยี่ห้อที่ชอบ			
	C	104	42
	A	87	35
	B	50	20
	อื่นๆ	9	3
สถานที่ซื้อ			
	ร้านสะดวกซื้อ (เซเว่น)	178	71
	ห้างสรรพสินค้า	61	24
	ร้านค้าทั่วไป	11	5
	อื่นๆ	0	0
ปัจจัยในการเลือกซื้อ			
	ซื้อไว้รับประทานเล่น	197	79
	ราคาถูก	3	1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อมูลด้านพฤติกรรมและความรู้สึก	จำนวน	ร้อยละ
สะดวกในการซื้อ	38	15
รสชาติดี	8	3
มีประโยชน์	4	2
อื่นๆ	0	0
แนวความคิดการพัฒนา		
เห็นด้วย	247	99
ไม่เห็นด้วย	3	1
ลักษณะเนื้อสัมผัส		
เนื้อละเอียด	15	6
เนื้อหยาบ	11	4
เนื้อกึ่งหยาบกึ่งละเอียด	224	90
อื่นๆ	0	0
รูปร่างของผลิตภัณฑ์		
เป็นแผ่นแบนๆ	217	87
เป็นแผ่นม้วนๆ	33	13
อื่นๆ	0	0
รสชาติที่เด่นของผลิตภัณฑ์		
รสเค็ม	85	34
รสหวาน	129	52
รสเผ็ด	27	11
รสเปรี้ยว	8	3
รสชาติอื่นๆ	1	0
รสชาติที่แปลกใหม่		
รสต้มยำ	218	87
รสลาบ	14	6
รสชีสต์	17	7
รสชาติอื่นๆ	1	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อมูลด้านพฤติกรรมและความรู้สึก		จำนวน	ร้อยละ
สนใจที่จะร่วมทดสอบชิม			
	สนใจ	238	95
	ไม่สนใจ	12	5

1.3 การสำรวจผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก

ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก แสดงดังตารางที่ 7 พบว่าผลิตภัณฑ์ A มีเนื้อปลาหมึกเป็นองค์ประกอบสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 92 ซึ่งไม่มีการเติมซูริมิ และแป้ง รองลงมา คือ ผลิตภัณฑ์ B มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบ คิดเป็นร้อยละ 62 และมีซูริมิคิดเป็นร้อยละ 26 ส่วนผลิตภัณฑ์ C มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบ คิดเป็นร้อยละ 45 และมีซูริมิคิดเป็นร้อยละ 40 โดยผลิตภัณฑ์ B มีส่วนผสมของแป้งสาลี และผลิตภัณฑ์ C มีส่วนผสมของแป้งสาลีกับแป้งมัน โดยส่วนที่เหลือจะเป็นเครื่องเทศ เครื่องปรุงรส และวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสต่างๆ

ตารางที่ 7 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก 3 ตัวอย่าง ได้แก่ A B และ C

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ) ส่วนประกอบในตัวอย่าง		
	ตัวอย่าง A	ตัวอย่าง B	ตัวอย่าง C
ปลาหมึก	92	62	45
เนื้อปลาซูริมิ	0	26	40
แป้งสาลี	0	8	5
แป้งมัน	0	0	4
น้ำตาล	4	1.5	2
เกลือ	2	1.5	0.5
เครื่องเทศ/เครื่องปรุงรส	0	1	3.5
พริกขี้หนูป่น	1	0	0
ซอสถั่วเหลือง	0.95	0	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่าง ราคา รูปแบบ ขนาด น้ำหนักบรรจุ และอายุผลิตภัณฑ์สำหรับนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ข้อมูลผลิตภัณฑ์	ตัวอย่าง A	ตัวอย่าง B	ตัวอย่าง C
ราคา	45 บาท	25 บาท	19 บาท
รูปแบบ	อะลูมิเนียมฟอยด์และกล่องกระดาษ	กล่องกระดาษและกล่องกระดาษ	อะลูมิเนียมฟอยด์
ขนาด	3×5 cm/ชิ้น	3×6 cm/ชิ้น	4.5×7 cm/ชิ้น
น้ำหนักบรรจุ	36 g	38 g	28 g
อายุผลิตภัณฑ์	18 เดือน	10 เดือน	6 เดือน
วัตถุกันเสีย	ใช้	ไม่ระบุ	ไม่ระบุ

ตารางที่ 8 พบว่า ผลิตภัณฑ์ A ซึ่งมีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบสูงสุดนั้นมีราคาแพงที่สุด กล่องละ 45 บาท/น้ำหนักบรรจุ 36 g รองลงมา คือ ผลิตภัณฑ์ B ซึ่งมีราคา กล่องละ 25 บาท/น้ำหนักบรรจุ 38 g และผลิตภัณฑ์ C ซึ่งมีราคา กล่องละ 19 บาท/น้ำหนักบรรจุ 28 g ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกมักบรรจุในถุงด้วยอะลูมิเนียมฟอยด์และบรรจุกล่องกระดาษ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชันจากแสง เนื่องจากกล่องกระดาษเป็นวัสดุที่สามารถป้องกันการส่องผ่านของแสงได้ ด้านขนาดผลิตภัณฑ์โดยส่วนใหญ่มีขนาดชิ้นปานกลางซึ่งสะดวกต่อการบริโภค สำหรับด้านอายุผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกอบกรอบ ยี่ห้อ A สามารถเก็บได้นานที่สุดถึง 18 เดือน โดยมีการใช้วัตถุกันเสียขณะที่ยี่ห้อ B และ C ไม่ระบุการใช้วัตถุกันเสียในฉลาก

2. การศึกษาคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก ที่จำหน่ายในท้องตลาด

การหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพทางกายภาพ เคมี กับคะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภค เพื่อให้ทราบคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์สำหรับใช้เป็นข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ (Product Specification) และเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Prototype) สำหรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐานต่อไป โดยค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกนั้น ได้ผลดังตารางที่ 9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก

ค่าทางกายภาพ		ตัวอย่าง A	ตัวอย่าง B	ตัวอย่าง C
a_w		0.418^{b}±0.01	0.415^{b}±0.03	0.506^{a}±0.01
ค่าสี	L^{*ns}	50.83±1.63	49.8±1.67	50.46±1.33
	a*	16.51^{a}±1.42	17.63^{a}±1.72	11.97^{b}±0.83
	b^{*ns}	31.68±3.85	32.44±1.84	28.36±1.04
ความหนา (mm)		1.00^{b}±0.04	2.00^{a}±0.16	2.50^{a}±0.27
เนื้อสัมผัส	การแตกหัก (N)	6.42^{a}±0.71	5.91^{a}±0.70	2.72^{b}±0.60
	ความแข็ง (N)	7.18^{a}±1.02	6.69^{b}±1.25	3.29^{c}±1.06

หมายเหตุ $^{a-b}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากตารางที่ 9 พบว่า ตัวอย่าง C มีค่า a_w สูงสุด ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นที่มีค่ามากสุด โดยตัวอย่างดังกล่าวมีเนื้อสัมผัสที่เหนียว เป็นลักษณะเด่นของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการชุบเครื่องปรุงรสที่เป็นน้ำเคลือบ สำหรับตัวอย่าง A กับตัวอย่าง B นั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสที่มีค่าการแตกหักสูงจึงมีค่า a_w ที่น้อยกว่าซึ่งตัวอย่าง C เมื่อค่า a_w สูงขึ้นจะทำให้ความกรอบและการแตกหักของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกมีค่าลดลง เนื่องจากความชื้นทำให้เกิด plasticizing ทำให้โครงสร้าง starch/protein matrix นุ่มลง Nelson and Labuza (1993) กล่าวว่าลักษณะเนื้อสัมผัสที่กรอบจะอยู่ในสถานะ glassy state แต่การเกิด plasticization จากปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นหรืออุณหภูมิจะทำให้วัสดุเปลี่ยนสถานะเป็น rubbery state เป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่กรอบ (soggy) จากผลการทดลองด้านค่าสีแดง (a*) พบว่า ตัวอย่าง A และ B ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนด้านค่าสีเหลือง (b*) ในทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีลักษณะเทียบเคียงกันจึงทำให้มีค่าสีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ด้านความหนาของตัวอย่าง พบว่า ตัวอย่าง A มีความหนาต่ำสุด รองลงมาคือ B และ C ซึ่งความหนาที่ได้นั้นมีความสัมพันธ์กับการแตกหัก จากผลการทดลองพบว่า ตัวอย่าง A ซึ่งมีความหนาต่ำสุดนั้นมีการแตกหักสูงสุด โดยค่าการแตกหักนั้นเป็นแรงที่ทำให้ผลิตภัณฑ์แตกร่วนหรือแยกออกจากกัน มักเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งมากแต่การยึดเกาะน้อย ดังนั้นตัวอย่างที่มีความหนาน้อยจึงมีการยึดเกาะน้อย แต่มีความแข็งมาก จึงทำให้มีการแตกหักสูง (Banach *et al*., 2014)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก 3 ยี่ห้อ ได้ผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก (wet basis)

องค์ประกอบทางเคมี	ตัวอย่าง A	ตัวอย่าง B	ตัวอย่าง C
ความชื้น	3.70^{c}±0.06	7.00^{b}±0.04	10.56^{a}±0.22
โปรตีน	62.22^{a}±0.67	24.95^{c}±0.46	38.51^{b}±1.25
เถ้า	8.77^{b}±0.16	11.23^{a}±0.79	6.46^{c}±1.16
ไขมัน	2.47^{a}±0.18	1.45^{c}±0.28	1.93^{b}±0.04
เส้นใย	1.21^{c}±0.35	2.05^{a}±0.35	1.40^{b}±0.02
คาร์โบไฮเดรต*	21.63^{c}±0.74	53.32^{a}±0.68	41.14^{b}±0.82

หมายเหตุ $^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* ได้มาจากการคำนวณ คาร์โบไฮเดรต = 100-ความชื้น-โปรตีน-เถ้า-ไขมัน-เส้นใย

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก (ตารางที่ 10) พบว่า ตัวอย่าง A มีปริมาณความชื้นน้อยกว่าตัวอย่าง B และตัวอย่าง C เนื่องจากตัวอย่างดังกล่าวมีเนื้อสัมผัสที่แห้งและมีลักษณะกรอบเปราะ ในขณะที่ตัวอย่าง C เป็นตัวอย่างที่ผ่านการจุ่มเคลือบจึงมีเนื้อสัมผัสที่เหนียวและชื้น ส่วนตัวอย่าง B เป็นตัวอย่างที่มีลักษณะพองกรอบ และยังมีการจุ่มเคลือบน้ำจิ้มจึงมีความชื้นมากกว่าตัวอย่าง A แต่น้อยกว่าตัวอย่าง C ซึ่งตัวอย่าง B นั้นมีลักษณะคล้ายทั้งตัวอย่าง A และตัวอย่าง C ด้านปริมาณโปรตีนนั้นตัวอย่าง A ซึ่งผลิตจากปลาหมึกแท้จึงมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าตัวอย่าง B และ C ซึ่งมีส่วนผสมของทั้งซูริมิ แป้งมันสำปะหลัง และแป้งสาลี ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก ตัวอย่าง A เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเนื้อปลาหมึกแท้นั้นมีองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณโดยคิดเทียบจากน้ำหนักเปียก (wet basis) ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรต มีค่าเทียบเคียงกับองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสจากเนื้อปลาหมึกแท้เช่นกันที่วิเคราะห์โดย Fu *et al*. (2007) โดยความชื้นมีบทบาทสำคัญต่อเนื้อสัมผัสของขนมขบเคี้ยว ความชื้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีผลต่อลักษณะการยอมรับด้านความกรอบ (Mazumder *et al.*, 2007) จากการทดลองพบวา ตัวอย่าง A มีความชื้นน้อยสุดจึงมีความกรอบสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามในทุกๆตัวอย่างนั้นมีเส้นใยค่อนข้างน้อยเนื่องจากส่วนผสมในสูตรมีเส้นใยต่ำ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคเป้าหมาย เพื่อศึกษาคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก สำหรับไว้หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพทางกายภาพ เคมี กับคะแนนความชอบโดยรวม ได้ผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย		
	ตัวอย่าง A	ตัวอย่าง B	ตัวอย่าง C
สี^{ns}	6.20 ± 1.40	6.40± 1.35	6.30± 1.49
กลิ่นเครื่องปรุงรส	6.30^{c}± 1.89	6.60^{b}± 1.58	7.30^{a}± 1.06
กลิ่นรสปลาหมึก	7.30^{a}± 1.42	6.30^{c}± 1.70	7.00^{b}± 1.70
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	7.40^{b}± 1.17	7.60^{a}± 1.65	6.50^{c}± 1.84
เนื้อสัมผัส (ลักษณะผิวสัมผัส)	7.40^{b}± 1.59	7.30^{b}± 1.64	7.70^{a}± 0.95
รสชาติ	8.5^{a}± 0.97	7.70^{b}± 1.49	8.40^{a}± 0.70
ความชอบโดยรวม	8.2^{a}± 0.63	7.50^{c}± 0.71	7.80^{b}± 0.79

หมายเหตุ $^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 11) พบว่า ตัวอย่าง A ผู้บริโภคให้คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุด ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาได้รับคะแนนด้านกลิ่นรสปลาหมึก เนื้อสัมผัสความกรอบ และรสชาติสูงจึงทำให้ได้รับความชอบโดยรวมสูงไปด้วย ดังนั้นตัวอย่าง A จึงสามารถนำมาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาเชิงคุณภาพด้วยวิธีการอภิปรายกลุ่ม (Focus Group Discussion) ร่วมกับการศึกษาเชิงปริมาณโดยการออกแบบสอบถาม และศึกษาคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักทางการค้า ทำให้ได้มาซึ่งแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส ดังนั้นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบชนิดใหม่ (product specification) คือ ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ควรมีสีอ่อนไม่เข้มจนเกินไปโดยมีสีจากธรรมชาติของซูริมิและปลาหมึก ด้านเนื้อสัมผัส ปลาหมึกควรเป็นแผ่นบางและแบน โดยผลิตภัณฑ์ควรมีขนาดชิ้นเทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ A มีความกรอบ มีเนื้อสัมผัสกึ่งหยาบกึ่งละเอียด และควรมีลายเป็นเส้นตรงที่ผิวของชิ้นปลาหมึก เนื่องจากถ้ามีลายเป็นเส้นตรงจะทำให้ผู้บริโภครับรู้ถึงความรู้สึกของการบริโภคปลาหมึกแท้ เมื่อผู้บริโภคมองดูผลิตภัณฑ์แล้วจึงเกิดความอยากรับประทานมากยิ่งขึ้น และสำหรับด้านรสชาติ ผลิตภัณฑ์ควรมีรสหวานเป็นรสที่เด่นแต่ไม่ควรหวานมากจนเกินไป

3. การศึกษาและพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

3.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของซูริมิ ปลาหมึกสด และหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ใช้ในการทดลอง

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของซูริมิ ปลาหมึกสด และหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสปรุง (ตารางที่ 14) พบว่า ปลาหมึกสดมีปริมาณความชื้นที่สูงกว่าซูริมิ และหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส ตามลำดับ ในขณะที่หัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสปรุง เป็นวัตถุดิบที่มีโปรตีนค่อนข้างสูงกว่าซูริมิและปลาหมึกสด ตามลำดับ ทั้งนี้การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย และเถ้า (AOAC, 2000) เพื่อทราบส่วนประกอบในวัตถุดิบ ทำให้สามารถเลือกใช้ปริมาณของวัตถุดิบในการปรับสูตรอย่างเหมาะสม เนื่องจากคุณภาพทางเคมีนั้นส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้จะเห็นว่า หัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส (squid paste) นั้นมีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูง ซึ่งโปรตีนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดสีคล้ำในผลิตภัณฑ์ เมื่อวัตถุดิบซึ่งโปรตีนเป็นองค์ประกอบผ่านการแปรรูปด้วยความร้อนจะเกิดจากการที่น้ำตาลรีดิวซ์และกรดอะมิโนทำปฏิกิริยากัน เกิดเป็นสารประกอบสีน้ำตาล ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีคล้ำ (Miranda *et al*., 2012) ซึ่งจะสัมพันธ์กับค่าความสว่าง (L*) ที่วัดได้ คือ หากผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้น ค่าความสว่าง (L*) ก็จะลดลงเช่นกัน ดังนั้นปริมาณการใช้หัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส (Squid Paste) ทดแทนปริมาณซูริมิในสูตร เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสและกลิ่นรส เทียบเคียงกับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกต้นแบบที่สุด จึงสามารถเติมได้ในปริมาณที่จำกัด นอกจากนี้จะเห็นว่าซูริมิและปลาหมึกสดในสูตรนั้นมีปริมาณความชื้นค่อนข้างสูง จึงกล่าวได้ว่ามีน้ำอยู่ในตัววัตถุดิบนั้นสูงซึ่งน้ำมีผลโดยตรงต่อความคงตัวของแบทเทอร์ที่ได้จากการสับผสม และส่งผลต่อการขึ้นรูปของผลิตภัณฑ์ หากมีน้ำอยู่ในปริมาณมากทำให้ขึ้นรูปเป็นแผ่นในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกที่ผลิตจากซูริมิทำได้ยาก เพราะแบทเทอร์จะเหลวติวกับแผ่นซิลิโคนทนความร้อนในขั้นตอนการขึ้นรูป หากติดแผ่นมาก หลังจากผลิตภัณฑ์ผ่านการเซ็ทเจล จะได้แผ่นที่ลอกออกได้ยาก ทำให้ร้อยละผลผลิตลดลงเช่นกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องควบคุมปริมาณของวัตถุดิบที่มีความชื้นสูง โดยแสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของซูริมิ ปลาหมึกสด และหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส (Squid Paste)

คุณภาพทางเคมี	ซูริมิ (% wet basis)	ปลาหมึกสด (% wet basis)	Squid Paste (% wet basis)
ความชื้น	74.84^{b}±0.29	87.59^{a}±0.68	36.15^{c}±0.29
ไขมัน	0.28^{b}±0.03	-	2.09^{a}±0.16
โปรตีน	19.11^{b}±0.75	11.79^{c}±0.18	37.7^{a}±0.06
เส้นใย	2.63^{b}±0.37	-	4.25^{a}±0.30
เถ้า	1.56^{b}±0.18	-	3.13^{a}±0.52
คาร์โบไฮเดรต*	1.58^{b}±0.39	-	16.68^{a}±0.26

หมายเหตุ $^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

\- ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

3.2 การคัดเลือกสูตรพื้นฐาน

จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 คือ สูตรของเบญจวรรณ (2545) ส่วนสูตรที่ 2 และ 3 คือ สูตรของผลิตภัณฑ์ทางการค้า จากนั้นจึงนำมาวัดค่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการเป็นสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาต่อไป โดยได้ผลดังตารางที่ 13-15

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก สูตรพื้นฐาน

ค่าทางกายภาพ		สูตรที่1	สูตรที่2	สูตรที่3
a_w		0.43^{a}±0.05	0.40^{b}±0.08	0.37^{c}±0.01
ค่าสี	L*	49.12^{a}±1.78	33.96^{b}±5.73	45.70^{a}±4.54
	a* ^{ns}	16.93±0.53	17.98±1.96	16.89±0.62
	b*	34.61^{a}±1.38	28.08^{b}±4.88	28.05^{b}±2.97
ความหนา (mm) ^{ns}		1.00±0.05	1.00±0.134	1.00±0.05
	การแตกหัก (N)	9.60^{a}±1.29	4.80^{b}±2.17	8.46^{a}±1.83
	ความแข็ง (N)	11.05^{a}±1.02	10.73^{b}±1.13	5.74^{c}±1.10

หมายเหตุ $^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากตารางที่ 13 พบว่า สูตรที่ 1 ซึ่งใช้แป้งมันสำปะหลังมีค่าความสว่าง (L*) สูงกว่าสูตรอื่นๆ เพราะแป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งที่มีความบริสุทธิ์สูง มีสิ่งเจือปนต่ำ มีสตาร์ชอยู่มากกว่าร้อยละ 95 และมีปริมาณโปรตีนและไขมันค่อนข้างต่ำ (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543) ดังนั้นจึงส่งผลให้สูตรที่ 1 มีความสว่างสูงกว่าสูตรอื่นๆที่ใช้แป้งสาลี เพราะแป้งสาลีจะมีโปรตีนเป็นส่วนประกอบในปริมาณสูงโดยเมื่อโปรตีนในแป้งร่วมกับโปรตีนอื่นๆในส่วนประกอบของสูตร ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่คล้ำขึ้นเมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านความร้อนจะเกิดปฏิกิริยา Maillard ระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์และกรดอะมิโนได้ง่าย ขึ้นและยังพบว่า สูตรที่ 1 ซึ่งใช้แป้งมันสำปะหลังปริมาณมากกว่าสูตรที่ 3 และ 2 ตามลำดับ ทำให้ตัวอย่างที่ได้มีความเปราะมากกว่าสูตรอื่น เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสค่อนข้างต่ำ (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543) และมีอะไมโลเพคตินค่อนข้างสูงจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความหนาแน่นต่ำและเปราะในขณะที่แป้งสาลีมีอะไมโลสสูง ซึ่งอะไมโลสจะช่วยลดปัญหาในการแตกหัก (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543) นอกจากนี้แป้งสาลียังมีกลูเตนสูง เมื่อกลูเตนรวมกับโปรตีนในซูริมิจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกมีเนื้อสัมผัสที่มีความเหนียวและมีความหนาแน่นสูงกว่าการใช้แป้งมันสำปะหลัง ดังนั้นการใช้แป้งมันสำปะหลัง (สูตรที่ 1) จึงได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบที่มีเนื้อสัมผัสแตกเปราะมากกว่าการใช้แป้งสาลี (สูตรที่ 2 และ 3)

จากนั้นจึงทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อประกอบการพิจารณาคัดเลือกสูตร ได้ผลดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย		
	สูตรที่1	สูตรที่2	สูตรที่3
สี	$7.13^{a}\pm 1.26$	$6.04^{b}\pm 1.40$	$6.09^{b}\pm 1.79$
กลิ่นรสปลาหมึก	$6.91^{a}\pm 1.69$	$5.96^{b}\pm 1.68$	$6.43^{a}\pm 1.41$
ความกรอบ	$7.61^{a}\pm 1.24$	$6.74^{b}\pm 1.45$	$6.74^{b}\pm 1.48$
รสหวาน	$6.65^{a}\pm 1.60$	$4.78^{c}\pm 1.84$	$5.96^{b}\pm 1.55$
รสเค็ม	$6.48^{a}\pm 1.44$	$5.57^{b}\pm 2.20$	$6.26^{a}\pm 1.75$
ความชอบโดยรวม	$7.65^{a}\pm 1.09$	$6.22^{c}\pm 1.64$	$7.17^{a}\pm 1.24$

หมายเหตุ $^{a\text{-}c}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

จากตารางที่ 14 จะเห็นว่าตัวอย่างสูตรที่ 1 ซึ่งมีค่าการแตกหักสูงสุดได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคประเมินผลการยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสโดยการพิจารณาถึงสี กลิ่นรสปลาหมึก ความกรอบ และรสชาติซึ่งสูตรดังกล่าวมีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างกรอบเปราะ มีความเป็นเนื้อเดียวกันและมีสีที่สม่ำเสมอ มีรสหวานและเค็มในระดับที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในขณะที่สูตรที่ 2 และ 3 มีปลาหมึกเป็นส่วนประกอบในสูตร ทำให้สูตรดังกล่าวมีสีคล้ำ และยังมีเนื้อสัมผัสที่เป็นเนื้อเดียวกันน้อยกว่าสูตรที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากสูตรดังกล่าวมีปลาหมึกเป็นส่วนประกอบซึ่งปลาหมึกสดมีความชื้นสูง ทำให้สูตรดังกล่าวมีน้ำในสูตรค่อนข้างสูง จึงส่งผลทำให้ในขั้นตอนการขึ้นรูป เมื่อลอกแบทเทอร์ออกจะทำได้ยากขึ้นจึงได้เนื้อสัมผัสที่ไม่เรียบเนียนเท่ากับสูตรที่ 1 นอกจากนี้ผู้บริโภคยังกล่าวว่าสูตรที่ 2 และ 3 มีรสชาติที่ค่อนข้างเค็มเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากนั้นทำการศึกษาร้อยละผลผลิตของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก เพื่อพิจารณาถึงความคุ้มค่าในการผลิต จะพบว่าสูตรที่ 1 ซึ่งมีปริมาณของแป้งในสูตรสูง ทำให้โมเลกุลของแป้งซึ่งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) จำนวนมาก ยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจน และมีคุณสมบัติชอบน้ำ (hydrophilic) เมื่อให้ความร้อนกับสารละลายน้ำแป้ง พันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลง เม็ดแป้งจะดูดน้ำแล้วพองตัว ส่วนผสมของน้ำแป้งจะมีความหนืดมากขึ้นและใสขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของน้ำอิสระที่เหลืออยู่รอบๆเม็ดแป้งเหลือน้อยลง เม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้ยากขึ้นทำให้เกิดความหนืด ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การเกิดเจลาติไนเซชัน (gelatinization) (กล้าณรงค์, 2542) ทำให้ปริมาณน้ำอิสระในสูตรน้อยลงด้วย ส่งผลให้สามารถเก็บกักน้ำไว้ภายในได้มากจึงมีน้ำหนักหลังอบสูงสุด ดังนั้นจึงทำให้ร้อยละผลผลิตที่ได้ในสูตรสูงที่สุด และนอกจากนี้จะเห็นว่าสูตร ที่ 2 และ 3 มีการใช้หัวปลาหมึกสดในสูตรซึ่งหัวปลาหมึกสดมีความชื้นสูง ดังนั้นจึงมีน้ำที่ระเหยได้ในขณะการให้ความร้อนสูงกว่าสูตรที่ 1 จึงส่งผลให้สูตรที่ 1 มีร้อยละผลผลิตสูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ร้อยละผลผลิตของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักสูตรพื้นฐาน

สูตร	น้ำหนักสูตรทั้งหมด (กรัม)	น้ำหนักแบทเทอร์ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบตู้อบลมร้อน (กรัม)	น้ำหนักหลังย่าง (กรัม)	ร้อยละผลผลิต
1	400	342	231.60	184.64	46.16
2	400	374	165.94	103.78	25.95
3	400	392	175.69	109.52	27.38

จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน เมื่อได้สูตรที่ดีที่สุดนั่นคือ สูตรที่ 1 จากนั้นนำมาทำการผลิตสูตรดังกล่าว เพื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี ความกรอบ กลิ่นรสปลาหมึก รสหวาน รสเค็ม และความชอบโดยรวม ใช้ระบบการให้คะแนนแบบ Hedonic scale (1-9) ร่วมกับการทดสอบ Just about right (JAR) ได้แก่ ความกรอบ กลิ่นรสปลาหมึก รสหวาน และรสเค็ม ได้ผลดังตารางที่ 16-17

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย
สี	6.96±1.53
กลิ่นรสปลาหมึก	6.52±1.50
ความกรอบ	7.56±1.07
รสหวาน	5.56±1.59
รสเค็ม	6.26±1.35
ความชอบโดยรวม	7.41±0.95

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 16) พบว่า คะแนนด้านสี กลิ่นรสปลาหมึก และรสเค็มอยู่ในระดับที่ชอบเล็กน้อย ส่วนด้านรสหวานคะแนนอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ ซึ่งสูตรนี้ผู้บริโภคให้คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม และด้านความกรอบในระดับชอบปานกลาง จึงถือว่าสูตรนี้เป็นสูตรที่สามารถนำมาพัฒนาได้ จากนั้นจึงทดสอบความพอดี เพื่อประกอบการพิจารณาในการปรับสูตร ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 การทดสอบความพอดีของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	น้อยเกินไป (ร้อยละ)	พอดี (ร้อยละ)	มากเกินไป (ร้อยละ)
สี	6.67	90.00	3.33
กลิ่นรสปลาหมึก	26.67	66.67	6.67
ความกรอบ	6.67	73.33	20.00
รสหวาน	36.67	60.00	3.33
รสเค็ม	23.33	66.67	10.00

จากการทดสอบความพอดี พบว่าสูตรพื้นฐานที่คัดเลือกได้ด้านสีและความกรอบผู้บริโภคประเมินให้ระดับความพอดีมากกว่าร้อยละ 70 จึงไม่ต้องปรับสูตร (เพ็ญขวัญ, 2556) แต่ด้านกลิ่นรสปลาหมึก รสหวาน และรสเค็ม ผู้บริโภคประเมินให้ระดับความพอดีน้อยกว่าร้อยละ 70

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดังนั้นจึงทำการทดสอบ Total Penalty เพื่อพิจราณาแนวทางในการปรับปรุงคุณลักษณะ ได้ผลดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ค่า Mean drops และ Total penalty ของคุณสมบัติด้านสี กลิ่นรสปลาหมึก ความกรอบ และรสหวาน รสเค็มของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก

คุณลักษณะ	ความเข้ม	ร้อยละ	Mean Drop	Total Penalty
กลิ่นรสปลาหมึก	น้อยเกินไป	26.67	0.890	0.237
	พอดี	66.67		
	มากเกินไป	6.67	0.660	0.044
รสหวาน	น้อยเกินไป	36.67	0.620	0.227
	พอดี	60.00		
	มากเกินไป	3.33	0.670	0.022
รสเค็ม	น้อยเกินไป	23.33	0.300	0.070
	พอดี	66.67		
	มากเกินไป	10.00	0.540	0.054

จากผลการทดสอบ Total Penalty (ตารางที่ 18) พบว่า คุณลักษณะด้านกลิ่นรสปลาหมึก รสหวาน และรสเค็ม อยู่ในระดับที่พอดีแล้ว เนื่องจากมีค่า Total Penalty น้อยกว่า 0.25 (เพ็ญขวัญ, 2556) ดังนั้นจึงไม่ต้องมีการปรับสูตรในคุณลักษณะดังกล่าว แต่เนื่องจากการพิจารณาถึงค่าการแตกหักในสูตรพื้นฐานที่คัดเลือกได้ (สูตรที่ 1) พบว่า มีค่าเท่ากับ 9.60 N และมีค่าความแข็งเท่ากับ 11.05 N ซึ่งสูงกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ซึ่งมีค่าการแตกหักเท่ากับ 6.42 N และค่าความแข็งเท่ากับ 7.18 N ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในการที่จะลดความแข็งกระด้างของเนื้อสัมผัส จากกรรมวิธีการผลิตแบบดั้งเดิมลงได้ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสที่เทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบมากที่สุด แสดงดังการทดลองที่ 3.3

3.3 การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน

การปรับปรุงเนื้อสัมผัสด้วยการปรับกรรมวิธีการผลิตโดยการศึกษาผลของการนึ่งร่วมกับการอบ สามารถจำแนกได้เป็น 2 สูตร ดังนี้ สูตรที่ 1 คือกรรมวิธีการผลิตแบบดั้งเดิมไม่ผ่าน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การนึ่ง (control) ใช้กรรมวิธีการผลิตดังภาพที่ 11 และสูตรที่ 2 คือ กรรมวิธีการผลิตที่เพิ่มขั้นตอนการนึ่ง ใช้กรรมวิธีการผลิตดังภาพที่ 12 ได้ผลดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน

ค่าทางกายภาพ		สูตรที่1	สูตรที่2
a_w ns		0.3964±0.13	0.381±0.004
ค่าสี	L*	52.19^{a}±0.73	47.965^{b}±0.71
	a*	3.26^{b}±0.175	9.18^{a}±0.79
	b*	24.55^{b}±0.545	27.52^{a}±0.57
ความหนา(mm) ns		1.00±0.01	1.00±0.00
เนื้อสัมผัส	การแตกหัก (N)	8.39^{a}±0.93	4.87^{b}±1.43
	ความแข็ง (N)	10.68^{a}±0.87	6.83^{b}±1.26

หมายเหตุ $^{a-b}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการศึกษาผลของกระบวนการนึ่งของ 2 กรรมวิธีการผลิต คือ การผลิตแบบเดิมไม่ผ่านการนึ่ง (control) และเพิ่มขั้นตอนการนึ่งในขั้นตอนการผลิตแบบเดิม (ตารางที่ 19) พบว่า สูตรที่ผ่านการนึ่งมีค่า a_w ค่าความสว่าง (L*) การแตกหัก และความแข็งต่ำกว่าสูตรที่ไม่ผ่านการนึ่ง จากสูตรที่ 2 ซึ่งเป็นสูตรที่ผ่านการนึ่ง พบว่า มีค่า L* ลดลงมากกว่าสูตรพื้นฐานที่ไม่ผ่านการนึ่ง มีความหนาเท่ากับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และมีการแตกหักลดลง เนื่องจากกรรมวิธีตอนต้น (สูตรพื้นฐาน) เป็นการทำแห้งด้วยวิธีการอบในขณะที่อาหารยังคงมีความชื้นสูงอยู่ จึงสามารถเกิด case hardening ได้ง่าย ซึ่งการเกิดเปลือกแข็งของชิ้นอาหารแห้ง จะเกิดขึ้นระหว่างการทำแห้ง (dehydration) อาหารที่ใช้อุณหภูมิสูงเกินไปในขณะที่ความชื้นภายในชิ้นอาหารยังสูงอยู่ ดังนั้นน้ำในชิ้นอาหารระเหยออกมาได้ยากขึ้น จึงเกิดเนื้อสัมผัสที่แข็งอยู่ภายนอกเป็น crust หุ้มไม่ให้น้ำข้างในระเหยออกภายนอก จึงได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสแข็งกระด้าง ซึ่งอาจทำให้การทำแห้งไม่สมบูรณ์ ที่เป็นเช่นนี้เพราะมีการเคลื่อนย้ายโปรตีนที่ละลายได้มาที่ผิว แต่เนื้อปลาที่ผ่านการนึ่งสุกแล้วจะไม่เกิด case hardening (สุคนธ์ชื่น, 2543) ดังนั้นการนำแบทเทอร์ซึ่งมีเนื้อปลาเป็นองค์ประกอบเมื่อรีดเป็นแผ่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แล้วไปผ่านการนึ่งก่อน เมื่อเนื้อปลาสุกจะเกิดการเซ็ทเจล ทำให้ความชื้นภายในชิ้นอาหารลดลง หลังจากนั้นเมื่อนำแบทเทอร์แผ่นไปย่างต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงไม่แข็ง การใช้การเพิ่มขั้นตอนการนึ่ง เมื่อนำตัวอย่างมาย่างจะได้ตัวอย่างที่มีความกรอบ โดย พบว่า การนึ่งสามารถลดความแข็งกระด้างของเนื้อสัมผัสลงได้ ทั้งนี้เพราะการนึ่งเป็นการให้ความร้อนทำให้เม็ดแป้งเกิดการพองตัว และเกิดเจลลาติไนเซชัน และทำให้เนื้อปลาสุก (Yang and Park, 1998) จึงกล่าวได้ว่า การนึ่งนาน 1 นาที ที่อุณหภูมิ 100°C ใช้การอบด้านหน้านาน 5 นาที อบด้านหลังนาน 5 นาที ที่อุณหภูมิ 80°C และย่างที่ 114°C นาน 35 นาที จะได้ตัวอย่างที่มีเนื้อสัมผัสดีที่สุดสามารถลดความแข็งกระด้างของเนื้อสัมผัสที่เกิดขึ้นในกรรมวิธีการผลิตแบบดั้งเดิมได้ ดังนั้นจึงเลือกกรรมวิธีการผลิตนี้ เพราะจะได้ตัวอย่างที่มีเนื้อสัมผัสดีที่ขึ้น จึงถือว่ากรรมวิธีนี้ให้ผลดีกว่ากรรมวิธีการผลิตในตอนต้น ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีนี้ในการพัฒนาหาสูตรที่เหมาะสมต่อไป

จากนั้นทำการทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ ได้ผลดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย	
	สูตรที่1	สูตรที่2
สี^{ns}	6.25±1.09	6.54±1.38
กลิ่นรสปลาหมึก^{ns}	6.50±1.12	6.33±1.24
ความกรอบ	6.25^{b}±1.30	6.88^{a}±1.23
รสหวาน^{ns}	5.92±1.11	5.96±1.08
รสเค็ม	5.75^{b}±1.01	6.33^{a}±1.17
ความชอบโดยรวม	6.50^{b}±0.65	7.04^{a}±1.02

หมายเหตุ $^{a-b}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการเปรียบเทียบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของสูตรที่ 1 และ 2 (ตารางที่ 20) พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบค่าสีในสูตรที่ผ่านการนึ่งมากกว่าสูตรที่ไม่ผ่านการนึ่ง ซึ่งการเปรียบเทียบสีของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในแต่ละสูตรร่วมกับผลการวัดค่าสี L* จะพบว่า ตัวอย่างที่เพิ่มขั้นตอนการนึ่งด้วยจะให้สีของผลิตภัณฑ์ที่คล้ำกว่ากรรมวิธีการผลิตแบบเดิม เนื่องจากการนึ่งเป็นการทำให้แบทเทอร์ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหูมิสูงเมื่อน้ำในอาหารระเหยกลายเป็นไอ สามารถลดน้ำในอาหารลงได้ค่อนข้างมาก จึงก่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีจากการเกิดสีน้ำตาลตามมา แต่ถึงแม้ว่าสูตรที่ 2 ซึ่งผ่านการนึ่งจะมีค่าความสว่าง (L*) น้อยกว่าสูตรที่ไม่ผ่านการนึ่งเล็กน้อย แต่ค่าสีที่ลดลงอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคชอบและยอมรับ ($P>0.05$) จึงทำให้สูตรดังกล่าวได้รับคะแนนความชอบด้านค่าสีสูงกว่าสูตรที่ 1 ด้านกลิ่นรสปลาหมึก พบว่า สูตรที่ 2 ซึ่งผ่านการนึ่งมีกลิ่นรสปลาหมึกน้อยกว่าสูตรที่ 1 ซึ่งไม่ผ่านการนึ่ง ($P>0.05$) ด้านความกรอบ พบว่า สูตรที่ผ่านการนึ่ง ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านความกรอบมากกว่าสูตรที่ผ่านการนึ่ง ($P\leq0.05$) ส่วนด้านรสหวานผู้บริโภคให้คะแนนความชอบทั้ง 2 สูตรไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ด้านรสเค็ม ผู้บริโภคชอบสูตรที่ 2 มากกว่าสูตรที่ 1 ($P\leq0.05$) สำหรับด้านความชอบโดยรวม พบว่า สูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด ($P\leq0.05$)

การทดสอบความพอดีของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตพื้นฐาน เพื่อไว้สำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป ได้ผลดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 การทดสอบความพอดีของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	สูตรที่	น้อยเกินไป (ร้อยละ)	พอดี (ร้อยละ)	มากเกินไป (ร้อยละ)
สี	1	16	66	18
	2	6	78	16
กลิ่นรสปลาหมึก	1	30	62	8
	2	22	74	4
ความกรอบ	1	14	76	10
	2	12	82	6
รสหวาน	1	8	74	18
	2	10	82	8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 (ต่อ)

คุณลักษณะ	สูตรที่	น้อยเกินไป (ร้อยละ)	พอดี (ร้อยละ)	มากเกินไป (ร้อยละ)
รสเค็ม	1	24	64	12
	2	6	88	6

จากการปรับกรรมวิธีการผลิต (ตารางที่ 21) โดยศึกษาผลของการนึ่ง เมื่อทดสอบความพอดี พบว่าสูตรที่ 2 สูตรได้รับคะแนนความพอดีมากกว่าร้อยละ 70 จึงไม่ต้องปรับสูตร (เพ็ญขวัญ, 2556) ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 2 และเมื่อได้กระบวนการผลิตที่เหมาะสมแล้วจึงทำการศึกษาผลของการแทนที่ซูริมิด้วยหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส (squid paste) เพื่อปรับปรุงกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ให้มีกลิ่นรสปลาหมึกมากยิ่งขึ้น และศึกษาผลของปริมาณน้ำแข็งเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ให้เทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบแสดงดังข้อ 3.4

3.4 ผลของการแทนที่ซูริมิด้วยหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส (squid paste) และปริมาณน้ำแข็งต่อคุณลักษณะทางคุณภาพต่างๆของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน

3.4.1 การแทนที่ซูริมิหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส (squid paste) ต่อคุณลักษณะทางคุณภาพต่างๆของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน

จากผลของการแทนที่ซูริมิด้วยหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD แปรปริมาณหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ 4 ระดับ คือ ปริมาณร้อยละ 0 10 20 และ 30 คือ สูตรที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ดังตารางที่ 22

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

ค่าทางกายภาพ		สูตรที่1	สูตรที่2	สูตรที่3	สูตรที่4
a_w		0.36^{b}±0.05	0.40^{a}±0.04	0.40^{a}±0.002	0.40^{a}±0.04
ค่าสี	L*	51.80^{a}±1.02	46.18^{b}±1.31	34.24^{c}±1.45	29.53^{d}±0.16
	a*	8.51^{c}±0.07	11.60^{a}±1.54	10.86^{ab}±0.40	9.30^{bc}±0.18
	b*	24.41^{a}±1.94	22.21^{a}±2.44	13.45^{b}±1.60	9.90^{c}±2.09
ความหนา (mm) ^{ns}		1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.02±0.05
เนื้อสัมผัส	การแตกหัก (N)	5.14^{b}±0.95	5.43^{b}±1.06	6.76^{a}±0.87	4.62^{b}±1.14
	ความแข็ง (N)	6.06^{bc}±1.02	6.67^{b}±0.85	7.59^{a}±0.95	5.40^{c}±0.42

หมายเหตุ $^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากผลการวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ (ตารางที่ 22) พบว่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสไม่ส่งผลต่อ a_w แต่ส่งผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ โดยทำให้ค่าความสว่าง (L*) ลดลงตามระดับการเพิ่มขึ้นของหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส ส่วนความหนาทุกสูตรนั้นมีความหนาเท่ากัน ($p>0.05$) สำหรับด้านการแตกหักและความแข็ง พบว่า การเติมหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสทำให้ผลิตภัณฑ์มีการแตกหักและความแข็งมากขึ้น แต่ความเปราะและความแข็งจะลดลงเมื่อเติมหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสในระดับร้อยละ 30 ทั้งนี้การเติมหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส ทำให้ตัวอย่างมีสีเข้มขึ้นมากกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (L* เท่ากับ 50.83±1.63) เนื่องมาจากหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบหลังจึงส่งผลต่อการเกิดปฏิริยาเมลลาร์ด ตัวอย่างที่ 3 นั้นมีการแตกหัก (N) สูงสุดเท่ากับ 6.76±0.87 ซึ่งเทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (6.42±0.71) โดยจะเห็นว่า ปริมาณหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่เติมส่งผลต่อ การแตกหัก ที่เกิดขึ้น ทั้งนี้หากเติมในปริมาณร้อยละ 20 จะให้ค่าการแตกหักสูงสุด และหากเติมในระดับที่สูงมากขึ้น ส่งผลให้ค่าการแตกหักที่ได้ลดลง เนื่องจากเนื้อปลาหมึกมีปริมาณโปรตีนที่ค่อนข้างสูงหากเติมในปริมาณมากจะส่งผลต่อความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เหนียวและแข็งของผลิตภัณฑ์ได้ เนื่องจากการที่ปริมาณโปรตีนไมโอฟลิบริลลาร์ที่สกัดได้จาก squid paste ในปริมาณร้อยละ 30 ไม่สมดุลกับปริมาณเม็ดไขมันที่กระจายตัว ดังนั้นทำให้สภาพการเกิดอิมัลชันไม่ดีเท่าที่ควร (เยาวลักษณ์, 2536) หรืออีกสาเหตุหนึ่งการที่เติม squid paste ปริมาณมากขึ้นถึงร้อยละ 30 อิมัลชันไม่เกิดเนื่องจากในขั้นตอนการสับผสมจะมีการควบคุมเวลาการสับผสมโดยเฉพาะการสับผสมในขั้นตอนการเติมเกลือเพื่อสกัดโปรตีนจากซูริมิ และหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสซึ่งเมื่อเติมหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสมากขึ้น (ปริมาณร้อยละ 0-20) ปริมาณโปรตีนไมโอซินที่สกัดได้จะมากขึ้นทำให้เนื้อสัมผัสเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน เนื่องจากหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสซึ่งเป็นของกึ่งแห้งถูกบดจนมีเนื้อสัมผัสเนียนละเอียดดี แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเติมหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสในระดับร้อยละ 30 ทำให้เวลาการสับผสมในการที่จะทำให้หัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสถูกบดจนมีเนื้อเนียนละเอียดไม่เพียงพอ เนื่องจากระดับของหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ถูกเติมเพิ่มเข้ามาแต่เวลาการสับผสมยังคงเดิมอยู่ ดังนั้นทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงไม่เรียบเนียน หัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสนั้นยังคงมีการสับผสมที่ไม่ละเอียดพอ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบที่ได้มีเนื้อสัมผัสเหนียว ดังนั้นจึงควรเติมหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสในระดับที่เหมาะสมเพื่อก่อให้เกิดค่าการแตกหักสูงสุด มีเนื้อสัมผัสที่เรียบเนียน และมีสีที่เหมาะสมในระดับที่ผู้บริโภคยอมรับได้ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 23) พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมสูตรที่ 3 สูงที่สุด ($P \leq 0.05$) ซึ่งใช้ปริมาณหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ร้อยละ 20 ทั้งนี้จะเห็นได้จากคะแนนความชอบและความพอดีสูงกว่าสูตรอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีค่าสีที่พอดี ดังนั้นระดับของหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ควรเติม คือ ร้อยละ 20 (ภาพที่ 13)

ตารางที่ 23 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย			
	สูตรที่1	สูตรที่2	สูตรที่3	สูตรที่4
สี	6.67^{a}±1.24	6.25^{ab}±1.57	6.08^{ab}±1.50	5.63^{b}±1.53
กลิ่นรสปลาหมึก^{ns}	6.71±1.88	6.79±1.61	7.13±1.39	7.21±1.38
ความกรอบ	7.08^{a}±1.50	6.04^{ab}±1.43	6.54^{ab}±1.91	5.96^{b}±1.76
รสหวาน^{ns}	6.04±1.20	5.92±1.25	5.63±1.17	5.67±1.20

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 23 (ต่อ)

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย			
	สูตรที่1	สูตรที่2	สูตรที่3	สูตรที่4
รสเค็ม^{ns}	6.04±1.40	6.08±1.38	6.17±1.49	6.54±1.41
ความชอบโดยรวม	5.92^{b}±1.53	6.46^{ab}±1.50	7.04^{a}±1.40	6.63^{a}±1.56

หมายเหตุ $^{a-b}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการศึกษาระดับการเติมหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส พบว่า การเติมหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส ที่ระดับร้อยละ 20 เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดจึงเลือกสูตรดังกล่าวไปทำการทดสอบความพอดีของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบเพื่อเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาในการปรับสูตรได้ผลดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 การทดสอบความพอดีของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

คุณลักษณะ	สูตรที่	น้อยเกินไป (ร้อยละ)	พอดี (ร้อยละ)	มากเกินไป (ร้อยละ)
สี	1	12	82	6
	2	8	76	16
	3	0	70	30
	4	17	51	32
กลิ่นรสปลาหมึก	1	24	76	20
	2	6	86	8
	3	0	84	16
	4	4	84	12

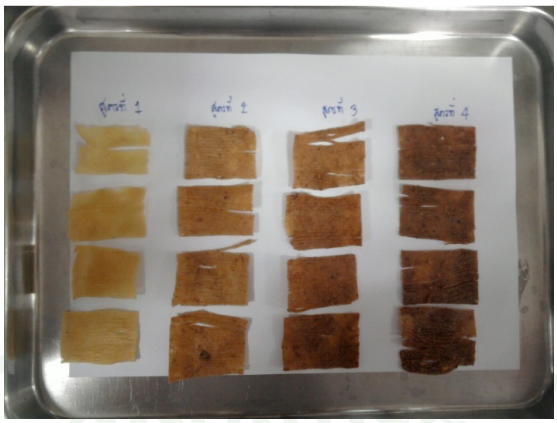
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 24 (ต่อ)

คุณลักษณะ	สูตรที่	น้อยเกินไป (ร้อยละ)	พอดี (ร้อยละ)	มากเกินไป (ร้อยละ)
ความกรอบ	1	20	74	26
	2	34	60	6
	3	8	64	28
	4	42	32	26
รสหวาน	1	18	78	4
	2	24	72	4
	3	22	66	12
	4	16	76	8
รสเค็ม	1	24	70	6
	2	20	64	16
	3	10	86	4
	4	6	58	36

จากการทดสอบความพอดี (ตารางที่ 24) พบว่า สูตรที่ 3 นี้เป็นสูตรที่มีสี กลิ่นรสปลาหมึก และรสชาติที่ค่อนข้างดี โดยได้รับคะแนนความพอดีในระดับที่มากกว่าร้อยละ 70 ในทุกๆด้านจึงไม่ต้องปรับสูตร (เพ็ญขวัญ, 2556) ดังนั้นจึงสามารถนำสูตรนี้ไว้ใช้สำหรับการพัฒนาสูตรต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 13 ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบที่ได้จากการแปรรูปทั้ง 4 สูตร คือ ที่ ร้อยละ 0 (สูตรพื้นฐาน) 10 20 และ 30

3.4.2 ผลของปริมาณน้ำแข็งต่อคุณลักษณะทางคุณภาพต่างๆของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกสูตรพื้นฐาน

เมื่อได้ระดับการแทนที่ซูริมิด้วยหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส (squid paste) ที่เหมาะสมแล้วจึงนำมาศึกษาผลของปริมาณน้ำแข็งต่อคุณลักษณะทางคุณภาพต่างๆ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD แปรปริมาณน้ำแข็งที่ 3 ระดับ คือ ปริมาณร้อยละ 0 10 และ 20 (สูตรที่ 1 2 และ 3) เพื่อปรับเนื้อสัมผัสให้ใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส 3 ตัวอย่าง

ค่าทางกายภาพ		สูตรที่1	สูตรที่2	สูตรที่3
a_w		0.403^{b}±0.001	0.408^{b}±0.002	0.416^{a}±0.002
ค่าสี	L*	31.61^{c}±1.44	35.72^{b}±1.52	43.10^{a}±1.06
	a*	12.27^{a}±0.67	10.84^{b}±0.52	10.07^{b}±0.84
	b*	11.26^{b}±1.44	13.47^{a}±1.82	10.65^{b}±1.27
ความหนา (mm) ^{ns}		1.00±0.02	1.00±0.01	1.00±0.02

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ค่าทางกายภาพ		สูตรที่1	สูตรที่2	สูตรที่3
เนื้อสัมผัส	การแตกหัก (N)	7.88^{a}±1.21	6.81^{b}±1.04	6.25^{c}±1.10
	ความแข็ง (N)	8.36^{a}±1.26	7.72^{b}±1.31	7.38^{c}±1.14

หมายเหตุ $^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการศึกษาผลของปริมาณน้ำแข็ง ดังตารางที่ 25 ด้านคุณภาพทางกายภาพ พบว่า เมื่อปริมาณน้ำแข็งในสูตรเพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบที่ได้มีค่าแรงที่ทำให้เกิดการแตกหักลดน้อยลงทั้งนี้เนื่องจากการเติมน้ำแข็งลงในสูตรทำให้ปริมาณน้ำในสูตรเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้แป้งเปียกและเกิดการพองตัวมากยิ่งขึ้นและช่วยละลายเกลือและส่วนผสมอื่นที่ไม่ใช่แป้ง เช่น น้ำตาล เกลือ และโปรตีนที่ละลายน้ำได้ให้เป็นเนื้อเดียวกัน (จิตธนา และอรอนงค์, 2539) ซึ่งเมื่อผลิตภัณฑ์สุกจึงเกิดเนื้อสัมผัสที่อ่อนนิ่มลง ซึ่งจากทั้งหมด 3 สูตรนั้นสูตรที่ 3 มีค่าการแตกหัก และความแข็ง เทียบเคียงกับตัวอย่างควบคุมมากที่สุด ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้และผลิตภัณฑ์ต้นแบบนั้นมีค่าการแตกหัก เท่ากับ 6.25 และ 6.42 N ตามลำดับ ความแข็งเท่ากับ 7.38 และ 7.18 N ตามลำดับ การเติมน้ำแข็งเพิ่มมากขึ้นทำให้ค่าความสว่าง (L*) เพิ่มมากขึ้น ความเป็นสีแดง (a*) มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากน้ำแข็งช่วยเจือจางส่วนผสมภายในสูตรซึ่งน้ำเป็นสารละลายที่มีความบริสุทธิ์สูง ทั้งนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ เชาวณีย์ (2543) ซึ่งพบว่า การเติมน้ำแข็งในสูตรทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสว่างเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน สำหรับด้านประสาทสัมผัส (ตารางที่ 26) พบว่า การเติมน้ำแข็งในระดับที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่แข็งน้อยลงและมีความกรอบมากขึ้นซึ่งผู้บริโภคสามารถรับรู้ได้ โดยจะเห็นว่าผู้บริโภคจะให้คะแนนด้านความกรอบเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า การเติมน้ำแข็งในระดับที่มากขึ้นทำให้ผู้บริโภคชอบในคุณลักษณะสี รสหวาน และรสเค็มของผลิตภัณฑ์มากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของคะแนนทางด้านประสาทสัมผัส โดยสูตรที่เติมน้ำแข็งร้อยละ 20 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวที่ผ่านการพัฒนามีคุณภาพทางกายภาพเทียบเคียงกับตัวอย่างควบคุม ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 3 ในการพัฒนาต่อไปซึ่งการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสในขั้นต่อไปจะเป็นการพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัมผัส และรสชาติปลาหมึกของผลิตภัณฑ์โดยการจุ่มเคลือบน้ำจิ้มปลาหมึก เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสที่หอมน่ารับประทาน และมีคุณลักษณะเทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบแสดงดังการทดลองข้อ 3.5

ตารางที่ 26 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย		
	สูตรที่1	สูตรที่2	สูตรที่3
สี	5.56^{b}±0.58	6.36^{a}±0.53	6.67^{a}±0.55
กลิ่นรสปลาหมึก	6.82^{a}±1.04	6.54^{b}±0.84	6.74^{ab}±0.94
ความกรอบ	5.56^{b}±0.81	6.42^{a}±0.93	6.52^{a}±0.79
รสหวาน^{ns}	6.14±0.83	6.06±0.91	6.38±1.02
รสเค็ม^{ns}	6.10±0.86	6.32±0.77	6.34±0.65
ความชอบโดยรวม^{ns}	6.14±1.13	6.28±0.83	6.48±0.61

หมายเหตุ $^{a-b}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

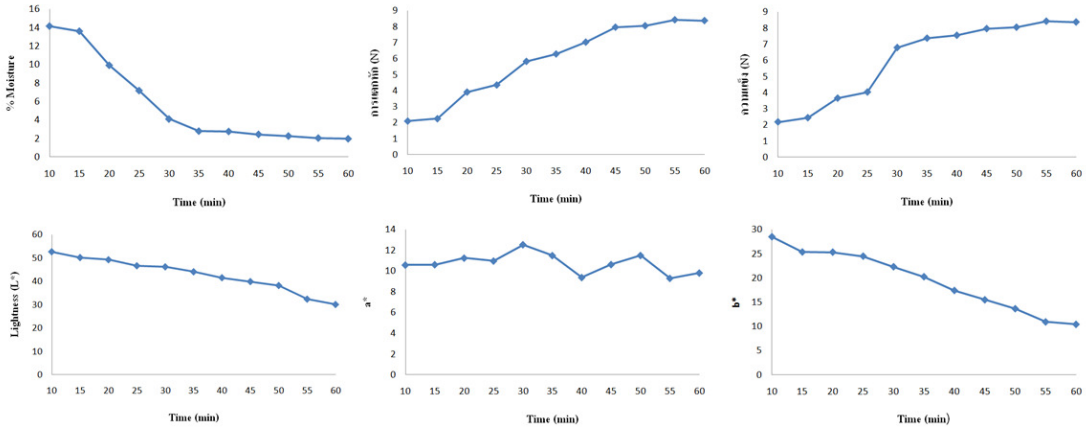
^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3.5 การพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส และรสชาติปลาหมึกของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส โดยมีผลิตภัณฑ์ต้นแบบเป็นตัวอย่างควบคุม

ในขั้นตอนนี้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนากรรมวิธีการผลิตเพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยศึกษาเวลาการย่าง (114^{o}C) ที่เหมาะสม แปรระยะเวลาในการย่างจาก 10-60 นาที เก็บตัวอย่างทุกๆ 5 นาที (11 สิ่งทดลอง) นำตัวอย่างที่ผลิตได้มาวิเคราะห์ความชื้น การแตกหัก ความแข็ง และค่าสีในระบบ CIE L*a*b* พบว่า เมื่อย่างผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 114^{o}C นานขึ้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ดังนี้ ทำให้ปริมาณความชื้นที่ได้ลดลง เนื่องจากกระบวนการย่างเป็นการให้ความร้อนโดยไล่ความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์ทำให้อาหารแห้ง ดังนั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

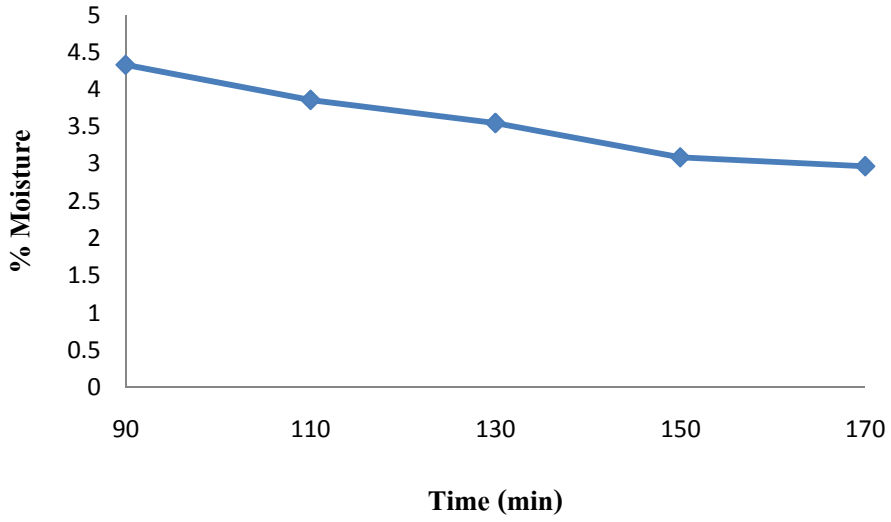
เมื่อเวลาการย่างนานขึ้นผลิตภัณฑ์จะมีความชื้นลดลงซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Dinani *et al.* (2014) โดยความชื้นจะลดลงอย่างคงที่ตั้งแต่นาทีที่ 35 ซึ่งมีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 2.79 จากด้านการแตกหักและความแข็ง พบว่า เมื่อย่างผลิตภัณฑ์นานขึ้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีการแตกหักและความแข็งเพิ่มมากขึ้น แสดงดังภาพที่ 14 และ 15 ตามลำดับ โดยการแตกหักจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่ที่นาทีที่ 45 ซึ่งผลิตภัณฑ์จะเริ่มมีค่าการแตกหักเท่ากับค่าความแข็งที่นาทีที่ 50 ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์สูญเสียความชื้นจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสเป็นลักษณะแห้งและแข็งมากซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Mazumder (2007) นอกจากนี้การย่างที่นานขึ้นนอกจากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่แห้งแข็งแล้ว ยังทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้นมาก โดยสัมพันธ์กับค่าสีที่คล้ำลงอย่างต่อเนื่องซึ่งเกิดขึ้นเมื่อผลิตภัณฑ์ย่างนานขึ้นจะได้จากผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L*) ลดลงค่อนข้างเร็วที่นาทีที่ 25-50 ขณะที่ a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และ b* ที่ลดลงค่อนข้างเร็วที่นาทีที่ 25-55 โดยนาทีที่ 60 ผลิตภัณฑ์จะมีค่า b* คงที่ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นจะมีสีไหม้เกรียม ทั้งนี้เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ซึ่งเกิดการรวมตัวกันของหมู่อะมิโนกับสารประกอบรีดิวซิงเมื่ออาหารได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงซึ่งแปรผันตามระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้จนพัฒนาเป็นสารประกอบเชิงซ้อนมีสีเหลืองจนถึงสีน้ำตาลแดง (นิธิยา, 2553) ทำให้อาหารมีสีคล้ำขึ้นจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ดังนั้นการย่างด้วยช่วงเวลาการย่างที่เหมาะสม (35 นาที) ซึ่งผลิตภัณฑ์ภัณฑ์มีค่าการแตกหัก (6.28 N) และความแข็ง (7.36N) ใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม คือ นาทีที่ 35 แสดงดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น การแตกหัก ความแข็ง และค่าสี L*a*b* ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบที่ระยะเวลาในการย่างจาก 10-60 นาที ที่อุณหภูมิ 114°C

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อได้เวลาการย่างที่เหมาะสม (35 นาที) จึงทำการปรับปรุงรสชาติปลาหมึกของผลิตภัณฑ์โดยจุ่มเคลือบน้ำจิ้มเป็นระยะเวลา 3 วินาที จากนั้นตรวจติดตามความชื้นที่ลดลงหลังจากอบแห้งแบบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80°C เพื่อไล่ความชื้น เมื่อนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าความชื้นจาก 90-170 นาที ทุกๆ 20 นาที โดยจะหยุดการอบแห้งเมื่อตัวอย่างมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 3 โดยพบว่าการจุ่มน้ำจิ้มที่เวลานาน 3 วินาที อบลมร้อนนาน 170 นาที นั้นได้ตัวอย่างที่มีความชื้นต่ำสุดคือ 2.98 (ภาพที่ 15) ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตที่ดีที่สุด โดยผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 3 ตามความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังคงมีสีและเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างกรอบ ใกล้เคียงตัวอย่างควบคุม ดังนั้นจึงสรุปกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม คือ การสร้างแบทเทอร์การขึ้นรูป การนึ่งนาน 1 นาที ต่อด้วยการย่างที่อุณหภูมิ 114°C นาน 35 นาที การอบลมร้อน 10 นาที แล้วจึงจุ่มเคลือบน้ำจิ้มนาน 3 วินาที แล้วจึงอบที่อุณหภูมิ 80°C นาน 170 นาทีซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงผลิตภัณฑ์ต้นแบบมากที่สุด



ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบที่ระยะเวลาในการย่างจาก 10-60 นาที ที่อุณหภูมิ 114°C

จากนั้นจึงทำการทดสอบคุณลักษณะทางคุณภาพด้วยวิธีเดียวกับข้อ 2.1.1 และ 2.1.3-2.1.4 และทำการเปรียบเทียบค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายกับตัวอย่างควบคุม พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนามีความหนาเท่ากับตัวอย่างควบคุม และมีค่า a_w ค่าสี การแตกหัก และความแข็งใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม ในขณะที่คุณภาพทางเคมี ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนามีความชื้น โปรตีน และไขมัน น้อยกว่าตัวอย่างควบคุม แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนามีโปรตีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มากถึงร้อยละ 35.50 ซึ่งถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนสูง เนื่องจากประกาศกระทรวงสาธารณสุข (2541) กล่าวไว้ว่า สารอาหารโปรตีนจะอยู่ในปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 20 ของ Thai RDI (สารอาหารโปรตีนที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป คือ 50 กรัม) ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาจึงจัดอยู่ในกลุ่มของผลิตภัณฑ์โปรตีนสูง สำหรับปริมาณเถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตนั้นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนา (ภาพที่ 16) มีปริมาณดังกล่าวมากกว่าตัวอย่างควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 27

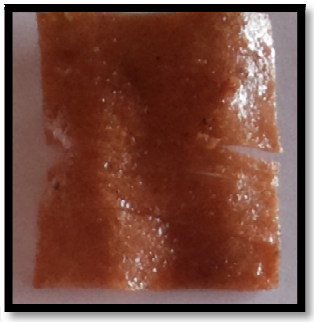
ตารางที่ 27 ค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาและผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

คุณภาพ	ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนา	ตัวอย่างควบคุม
คุณภาพทางกายภาพ		
a_w	0.430^{a}±0.001	0.423^{b}±0.03
L*	41.65^{b}±0.37	50.47^{a}±2.16
a*	10.67^{b}±0.68	14.02^{a}±1.38
b*	18.97^{b}±0.59	30.94^{a}±1.15
ความหนา^{ns} (mm)	1.00±0.28	1.00±0.02
การแตกหัก^{ns} (N)	6.52±0.88	6.42±0.95
ความแข็ง^{ns} (N)	7.31±1.06	7.16±1.24
คุณภาพทางเคมี		
ความชื้น (ร้อยละ)	2.97^{b}±0.04	3.67^{a}±0.10
โปรตีน (ร้อยละ)	35.50^{b}±0.07	62.20^{a}±0.40
ไขมัน (ร้อยละ)	2.06^{b}±0.16	2.41^{a}±0.64
เถ้า (ร้อยละ)	9.64^{a}±0.95	8.46^{b}±0.27
เส้นใย (ร้อยละ)	4.83^{a}±0.73	1.20^{b}±0.08
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	45.00^{a}±0.81	22.06^{b}±0.52

หมายเหตุ $^{a-b}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 16 ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่พัฒนา

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาโดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (ตารางที่ 28) พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบในตัวอย่างควบคุมด้านสี กลิ่นรสปลาหมึก และความกรอบมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาผู้บริโภคมีความชอบในคุณลักษณะด้านรสหวานและรสเค็มมากกว่าตัวอย่างควบคุมแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) เช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากตัวอย่างที่ผ่านการพัฒนามีสี กลิ่นรส ความกรอบ และรสชาติใกล้เคียงผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ซึ่งทำให้ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนา

ตารางที่ 28 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย	
	ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนา	ตัวอย่างควบคุม
สี^{ns}	6.50±0.78	6.72±0.81
กลิ่นรสปลาหมึก^{ns}	6.42±0.83	6.46±0.82
ความกรอบ^{ns}	6.76±0.76	6.82±0.97
รสหวาน^{ns}	6.48±0.92	6.27±0.74
รสเค็ม^{ns}	6.30±1.03	6.14±0.63
ความชอบโดยรวม^{ns}	7.04±0.65	7.18±0.88

หมายเหตุ ^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่บริโภคผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ผ่านการพัฒนา

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย (ตารางที่ 29) คือ วัยรุ่นตอนต้นอายุ 12-18 ปี กับผู้ทดสอบจำนวน 150 คน ทำการตอบแบบสอบถาม (ภาคผนวก จ) ร่วมกับการทดสอบผลิตภัณฑ์ ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 61) มีอายุระหว่าง 13 – 15 ปี (ร้อยละ 82) เป็นส่วนใหญ่ ส่วนลักษณะความเป็นอยู่จะอาศัยอยู่กับครอบครัว (ร้อยละ 98) และมีรายได้ต่อเดือนของครอบครัวสูงกว่า 20,001 บาท (ร้อยละ 98) โดยส่วนใหญ่จำนวนสมาชิกที่อาศัยอยู่ร่วมกัน คือ 4-5 คน (ร้อยละ 78)

ตารางที่ 29 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามในการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 150 คน ด้วยวิธีการประเมินในศูนย์ประเมินกลางชุมชน (Central Location Test-CLT)

ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์		จำนวน	ร้อยละ
เพศ			
	ชาย	59	39
	หญิง	91	61
อายุ			
	12 ปี	0	0
	13 -15 ปี	123	82
	16 -18 ปี	27	18
ระดับการศึกษา			
	ต่ำกว่า ม.1	0	0
	ม.1-ม.3	123	82
	ม.4-ม.6	27	18
	อื่นๆ	0	0
ลักษณะความเป็นอยู่			
	อาศัยอยู่คนเดียว	0	0
	อาศัยอยู่กับเพื่อน/ญาติ	3	2
	อาศัยอยู่กับครอบครัว	147	98

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 29 (ต่อ)

ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์	จำนวน	ร้อยละ
อื่นๆ	0	0
รายได้ต่อเดือน		
น้อยกว่า 5,000 บาท	0	0
5,001-10,000 บาท	0	0
10,001-15,000 บาท	0	0
15,001-20,000 บาท	3	2
มากกว่า 20,001 บาท	147	98
อื่นๆ	0	0
จำนวนสมาชิกที่อาศัยอยู่ร่วมกัน		
อาศัยอยู่คนเดียว	0	0
2-3 คน	33	22
4-5 คน	67	78
5-6 คน	0	0
มากกว่า 6 คน	0	0
อื่นๆ	0	0

ข้อมูลเกี่ยวกับความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ผ่านการพัฒนา (ตารางที่ 30) พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสดังนี้ สีได้คะแนนในระดับชอบเล็กน้อย (6.75±0.77) ส่วนกลิ่นรสปลาหมึก (7.16±0.97) ความกรอบ (7.61±0.94) รสหวาน (7.10±0.92) รสเค็ม (7.02±0.95) และความชอบโดยรวม (7.44±0.80) อยู่ในระดับชอบปานกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 30 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ผ่านการพัฒนา

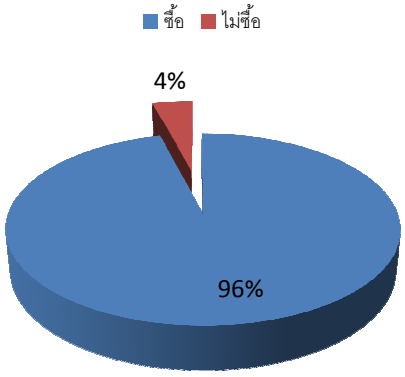
คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย
สี	6.75±0.77
กลิ่นรสปลาหมึก	7.16±0.97
ความกรอบ	7.61±0.94
รสหวาน	7.10±0.92
รสเค็ม	7.02±0.95
ความชอบโดยรวม	7.44±0.80

ผู้บริโภคทั้งหมดยอมรับในผลิตภัณฑ์ที่ถูกพัฒนาขึ้น (ตารางที่ 31) และสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุในถุงลามิเนต (SPEC: OPP20/PE15/MPET12/PE15/CPP20) ปริมาณ 36 กรัม จำหน่ายราคาซองละ 25 บาทซึ่งถูกกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (ผลิตภัณฑ์ต้นแบบซึ่งผลิตจากปลาหมึกแท้ ปริมาณ 36 กรัม จำหน่ายราคา 45 บาท) คิดเป็นร้อยละ 96 ดังภาพที่ 17 ทั้งนี้ยังมีผู้บริโภคบางคนไม่สนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนา เนื่องจากเป็นผู้บริโภคที่ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากปลาหมึกแท้ ไม่ชอบผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเนื้อปลา และอยากให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนามีขนาดบรรจุที่เล็กลง จำหน่ายในราคาซองละไม่เกิน 10 บาท เป็นต้น

ตารางที่ 31 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ผ่านการพัฒนา

ข้อมูลด้านพฤติกรรมและความรู้สึก		จำนวน	ร้อยละ
ยอมรับในผลิตภัณฑ์			
	ยอมรับ	100	100
	ไม่ยอมรับ	0	0
สนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ จำหน่ายราคา			
ซองละ 25 บาท ปริมาณ 36 กรัม ซึ่ง	สนใจ	144	96
บรรจุในถุงลามิเนตแบบ	ไม่สนใจ	6	4
OPP20/PE15/MPET12/PE15/CPP20)			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 แนวโน้มในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

5. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ผ่านการพัฒนา

จากการศึกษาและทำนายอายุการเก็บรักษาโดยวิธีเร่งสภาวะ (ASLT) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส ซึ่งบรรจุในถุงลามิเนต (SPEC: OPP20/PE15/MPET12/PE15/CPP20) ขนาด 170×230 mm เก็บรักษาที่ 3 สภาวะ คือ อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C ทำการทดสอบค่าคุณภาพด้านกายภาพ ได้แก่ a_w ค่าสีในระบบ CIE L* a* b* ความหนา การแตกหัก (Fracturability) และความแข็ง (Hardness) ค่าคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้นและปริมาณกรดไธโอบาบิทูริค (TBA) ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส (สี กลิ่นรสปลาหมึก ความกรอบ รสหวาน รสเค็ม และความชอบโดยรวม) และคุณภาพทางจุลินทรีย์ (จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด กับ ยีสต์และรา) สุ่มตรวจตัวอย่างทุกๆ 2 สัปดาห์ โดยคัดเลือกคุณลักษณะที่เป็นจุดวิกฤตในการทำนายอายุการเก็บรักษา คือ ความหืน ความกรอบ และความชอบโดยรวม

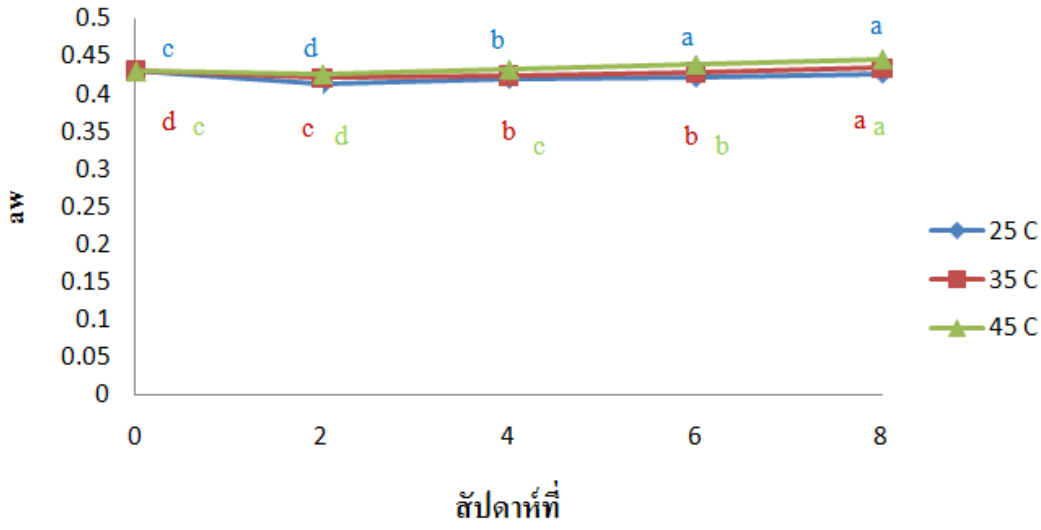
5.1 คุณภาพทางกายภาพ

5.1.1 ค่า a_w

จากการวัดค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ ดังแสดงในภาพที่ 18 พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C มีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้อยู่ในช่วง 0.412-0.426 ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C มีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้อยู่ในช่วง 0.421-0.434 ขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45°C มีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้อยู่ในช่วง 0.426-0.446 ซึ่งทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสเกิดการเปลี่ยนแปลงจากลักษณะกรอบเปราะเป็นลักษณะที่เหนียวและแข็งขึ้น ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ เนื่องมาจากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุผลิตภัณฑ์อยู่นั้นมีปริมาณมากกว่าข้างในบรรจุภัณฑ์ ดังนั้นผลิตภัณฑ์จะมีการปรับสมดุลความชื้นสัมพัทธ์ให้เท่ากับอากาศภายนอก ดังนั้นเมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้นผลิตภัณฑ์จะมีการดูดซับความชื้นจากอากาศได้มากขึ้น (Kulchan *et al.*, 2010) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Rao *et al.* (2013) และ Banach and Lamsal (2014) แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสถูกบรรจุในถุงลามิเนตจึงสามารถป้องกันการซึมผ่านของอากาศได้ดีในระดับหนึ่ง ดังนั้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C มีการเปลี่ยนแปลงของ ค่าวอเตอร์แอคทิค่อนข้างน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 และ 45°C ตามลำดับ



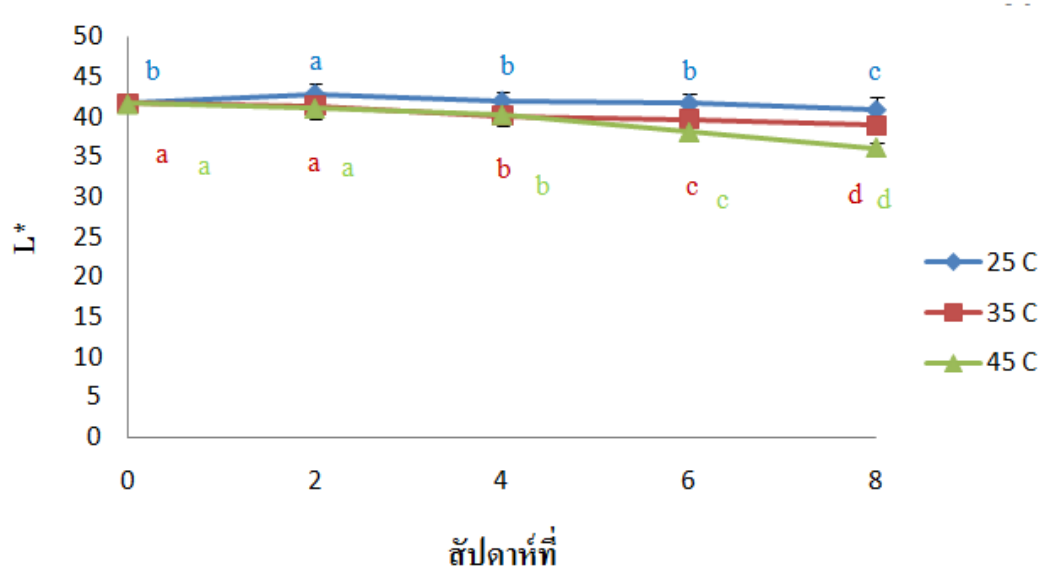
ภาพที่ 18 ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

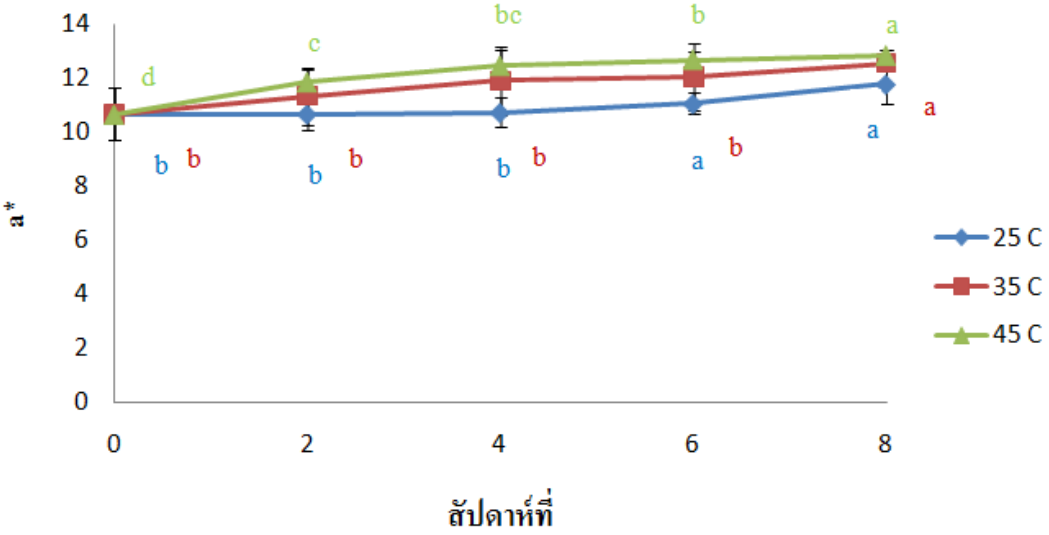
5.1.2 ค่าสีในระบบ CIE L* a* b*

การวัดค่าสีในระบบ CIE L* a* b* พบว่า เมื่อผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาเก็บไว้นานขึ้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีจากสีน้ำตาลอ่อนอมเหลืองเป็นสีน้ำตาลเข้มแสดงถึงการเกิดสีที่คล้ำลง จากการวัดค่าสีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ สุ่มตรวจตัวอย่างทุกๆ 2 สัปดาห์ ซึ่งการวัดค่าความสว่าง (L*) แสดงในภาพที่ 19 พบว่า อุณหภูมิการเก็บรักษามีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L*) ลดลง ค่าความเป็นสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 25°C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C ผลิตภัณฑ์มีค่า L* อยู่ในช่วง 40.88-42.89 ค่า a* อยู่ในช่วง 10.68-11.78 และค่า b* อยู่ในช่วง 17.31-17.78 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C ผลิตภัณฑ์มีค่า L* อยู่ในช่วง 38.92-41.39 ค่า a* อยู่ในช่วง 11.34-12.56 และค่า b* อยู่ในช่วง 14.06-16.38 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45°C ผลิตภัณฑ์มีค่า L* อยู่ในช่วง 36.10-41.10 ค่า a* อยู่ในช่วง 11.85-12.83 และค่า b* อยู่ในช่วง 13.67-15.11 ดังแสดงในภาพที่ 19-21 ตามลำดับ ทั้งนี้สีของผลิตภัณฑ์ที่คล้ำลงเนื่องมาจาก Maillard reaction ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่าง reducing sugar กับ amino group ของโปรตีนได้เป็นไกลโคซิลเอมีน และเมื่อปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจะได้สารสีน้ำตาล (อมรรัตน์ และลัดดา, 2545) ซึ่งผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ถูกพัฒนาขึ้นนั้นผ่านการจุ่มน้ำจิ้ม ซึ่งน้ำจิ้มมีน้ำตาลไซรัปเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูง ดังนั้นเมื่อผลิตภัณฑ์เก็บไว้ที่สภาวะเร่งที่มีอุณหภูมิสูงและระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้นสามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีที่คล้ำลงจึงส่งผลต่อค่าความสว่างที่ลดลงได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Saavedra *et al.* (2013) ซึ่งพบว่า เมื่อเก็บขนมขบเคี้ยวไว้เป็นเวลานานขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) และ ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ที่ได้ลดลง ในขณะที่ค่าความเป็นแดง (a*) เพิ่มขึ้น จึงเป็นสิ่งบ่งบอกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้มีสีคล้ำขึ้นอันเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกิดขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

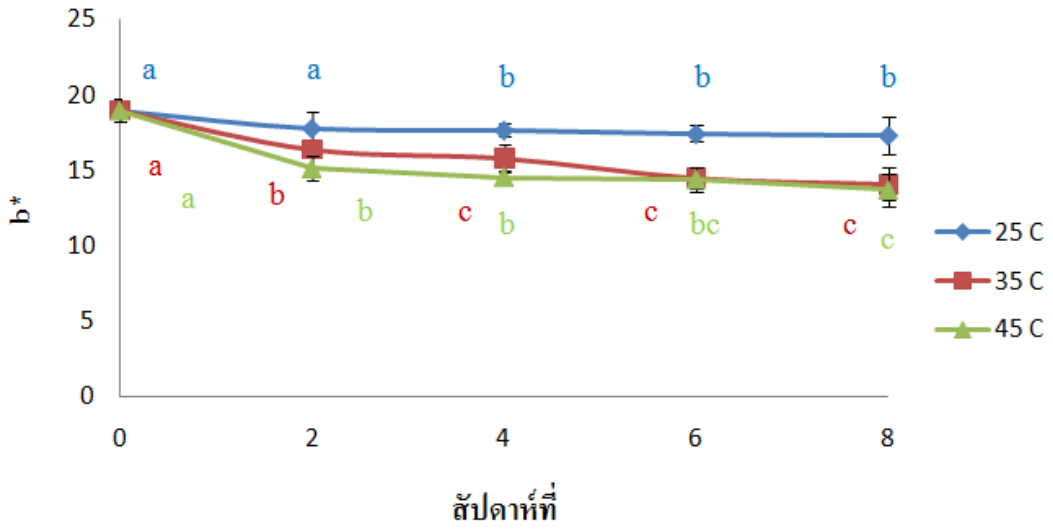


ภาพที่ 19 ค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C



ภาพที่ 20 ค่าความเป็นสีแดง (a*) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



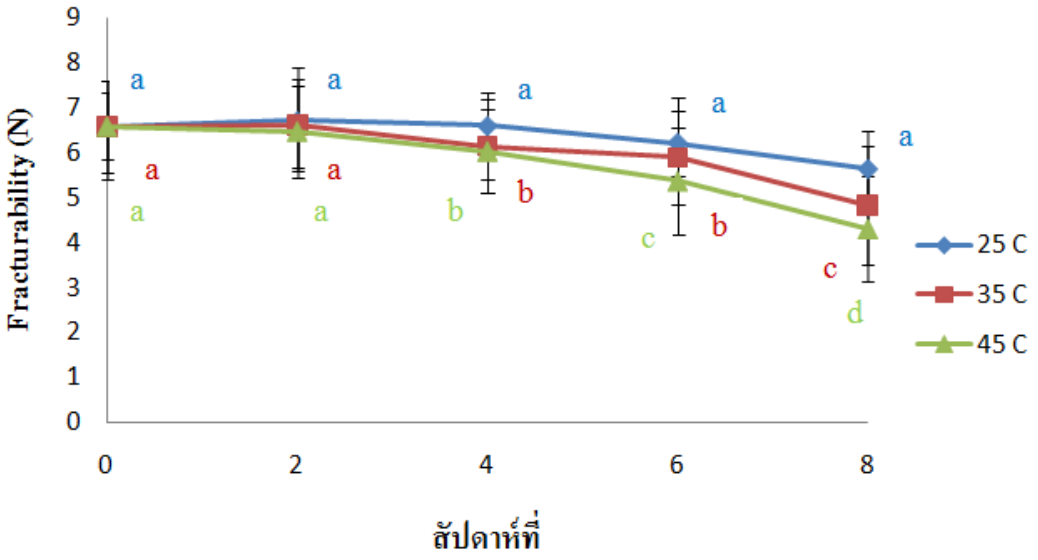
ภาพที่ 21 ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C

5.1.3 ค่าการแตกหัก (Fracturability)

การวัดค่าการแตกหักของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยวัดค่าการแตกหักที่อุณหภูมิ 25°C สภาวะเร่งที่ 35°C และ 45°C ทุกๆ 2 สัปดาห์ พบว่า เมื่อผลิตภัณฑ์เก็บไว้นานขึ้นหรือเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีการแตกหักลดลง และได้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวขึ้น ซึ่งค่าการแตกหักเป็นแรงแรกที่เกิดขึ้นเมื่อผลิตภัณฑ์เกิดการแตกหักซึ่งเกิดขึ้นก่อนแรงของความแข็งซึ่งค่าความแข็งเป็นแรงสูงสุดที่กดผลิตภัณฑ์ (Banach *et al.*, 2014) โดยในการทดลองนี้ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C ผลิตภัณฑ์มีค่าการแตกหักอยู่ในช่วง 5.63-6.71 นิวตัน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C ผลิตภัณฑ์มีค่าการแตกหักอยู่ในช่วง 4.82-6.62 นิวตัน ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45°C ผลิตภัณฑ์มีค่าการแตกหักอยู่ในช่วง 4.31-6.47 นิวตัน โดยทุกสภาวะการเก็บสำหรับสัปดาห์ที่ 0-2 นั้นผลิตภัณฑ์มีค่าการแตกหักไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่เมื่อเกินสัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป สภาวะเร่ง 35°C และ 45°C ผลิตภัณฑ์มีค่าการแตกหักลดลงอย่างเห็นได้ชัด ($p\leq0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 22 ทั้งนี้เนื่องจากในระหว่างกระบวนการเก็บรักษาโดยใช้สภาวะเร่งนั้นความชื้นที่ซึมผ่านเข้ามาจะทำให้เกิดทรานซิชันซึ่งสถานะของอาหารจะเกิดการเปลี่ยนแปลงจากสถานะคล้ายแก้วเป็นสถานะคล้ายยางจึงส่งผลต่อเนื้อสัมผัสที่นิ่มลงซึ่งแปรผันตรงกับการแตกหักที่ลดลงเช่นกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(สวนิต, 2013) ดังนั้นจึงเห็นการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสจากลักษณะแข็งเปราะเป็นลักษณะเหนียว ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Arimi *et al.* (2010) ซึ่งพบว่า เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์บิสกิตเป็นระยะเวลานานส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นและค่า a_w ที่สูงขึ้นซึ่งน้ำจะเป็นตัวกลางที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เปลี่ยนสถานะจาก plasticization material กลายเป็น rubbery ผลิตภัณฑ์จะสูญเสียความกรอบเปราะมีลักษณะเหนียวคล้ายยาง



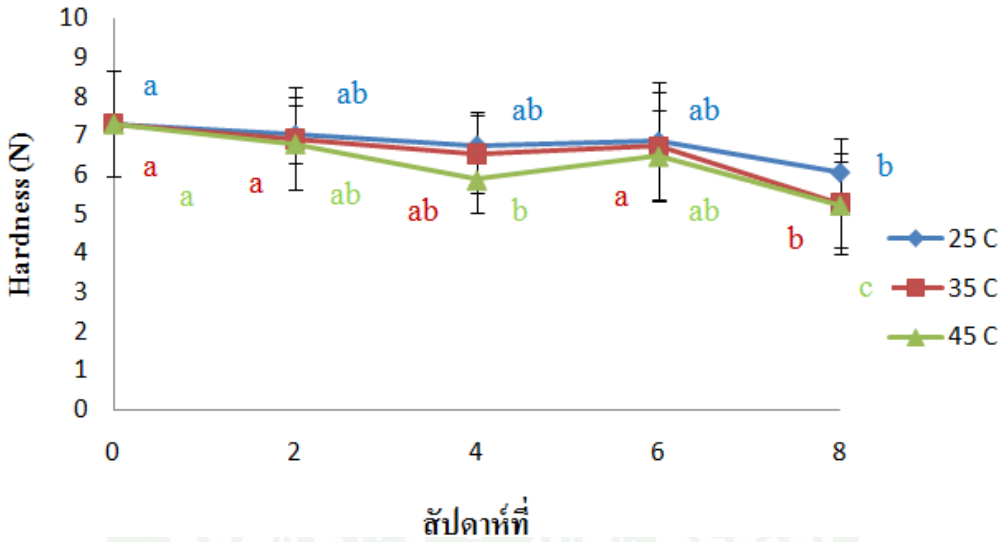
ภาพที่ 22 ค่าการแตกหัก (Fracturability) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C

5.1.4 ค่าความแข็ง (Hardness)

การวัดค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยวัดค่าความแข็งที่อุณหภูมิ 25°C สภาวะเร่งที่ 35°C และ 45°C ทุกๆ 2 สัปดาห์ พบว่า เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้นานขึ้นผลิตภัณฑ์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสจากลักษณะกรอบเปราะเป็นลักษณะเหนียว ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งลดลง ซึ่งการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 25°C มีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 6.07-7.03 นิวตัน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C มีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 5.28-6.92 นิวตัน ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45°C มีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 5.23-6.80 นิวตัน ในทุกสภาวะการเก็บสำหรับสัปดาห์ที่ 0-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2 นั้นผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่เมื่อเกินสัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป ทุกสภาวะการเก็บโดยเฉพาะที่สภาวะเร่ง 35°C และ 45°C นั้นผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งลดลงอย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในภาพที่ 23 ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะจากคล้ายแก้วเป็นสถานะคล้ายยางซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ค่าความแข็งที่ได้ลดลงจากเดิมโดยผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงจากเนื้อสัมผัสเดิมจากแข็งเปราะเป็นเหนียวแข็งแทน



ภาพที่ 23 ค่าความแข็ง (Hardness) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C

5.2 คุณภาพทางเคมี

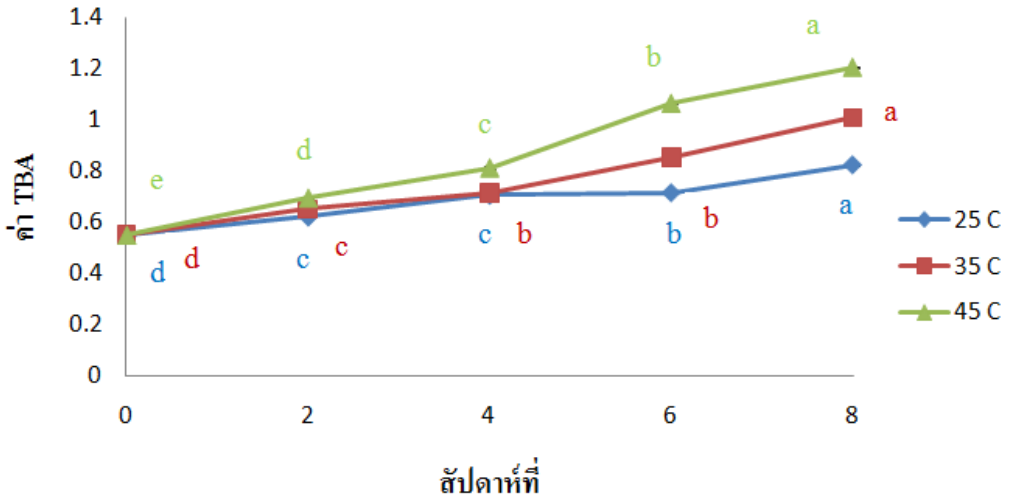
5.2.1 การวัดปริมาณกรดไธโอบาบิทูริค (TBA)

จากผลการทดลอง พบว่า เมื่อผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ผ่านการพัฒนาเก็บไว้นานขึ้นหรือเก็บรักษาที่อุณหภูมิการเก็บสูงขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า TBA สูงขึ้น แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความหืนเพิ่มขึ้น ซึ่งการตรวจสอบค่า TBA ในผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C มีค่าอยู่ในช่วง 0.620-0.824 มิลลิกรัมมาโลดีไฮด์/

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิโลกรัม การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C มีค่าอยู่ในช่วง 0.651-1.009 มิลลิกรัมมาโลดีไฮด์/กิโลกรัม ในขณะที่ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45°C มีค่าอยู่ในช่วง 0.694-1.205 มิลลิกรัมมาโลดีไฮด์/กิโลกรัม โดยจะพบว่า ทุกๆอุณหภูมิค่า TBA มีการเปลี่ยนแปลงโดยมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยที่อุณหภูมิเร่ง 45°C มีการเปลี่ยนแปลงค่า TBA เพิ่มขึ้นเร็วกว่าอุณหภูมิ 35°C และ 25°C ตามลำดับ ซึ่งที่อุณหภูมิเร่ง 45°C ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 ผู้ทดสอบเมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสจะเริ่มรู้สึกว่ามีความแตกต่างทางด้านกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ซึ่งมีค่า TBA=1.06 มิลลิกรัมมาโลดีไฮด์/กิโลกรัม และที่อุณหภูมิเร่ง 35°C ค่า TBA นั้นผู้ทดสอบเมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสจะเริ่มรู้สึกว่ามีความแตกต่างด้านกลิ่นหืนและกลิ่นรสหืนของผลิตภัณฑ์ซึ่งมีค่า TBA=1.01 มิลลิกรัมมาโลดีไฮด์/กิโลกรัม ในสัปดาห์ที่ 8 ดังแสดงในภาพที่ 24 ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ผ่านการพัฒนานั้นมีเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความชื้นและค่า Water Activity ต่ำ จึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ง่าย ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้เกิดการหืนซึ่งเกิดกลิ่นที่ผิดปกติจากปฏิกิริยา Autoxidation ประกอบด้วยกิจกรรมของอนุมูลอิสระและเกิดสาร Hydroperoxide ซึ่งเป็นสารที่ให้กลิ่นที่ผิดปกติของคีโตนและอัลดีไฮด์ต่างๆ ซึ่งอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (คงวุฒิ, 2549) ดังนั้นการเก็บรักษาอุณหภูมิที่สูงขึ้นด้วยระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณกรดไธโอบาบิทูริค (TBA) สูงขึ้น จะเห็นได้จากการเก็บรักษาที่สภาวะเร่ง 45°C มีปริมาณกรดไธโอบาบิทูริค (TBA) สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอื่นที่ศึกษา โดยสอดคล้องกับผลการทดลองของภัทรานีย์ (2544) พบว่า เมื่อผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลายข้าวหอมมะลิ ถั่งลิสง และปลากะตักซึ่งมีไขมันเป็นองค์ประกอบเก็บไว้นานขึ้นกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะเกิดการสัมผัสกับออกซิเจนและเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสได้กลิ่นเหม็นหืนมากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



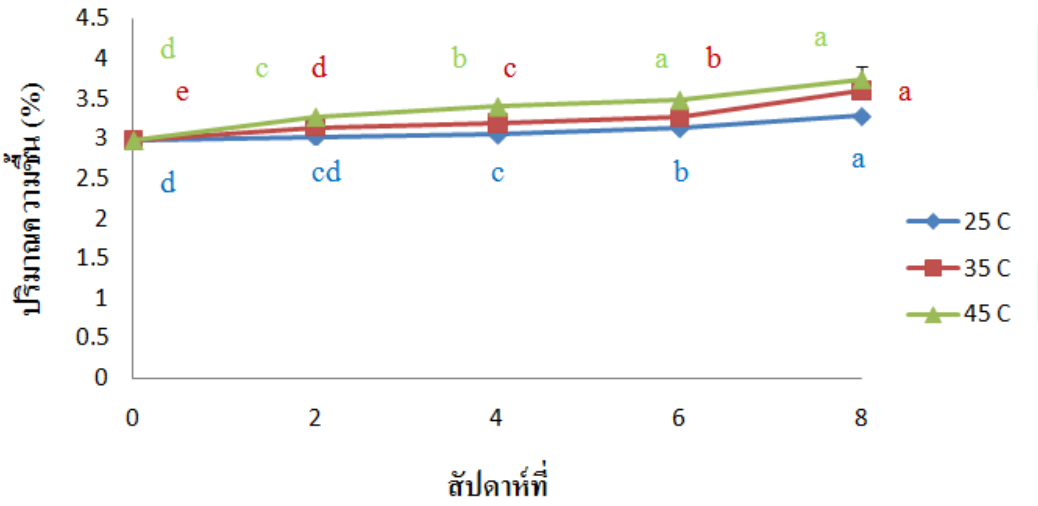
ภาพที่ 24 ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C

5.2.2 การวัดปริมาณความชื้น (% moisture content)

จากการวัดค่าปริมาณความชื้นตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยวัดค่าปริมาณความชื้นทุกๆ 2 สัปดาห์ พบว่า เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสไว้นานขึ้นหรือเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูงขึ้นผลิตภัณฑ์จะมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C มีค่าปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 3.02-3.28 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35°C มีค่าปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 3.14-3.60 ขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45°C มีค่าปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 3.27-3.74 ทั้งนี้ปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัส เนื่องจากเมื่อผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส เก็บเมื่อไว้นานผลิตภัณฑ์จะดูดซับความชื้นจากอากาศ เพราะเกิดความแตกต่างระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมากกว่าความชื้นสัมพัทธ์ของผลิตภัณฑ์ และที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะบรรจุภัณฑ์ที่เป็นลามิเนตนั้นเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิสูงจะทำให้บรรจุภัณฑ์ลามิเนตที่ถูกเคลือบเป็นชั้นๆในแต่ละชั้นจะมีค่าจำเพาะของอัตราการซึมผ่านของความชื้น (Water Vapor Transmission Rate: WVTR) ต่างกัน (ปุ่น และ สมาพร, 2541) อุณหภูมิที่สูงขึ้นจึงเป็นปัจจัยที่ทำให้ความชื้นซึมผ่านเข้ามาได้มากขึ้นทำให้ค่า WVTR สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Mahajan *et al.* (2008) นอกจากนี้ค่า Oxygen Gas Transmission Rate (OGTR) ของพิมพ์หลายๆชั้นที่เคลือบติดกันมักจะทำให้พลาสติกหรือฟิล์มขยายตัวเมื่อได้รับความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ร้อนหรือเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงขึ้น ดังนั้นจึงทำให้เกิดช่องว่างให้อากาศสามารถซึมผ่านเข้ามาในถุงได้ ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นมากขึ้น โดยที่อุณหภูมิเร่ง 45°C ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 พบว่า ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสนั้นมีความกรอบลดลง มีลักษณะเหนียวเมื่อสัมผัสที่ผิวของผลิตภัณฑ์ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบจะให้คะแนนทางด้านประสาทสัมผัสลดลงเนื่องจากเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งผู้บริโภคจะไม่ชอบผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสเหนียวและแข็ง ซึ่งมีค่าปริมาณความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 3.48 ขณะที่อุณหภูมิเร่ง 35°C ในสัปดาห์ที่ 8 ผู้ทดสอบเริ่มรู้สึกว่าผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสไม่กรอบ และมีลักษณะเหนียว ซึ่งมีค่าปริมาณความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 3.60 ดังแสดงในภาพที่ 25 ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของความชื้นเมื่อระยะการเก็บรักษานานขึ้น (Jensen and Risbo, 2007) ยังพบในผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวและขนมจากธัญพืชอีกด้วย



ภาพที่ 25 ค่าปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิเร่ง 35°C และอุณหภูมิเร่ง 45°C

5.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

จากการศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C 35°C และ 45°C เป็นระยะเวลานาน 8 สัปดาห์ พบว่า ทุกสภาวะการเก็บนั้นผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด $< 1 \times 10^4$ cfu/g โคโลนีต่อตัวอย่าง 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรัม และจำนวนยีสต์และรา < 100 cfu/g โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตรงตามมาตรฐาน มผช. 315/2553 ไม่พบซาลโมเนลลาในตัวอย่าง 25 กรัม สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส < 10 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม และจากการตรวจเอสเชอริเชีย โคไลโดยวิธีเอ็มพีเอ็นนั้น < 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ดังนั้นแสดงว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนามีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค แสดงดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45°C เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	อุณหภูมิ 25°C		อุณหภูมิ 35°C		อุณหภูมิ 45°C	
	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	ยีสต์และรา (cfu/g)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	ยีสต์และรา (cfu/g)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	ยีสต์และรา (cfu/g)
0	< 10 est.	< 10 est.	< 10 est.	< 10 est.	< 10 est.	< 10 est.
2	7.5×10 est.	< 10 est.	1.5×10^2 est.	< 10 est.	1.7×10^2 est.	< 10 est.
4	1.2×10^2 est.	< 10 est.	1.6×10^2 est.	1.0×10 est.	2.0×10^2 est.	3.5×10 est.
6	1.6×10^2 est.	< 10 est.	2.0×10^2 est.	2.5×10 est.	2.8×10^2 EST.	4.5×10 est.
8	2.1×10^2 est.	< 10 est.	2.4×10^2 est.	6.0×10 est.	3.1×10^2 est.	7.5×10 est.

หมายเหตุ: est หมายถึง Estimated Count คือ ค่าโดยประมาณ

5.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากตารางที่ 33 เป็นการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยทำการทดสอบด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) กับคุณลักษณะ สี กลิ่นรสปลาหมึก ความกรอบ รสหวาน รสเค็ม และความชอบโดยรวม ซึ่งเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 25°C และอุณหภูมิเร่ง 35 และ 45°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาที่อุณหภูมิการเก็บ 25°C ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ค่อนข้างสูงโดยผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย การยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ที่ร้อยละ 85 ในสัปดาห์ที่ 8 ขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 และ 45°C ตลอดระยะเวลาการเก็บนาน 8 สัปดาห์ พบว่า ให้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะลดลงอย่างต่อเนื่อง สำหรับสัปดาห์ที่ 8 อุณหภูมิ 35°C ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ การยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ที่ร้อยละ 54 ขณะที่อุณหภูมิ 45°C ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย โดยจะเห็นว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45°C นานเพียง 6 สัปดาห์ ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมต่ำกว่า 5 คะแนน และมีการยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ที่ร้อยละ 42 จึงถือว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีคุณภาพอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ (ต่ำกว่าร้อยละ 50) ดังนั้นจึงตัดสินใจหยุดการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 33 ค่าคะแนนความชอบและร้อยละการยอมรับของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ผ่านการพัฒนาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 35 และ 45°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์

อุณหภูมิการเก็บ (C°)	ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	คุณลักษณะ						การยอมรับ (ร้อยละ)
		สี	กลิ่นรสปลาหมึก	ความกรอบ	รสหวาน	รสเค็ม	ความชอบโดยรวม	
25	0	$7.32^{a}\pm0.94$	$6.36^{b}\pm0.62$	$7.75^{a}\pm0.74$	$6.38^{bc}\pm0.92$	$6.50^{ab}\pm0.65$	$7.40^{a}\pm0.84$	100
	2	$7.45^{a}\pm0.62$	$6.81^{a}\pm0.75$	$7.62^{ab}\pm0.44$	$6.65^{b}\pm0.76$	$6.86^{a}\pm0.88$	$7.23^{ab}\pm0.82$	100
	4	$6.63^{b}\pm0.65$	$6.60^{ab}\pm0.64$	$7.47^{b}\pm0.85$	$7.32^{a}\pm1.02$	$6.53^{ab}\pm1.08$	$7.17^{ab}\pm0.87$	94
	6	$6.08^{c}\pm0.84$	$6.72^{ab}\pm0.98$	$6.36^{c}\pm0.96$	$6.44^{bc}\pm0.65$	$6.58^{ab}\pm0.84$	$6.85^{b}\pm0.94$	99
	8	$6.56^{b}\pm0.92$	$6.42^{b}\pm0.78$	$6.28^{c}\pm0.98$	$6.18^{c}\pm1.04$	$6.24^{b}\pm0.78$	$6.34^{cd}\pm0.63$	85
35	0	$7.32^{a}\pm0.94$	$6.36^{b}\pm0.62$	$7.75^{a}\pm0.74$	$6.38^{ab}\pm0.92$	$6.50^{ab}\pm0.65$	$7.40^{a}\pm0.84$	100
	2	$7.58^{a}\pm0.88$	$6.56^{ab}\pm0.74$	$6.30^{c}\pm1.04$	$6.62^{b}\pm0.92$	$6.50^{ab}\pm0.72$	$7.13^{ab}\pm0.86$	94
	4	$6.46^{bc}\pm0.94$	$6.31^{bc}\pm0.96$	$6.34^{c}\pm0.98$	$6.28^{bc}\pm1.18$	$6.63^{ab}\pm0.74$	$6.73^{bc}\pm0.91$	77
	6	$6.30^{bc}\pm0.64$	$6.82^{a}\pm1.04$	$6.44^{c}\pm0.84$	$6.58^{b}\pm0.92$	$6.35^{b}\pm0.88$	$6.34^{cd}\pm0.82$	60
	8	$5.24^{d}\pm1.02$	$4.96^{f}\pm0.72$	$5.40^{de}\pm0.56$	$5.44^{d}\pm0.74$	$5.16^{cd}\pm0.95$	$5.07^{e}\pm0.65$	54

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

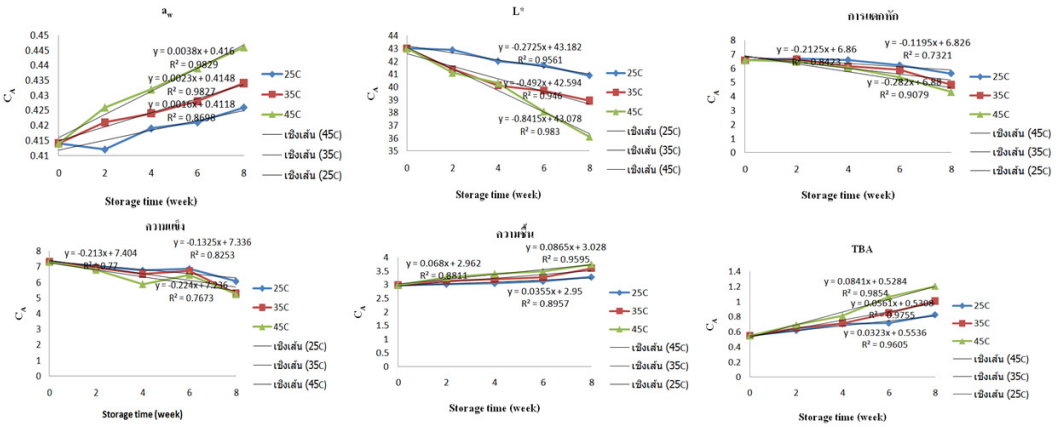
ตารางที่ 33 (ต่อ)

อุณหภูมิการเก็บ (C^o)	ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	คุณลักษณะ						การยอมรับ (ร้อยละ)
		สี	กลิ่นรสปลาหมึก	ความกรอบ	รสหวาน	รสเค็ม	ความชอบโดยรวม	
45	0	7.32^{a}±0.94	6.36^{b}±0.62	7.75^{a}±0.74	6.38^{bc}±0.92	6.50^{ab}±0.65	7.40^{a}±0.84	100
	2	6.60^{b}±0.66	6.04^{cd}±0.48	5.82^{d}±0.96	6.72^{b}±1.06	6.65^{ab}±0.84	6.33^{cd}±0.90	68
	4	5.84^{cd}±0.52	5.21^{ef}±1.04	5.64^{d}±0.78	6.07^{c}±0.92	5.43^{c}±0.96	5.93^{de}±0.65	55
	6	4.20^{e}±0.74	5.84^{d}±0.98	4.86^{e}±0.82	5.42^{d}±0.68	4.14^{d}±1.02	4.90^{ef}±0.80	42
	8	4.28^{e}±0.82	4.62^{f}±1.20	4.66^{e}±0.74	5.28^{d}±0.76	4.14^{d}±0.88	4.54^{f}±0.94	44

หมายเหตุ $^{a-f}$ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งของแต่ละค่าแสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การคำนวณอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส โดยคำนวณหาค่า K จากกราฟอันดับของปฏิกิริยา (ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง) และ Ea จากกราฟอาร์เรเนียสของปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ a_w L* การแตกหัก ความแข็ง ปริมาณความชื้น และปริมาณ TBA ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์มากที่สุดและสามารถกำหนดเป็น Critical ในการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ แสดงดังภาพที่ 26



ภาพที่ 26 กราฟปฏิกิริยาอันดับศูนย์ในการเปลี่ยนแปลง a_w L* การแตกหัก ความแข็ง ความชื้น และปริมาณ TBA ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

เมื่อทำการหาอันดับของปฏิกิริยาโดยการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการเก็บรักษา (สัปดาห์) กับปัจจัยที่ศึกษา (ภาพที่ 26) พบว่า ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง มีค่า R^2 ใกล้ 1 มากกว่าปฏิกิริยาอันดับสองและสาม ทำให้สามารถหาค่าคงที่ K ของปฏิกิริยาอันดับหนึ่งได้จากความชันของกราฟซึ่งได้จากสมการเส้นตรง y = ax+b ทั้งนี้จะทำการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 1/T (K^{-1}) และ In K เพื่อสร้างกราฟอาร์เรเนียสในการที่จะคำนวณหาพลังงานกระตุ้น (Ea) ต่อไปได้ผลดังตารางที่

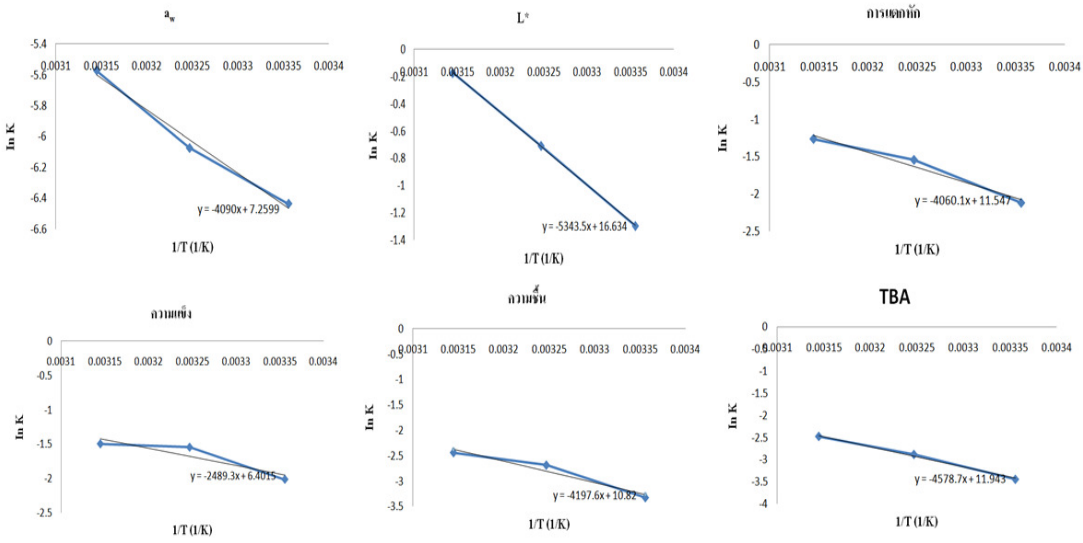
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 34 การหาพลังงานกระตุ้น (Ea) ในการเปลี่ยนแปลง a_w L* การแตกหัก ความแข็ง ปริมาณความชื้น และปริมาณ TBA ของ ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

ปัจจัยที่ศึกษา	อุณหภูมิ (C^o)	อุณหภูมิ (K)	R^2	ค่าคงที่ K (mg/ml day)	1/T (K^{-1})	In K
a_w	25	298	0.87	0.0016	0.003356	-6.438
	35	308	0.98	0.0023	0.003247	-6.075
	45	318	0.98	0.0038	0.003145	-5.573
L*	25	298	0.96	0.2725	0.003356	-1.300
	35	308	0.95	0.4920	0.003247	-0.709
	45	318	0.98	0.8415	0.003145	-0.173
การแตกหัก	25	298	0.73	-2.120	0.003356	-2.120
	35	308	0.84	-1.546	0.003247	-1.546
	45	318	0.91	-1.266	0.003145	-1.266
ความแข็ง	25	298	0.83	-2.017	0.003356	-2.017
	35	308	0.77	-1.546	0.003247	-1.546
	45	318	0.77	-1.496	0.003145	-1.496
ความชื้น	25	298	0.90	-3.324	0.003356	-3.324
	35	308	0.88	-2.688	0.003247	-2.688
	45	318	0.96	-2.442	0.003145	-2.442
TBA	25	298	0.96	-3.442	0.003356	-3.442
	35	308	0.98	-2.882	0.003247	-2.882
	45	318	0.99	-2.477	0.003145	-2.477

เมื่อได้ค่า 1/T (K^{-1}) และ In K จึงทำการสร้างกราฟอาร์เรเนียสเพื่อหาพลังงานกระตุ้น (Ea) ของแต่ละปัจจัยซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่างกันได้ผลดังภาพที่ 27 และตารางที่ 35

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 27 กราฟอาร์เรเนียสในการเปลี่ยนแปลง a_w L* การแตกหัก ความแข็ง ความชื้น และปริมาณ TBA ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

จากตารางที่ 35 พบว่า ปัจจัย L* มีค่า Ea หรือพลังงานกระตุ้นของการเกิดปฏิกิริยามากที่สุดถึง 44.43 KJ/mol แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงค่า L* ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสสามารถเกิดปฏิกริยาได้เร็วกว่าปัจจัยอื่นๆ จึงสามารถกำหนด ปัจจัยนี้เป็น critical ของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 35 ค่า Ea ของปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ a_w L* การแตกหัก ความแข็ง ความชื้น และปริมาณ TBA

ปัจจัยที่ศึกษา	Slope	Ea (J/mol)	Ea (KJ/mol)
a_w	-4,093.0	34,004.260	34.00
L*	-5,343.5	44,425.859	44.43
การแตกหัก	-4,060.1	33,755.671	33.76
ความแข็ง	-2,489.3	20,696.040	20.70
ปริมาณความชื้น	-4,197.6	34,898.846	34.90
ปริมาณ TBA	-4578.7	38,067.312	38.07

หมายเหตุ ค่า Ea (J/mol) คำนวณจาก slope = -Ea/R จะได้ Ea = -slope×R โดยที่ R=8.314
ค่า Ea (KJ/mol) คำนวณจาก Ea = (-slope×R)/1000 โดยที่ R=8.314

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสเกิดขึ้นได้โดยเริ่มต้นจากการเปลี่ยนแปลงของ L* ปริมาณ TBA ความชื้น a_w การแตกหัก และความแข็ง ตามลำดับ ดังนั้นการป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวสามารถทำได้โดยการบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ลามิเนตชนิดทึบแสงเพื่อป้องกันการส่องผ่านของแสงและการซึมผ่านของออกซิเจนจึงสามารถยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. จากการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก ผู้ร่วมอภิปรายส่วนใหญ่นิยมรับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลักในช่วงเวลาว่างๆ มีความถี่ในการบริโภคเดือนละ 3-4 ครั้งเป็นส่วนใหญ่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก ยี่ห้อ C (ร้อยละ 42) โดยมองว่าผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก ยี่ห้อนี้มีรสชาติดี หาซื้อง่าย และมีราคาถูก และมักซื้อผลิตภัณฑ์นี้ที่ร้านสะดวกซื้อ 7-11 (ร้อยละ 71) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ควรเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใส่สารเคมีในการปรุงแต่งกลิ่นรส ผู้บริโภคโดยส่วนใหญ่อยากให้มีปรับปรุงรสชาติใหม่เพิ่มมากขึ้น ปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ และควรมีความสะอาดและปลอดภัย สำหรับการสำรวจผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก พบว่า ผลิตภัณฑ์ A มีเนื้อปลาหมึกเป็นองค์ประกอบสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 92 ซึ่งไม่มีการเติมซูริมิ และแป้ง รองลงมา คือ ผลิตภัณฑ์ B มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบ คิดเป็นร้อยละ 62 และมีซูริมิคิดเป็นร้อยละ 26 ส่วนผลิตภัณฑ์ C มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบ คิดเป็นร้อยละ 45 และมีซูริมิคิดเป็นร้อยละ 40 โดยผลิตภัณฑ์ B มีส่วนผสมของแป้งสาลี และผลิตภัณฑ์ C มีส่วนผสมของแป้งสาลีกับแป้งมัน โดยส่วนที่เหลือจะเป็นเครื่องเทศ เครื่องปรุงรส และวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสต่างๆ

2. การศึกษาคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ที่มีปลาหมึกเป็นองค์ประกอบหลัก ที่จำหน่ายในท้องตลาด มีแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบชนิดใหม่ (product specification) คือ ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ควรมีสีอ่อนไม่เข้มจนเกินไปโดยมีสีจากธรรมชาติของซูริมิและปลาหมึก ด้านเนื้อสัมผัส ปลาหมึกควรเป็นแผ่นบางและแบน โดยผลิตภัณฑ์ควรมีขนาดชิ้นเทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ A มีความกรอบ มีเนื้อสัมผัสกึ่งหยาบกึ่งละเอียด และควรมีลายเป็นเส้นตรงที่ผิวของชิ้นปลาหมึก เนื่องจากถ้ามีลายเป็นเส้นตรงจะทำให้ผู้บริโภครับรู้ถึงความรู้สึกของการบริโภคปลาหมึกแท้ เมื่อผู้บริโภคมองดูผลิตภัณฑ์แล้วจึงเกิดความอยากรับประทานมากยิ่งขึ้น และสำหรับด้านรสชาติ ผลิตภัณฑ์ควรมีรสหวานเป็นรสที่เด่นแต่ไม่ควรหวานมากจนเกินไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การศึกษาและพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส ในการคัดเลือกสูตรพื้นฐานพบว่าสูตรที่ดีที่สุดประกอบด้วย ซูริมิร้อยละ 74 แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 15 น้ำตาลร้อยละ 6 เกลือร้อยละ 2 และซอสถั่วเหลืองร้อยละ 3

กระบวนการนึ่งนาน 1 นาที สามารถปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ให้มีความเปราะลดลงได้ โดยทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าคุณภาพทางกายภาพเทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบมากขึ้น และยังได้รับคะแนนความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคสูงกว่ากระบวนการผลิตที่ไม่ผ่านการนึ่ง

ระดับการเติมปลาหมึกแห้งปรุงรสที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบที่มีสี และเนื้อสัมผัสกรอบเปราะเทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบมากที่สุด และมีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด คือ ระดับการเติมหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ร้อยละ 20 และมีระดับการเติมน้ำแข็งที่ร้อยละ 20

กรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส และรสชาติปลาหมึกของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ คือ การผลิตแบทเทอร์ การขึ้นรูปเป็นแผ่นบางหนา 1 มิลลิเมตร การนึ่งนาน 1 นาที นำไปรีดให้ขึ้นลายต่อด้วยการย่างที่อุณหภูมิ 114^{o}C นาน 35 นาที การอบลมร้อน 10 นาที แล้วจึงจุ่มเคลือบน้ำจิ้มนาน 3 วินาที แล้วจึงอบที่อุณหภูมิ 80^{o}C นาน 170 นาที

4. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่บริโภคผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ผ่านการพัฒนา พบว่า คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาอยู่ที่ 7.44±0.80 (ชอบในระดับปานกลาง) การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคและความสนใจในการซื้อผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนามีร้อยละ 100 และร้อยละ 96 ตามลำดับ

5. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ผ่านการพัฒนา พบว่า เมื่อหาอันดับการเกิดปฏิกิริยานั้นสอดคล้องกับปฏิกริยาอันดับหนึ่ง และปัจจัยที่เป็น critical ของการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์นี้ คือ การเปลี่ยนแปลงค่า L* ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีค่า Ea สูงที่สุด แสดงว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็วกว่าปัจจัยอื่นๆ ตามมาด้วยปริมาณ TBA ปริมาณความชื้น a_w การแตกหัก และความแข็ง ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส พบว่ามีข้อเสนอแนะดังนี้

1. การวัดค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกอบกรอบ นอกจากจะบันทึกค่าการแตกหักกับ ความแข็ง แล้วควรทำการบันทึกความกรอบที่เกิดขึ้นโดยใช้เครื่อง Acoustic Envelope Detector (AED) เพราะสามารถรายงานผลเป็นคลื่นเสียงและภาพกราฟที่แสดงถึงความกรอบ (Crispness) ได้ค่อนข้างชัดเจน

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส ในขั้นตอนการผลิตขณะทำการขึ้นรูปนั้นมีการใช้เครื่องรีดบะหมี่ในการควบคุมความหนาของแผ่นแบทเทอร์ จึงมีข้อจำกัดในเรื่องของปริมาณการผลิต เพราะเป็นเครื่องขนาดเล็กจึงสามารถผลิตปลาหมึกได้ครั้งละไม่มาก ซึ่งการทดสอบเป็นจำนวนมากจึงต้องใช้เวลาในการผลิตมากเช่นกัน ดังนั้นหากทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum dryer) ขึ้นรูปแทนจะสามารถผลิตได้ครั้งละเป็นจำนวนมากจึงสามารถต่อยอดสู่การค้าเชิงพาณิชย์ได้ทันที

3. เนื่องจากผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสในท้องตลาดนั้นยังไม่ค่อยมีจำหน่าย ทำให้มีตัวอย่างในการเปรียบเทียบคุณลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์ ได้เพียง 2-3 ยี่ห้อจึงไม่สามรถนำเทคนิคแผนภาพความชอบ PCA ระหว่าง Internal Preference Mapping และ External Preference Mapping มาใช้ได้ แต่นับว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวที่ถูกพัฒนาขึ้นค่อนข้างน่าสนใจเพราะมีคู่แข่งในท้องตลาดน้อย

4. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสควรทำการวิเคราะห์หาค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide value หรือ PV) ควบคู่กับการหาปริมาณกรดไธโอบาบิทูริค (TBA) ด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2543. **เทคโนโลยีของแป้ง**. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

คงวุฒิ นิรันต์สุข. 2549. **การศึกษาการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มะม่วงทอดสุญญากาศ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

จักรี ทองเรือง. 2544. **ซูริมิ (SURIMI)**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ

จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. **เทคโนโลยีเบเกอรี่เบื้องต้น.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

จิรวัฒน์ กันต์เกรียงวงศ์, ภัสรา เนียมพิบูลย์, วาริสา สุระแหง, ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์ และ วรพจน์ สุนทรสุข. 2550. การผลิตปลาหมึกอบกรอบด้วยเครื่องไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน. **วารสารวิทยาศาตร์เกษตร.** 38. 5 (พิเศษ): 379-382.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์.** ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

เชาวนีย์ ลือประเสริฐ. 2543. **การพัฒนาลูกชิ้นปลาจากซูริมิปลาสีกุนข้างเหลือง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2544. **หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2553. **เคมีอาหาร.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ

นที รักร่วม. 2554. การจัดการวัตถุดิบเพื่อแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาหมึกกล้วยแช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บพิธ จารุพันธุ์ และนันทพรจารุพันธุ์. 2546. **สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง 2.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

เบญจวรรณ โชติประดิษฐ์. 2545. **การพัฒนาปลาเส้นจากซูริมิปลาดุกอุยเทศเสริมเส้นใยอาหารจากแป้งบุก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปสรร ถิรกวิน และ จุฬารัตน์ หงส์วลีรัตน์. 2553. ผลของปัจจัยในกระบวนการผลิตต่อคุณภาพของทุเรียนทอดกรอบ. **วารสารวิทยาศาตร์เกษตร.** 41: 265-268.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. 2541. **ฉลากโภชนาการ**. ฉบับที่ 182

ปาริฉัตร หงสประภาส. 2548. **เอกสารคำสอน 0542514 โปรตีนในอาหาร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. **บรรจุภัณฑ์อาหาร.** โรงพิมพ์หยี่เฮง จำกัด, กรุงเทพฯ

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2550. **การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค.** พิมพ์ครั้งที่ 1. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2556. **การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค.** พิมพ์ครั้งที่ 2. วิสต้า อินเตอร์ปริ้นท์, กรุงเทพฯ.

ภัทรานี เลิศพัฒนคม. 2544. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลายข้าวหอมมะลิ ถั่วลิสง และปลากะตัก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์. 2536. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์.** พิมพ์ครั้งที่2. เค ยู เพลส, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัฒนี บุญวิทยา. 2542. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์.** สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์, เพชรบุรี

สมจิตร สุรพัฒน์ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2552. ส่วนประกอบของอาหาร, หน้า 34-35. *ใน* คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหาร, บรรณาธิการ. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

สมชาย ศรีพูล. 2554**. บทที่11: ผลิตภัณฑ์เนื้อ.** Introduction to Animal Science. แหล่งที่มา: http://www.nsru.ac.th/e-learning /animals /lesson10_2.php. 20 ตุลาคม 2556.

สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2529. **กรรมวิธีการอบแห้ง.** มหาวิทยาลัยกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

สมโภชน์ อัคคะทวีวัฒน์. 2540. **ภาพปลาและสัตว์น้ำของไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 3.องค์การค้าของคุรุสภา, กรุงเทพฯ

สวนิต อิชยาวณิชย์. 2556. ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดกลาสทรานซิชันระหว่างการอบแห้งกับคุณภาพของอาหารแห้งที่ผลิตได้. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.** 1: 241.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2543. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์.** ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่

สุคนชื่น ศรีงาม. 2552. หลักการทำแห้งอาหาร, หน้า 164. *ใน* คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหาร, บรรณาธิการ. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2548. **เคมีและคุณภาพสัตว์น้ำ.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ

สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2549. **ซูริมิ: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื้อปลาบด.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2553. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภค**. มผช. 315/2553.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2548. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ: ปลาหมึก. มกอช. 7005-2548.

ยุทธนา เจียมตระการ. 2554. ซองลามิเนต. Plastis bi-weekly news. 33: 1-3.

อมรรัตน์ จงสวัสดิ์วรกุล และ ลัดดา เหมาะสุวรรณ. 2545. Evidence-based Maillard reaction: focusing on parenteral nutrition.**วารสารโภชนบำบัด.** 1: 4.

อรอนงค์ ศรีพวาทกุล. 2548. **เทคโนโลยีเนื้อและผลิตภัณฑ์.** คณะเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

อิ่มเอิบ พันสด. 2549**.** **การแปรรูปเนื้อสัตว์.** เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. แหล่งที่มา: http://www.nsru.ac.th/e-learning/meattech/lesson/less10_3.html, 4 เมษายน 2556.

AOAC. 2000. **Official Method of Analysis of AOAC International**. 17th ed., The Association of Official Analytical Chemists, Maryland, U.S.A.

AOAC. 2010. **National Nutrient Database for Standard Reference**. USDA, Island

Anonymous. 2013. **Plastics Intelligence Update.** Plastics Intelligence Unit Website. Available Source: http://plastic oie.go.th, June 19, 2013.

Anonymous. 2014. Snacks - Latest Product Launch Activity. **GNPD**. Available Source: http://www.GNPD.com, June 16, 2014.

Arimi, JM., E. Duggan, M. Sullivan, J.G. Lyng and E.D. Riordan. 2010. Effect of water activity on the crispiness of a biscuit (Crackerbread):Mechanical and acoustic evaluation. **Food Research International**. 43: 1650–1655.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Banach, JC., S. Clark and BP. Lamsal. 2014. Texture and other changes during storage in model high-protein nutrition bars formulated with modified milk protein concentrates. **Food Science and Technology.** 56: 77-86.

BAM. 2002. **Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual**. 8th ed., AOAC Internatioinal, USA.

Berry, B. Health and Wellness Trends for Canada and the World. **Agiculture and Agiculture Food Canada**. 2011: 5-23.

Bhattacharya, S., H. Das and A.N. Bose. 1993. Effect of Extrusion Process Variables on the Product Texture of Blends of Minced Fish and Wheat Flour. **Journal of Food Engineering**. 19: 215-235.

Bilman, E.M., J.C.M. van Trijp and R.J. Renes. 2010. Consumer perceptions of satiety-related snack food decision. **Appetite**. 55: 639–647.

Boonyasirikool, P., S. Reungmaneepaitoon, S. Thippayang and S. Prabhavat. 1986. **Research on the production of high protein snack foods.** Kasetsart University, Bangkok

Bruns, A. J. and M. C. Bourne. 1975. Effects of sample dimensions on the snapping force of crisp foods. **Journal of Texture studies**. 6: 445.

CIE. 1986. **Colorimetry**. 2nd ed. CIE publication 15.2, Commission Internationalede 1' Eclairage, Vienna.

Campo, L. and C. Tovar. 2008. Influence of the starch content in the viscoelastic properties. **Journal of Food Engineering.** 84: 140–147.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Chaijan, M., W. Panpipat and S. Benjakul. 2010. Physicochemical properties and gel-forming ability of surimi from three species of mackerel caught in Southern Thailand. **Food Chemistry.** 121: 85-92.

Chaiyakul, S., K. Jangchud, A. Jangchud, P. Wuttijumnong and R. Winger. 2009. Effect of extrusion conditions on physical and chemical properties of high protein glutinous rice-based snack. **Food Science and Technology.** 42: 781–787.

Cosenza, G.H., S.K. Williams, D.D. Johnson, C. Sims and C.H. McGowan. 2003. Development and evaluation of a fermented cabrito snackstick product**. Meat Science.** 64: 51–57.

Dinani, S.T., N. Hamdami, M. Shahedi and M. Havet. 2014. Mathematical modeling of hot air/electrohydrodynamic (EHD) drying kinetics of mushroom slices. **Energy Conversion and Management.** 86: 70–80.

Fang, X., N. Xie, X. Chen, H. Yu and J. Chen. 2012. Optimization of antioxidant hydrolysate production from flying squid muscle protein using response surface methodology. food and bioproducts processing. 90: 676–682.

Fukuda, Y. and E. Okazaki. 1998. **Current situation on utilization and its related research of squid in Japan.** Flanders marine institute. Available Source: http://www.vliz.be/en/imis?refid=9023, June 10, 2014.

Furtaw, Louis F. 2010. Crisp meat-based food snacks. United states. U.S. Patent 7.662,442.

Fu, X., K. Hayat, Z. Li , Q. Lin , S. Xu and S. Wang. 2012. Effect of microwave heating on the low-salt gel from silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) surimi. **Food Hydrocolloids.** 27: 301-308.

Fu, X., C. Xue, B. Miao, Z. Y. Li Zhang and Q. Wang. 2007. Production of crispy dried-squid by microwave vacuum dryer with rotating basket. **Food Chemistry.** 103: 287–294.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Gropper, M., O. Ramon, I. J. Kopelman and S. Mizrahi. 1998. Effects of microwave reheating on surimi gel texture. effects of microwave reheating on surimi gel texture. **Food Research International.** 10: 761-768.

Jensen, P.N. and J. Risbo. 2007. Oxidative stability of snack and cereal products in relation to moisture sorption. **Food Chemistry**. 103 : 717–724.

Jucker, B. 2012. Consumer Supply Chain; Strong distribution network. **TISCO Research**. 4:8.

Kaewudom, P., S. Benjakul and K. Kijroongrojana. 2013. Properties of surimi gel as influenced by fish gelatin and microbial transglutaminase. **Food Bioscience.** 1: 39-47.

KeyNote. 2012. **Snack Foods Market Report Plus 2012.** Transform knowledge into success. Available Source: http://www.keynote.co.uk/market intelligence/view/product/10534/snack-foods/chapter/1/executive_summary, April 10, 2013.

Kulchan, R., W. Boonsupthip and P. Suppakul. 2010. Shelf life prediction of packaged cassava-flour-based baked product by using empirical models and activation energy for water vapor permeability of polyolefin films. **Journal of Food Engineering.** 100: 461–467.

Lee, C.M. and D.A. Bengtson. 2003. **Comprehensive utirization of squid processing waste foraquaculture feeddevelopment**. USDA, University of Island.

Lee, S.O., J.S. Min, I.S. Kim1 and M. Lee. 2003. Physical evaluation of popped cereal snacks with spent hen meat. **Meat Science.** 64: 383–390.

Liu, Q., B. Kong, J. Han, Q. Chen and X. He. 2014. Effects of superchilling and cryoprotectants on the quality of common carp (Cyprinus carpio) surimi: Microbial growth, oxidation, and physiochemical properties. Food Science and Technology. 57: 165-171.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Luh, B.S. 1991. **Rice**. Second Edition. Van Nostrand Reinhold, New York.

Mahajan, P.V., F.A.S. Rodrigues and E. Leflaive. 2008. Analysis of water vapour transmission rate of perforationmediated modified atmosphere packaging (PM-MAP). **Biosystems Engineering**. 100: 555 – 561.

Maneerote, J., A. Noomhorm and P.S. Takhar. 2009. Optimization of processing conditions to reduce oil uptake and enhance physico-chemical properties of deep fried rice crackers. **Food Science and Technology.** 42: 805–812.

Martinez-Navarraete, N., G. Moragu, P. Talens and A. Chiralt. 2004. Water sorption and the plasticization effect in wafers. **International Journal of Food Science and Technology.** 39: 555–562.

Matz, S.A. 1984. **Snack Food Technology.** AVI Publishing Company, Westport.

Mazumder, P., B.S. Roopa, and S. Bhattacharya. 2007. Textural attributes of a model snack foodat different moisture contents. **Journal of Food Engineering.** 79: 511–516.

Miranda, L.T., C. Rakovski and L.M. Were. 2012. Effect of Maillard reaction products on oxidation products in ground chicken breast. Meat Science. 90: 352-360.

Mukherjee, S. 1997. **Studies on HTST whirling bed dehydration technology for the production of RTE puffed potato cubes.** Ph.D. thesis. Post Harvest Technology Centre, India

Munizaga, G. and G. Canovas. 2005. Pressurized and heat-treated surimi gels as affected by potato starchand egg white: microstructure and water-holding capacity. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**. 38: 47–57.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Munizaga, G. and G. Canovas. 2004. Color and textural parameters of pressurized and heat-treated surimi gels as affected by potato starch and egg white. **Food Research International.** 37: 767–775.

Nathakaranakul, A., W. Kraiwanichkul and S. Soponronnarit. 2007. Comparative study of different combined superheated-steam drying techniques for chicken meat. **Journal of Food Engineering**. 80: 1023–1030.

Nath, A and P.K. Chattopadhyay. 2007. Optimization of oven toasting for improving crispness and otherquality attributes of ready to eat potato-soy snack usingresponse surface methodology. **Journal of Food Engineering.** 80: 1282–1292.

Nielsen, J. and A. Bruun, 1990. Fish Snacks and Shellfish Snacks, pp. 183. *In* Gordon R. Booth, eds. **Snack Food.** An Avi Book, New York.

Noguchi, A. 1989. **Extrusion cooking of high-moisture protein foods.** AACC St. Paul, USA

Panpipat, W., M. Chaijan and S. Benjakul. 2010. Gel properties of croaker–mackerel surimi blend. **Food Chemistry.** 122: 1122–1128.

Ramirer, J.A., R.M. Uresti, G. Velazquez and M. Vázquez. 2011. Food hydrocolloids as additives to improve the mechanical and functional properties of fish products: A review. **Food Hydrocolloids.** 25: 1842-1852.

Rao, Q., J.R. Smith and T.P. Labuza. 2013. Storage stability of hen egg white powders in three protein/water dough model systems. Food Chemistry 138: 1087–1094.

Rawdkuen, S. and S. Benjakul. 2008. Whey protein concentrate: Autolysis inhibition and effects on the gel properties of surimi prepared from tropical fish**. Food Chemistry.** 106: 1077–1084.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Saavedra, J., A. Cordova, L. Gιlvez, C. Quezada and R. Navarro. 2013. Principal Component Analysis as an exploration tool for kinetic modeling of food quality: A case study of a dried apple cluster snack. **Journal of Food Engineering**. 119: 229–235.

Senthil, A., R. Ravi, K.K. Bhat and M.K. Seethalakshmi. 2002. Studies on the quality of fried snacks based on blends of wheat flour and soya flour. **Food Quality and Preference.** 13: 267–273.

Shi, L., X. Wang , T. Chang, C. Wang, H. Yang and M. Cui. 2014. Effects of vegetable oils on gel properties of surimi gels. Food Science and Technology. 57: 586-593.

Singh, J., L. Kaur, O.J. McCarthy, P.J. Moughan and H. Singh. 2009. Development and characterization of extruded snacks from New Zealand Taewa (Maori potato) flours. **Food Research International.** 42: 666–673.

Smith, J. and A. Hardacre. 2011. Development of an extruded snack product from the legume Vicia faba minor. **Procedia Food Science.** 1: 1573-1580.

Stark, J., L. Collins, G. Osnes and F. Stokes. 1986. Using reinforcement and cueing to increase healthy snack food choices in preschoolers. **Journal of Applied Behavior Analysis. 19: 367-379.**

Thai Frozen Foods Association (TFFA). 2014. **Surimi**. Available Source: http://www.thai-frozen.or.th/product_gallery_cephalopod.php, March 18, 2014.

Torrinha, A., F. Gomes, M. Oliveira, R. Cruz, E. Mendes, C. Delerue-Matos and S. Casal. 2014. Commercial squids: Characterization, assessment of potential health benefits/risks and discrimination based on mineral, lipid and vitamin E concentrations. Food and Chemical Toxicology. 67: 44–56.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Waterhouse, D., A. Teoh, C. Massarotto, R. Wibisono and S. Wadhwa. 2010. Comparative analysis of fruit-based functional snack bars. **Food Chemistry.** 119: 1369–1379.

Wianecki, M. 2007. Evalution of fish and squid meat applicability for snack food manufactureby indirect extrusion cooking. **Acta Science, Technology and Management.** 4: 29-44.

Yang, H. and. J.W. Park. 1998. Effects of Starch Properties and Thermal-processing Conditions on Surimi–Starch Gels. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**. 31: 344–353.

Yang, Z., W. Wang, H. Wang and Q. Ye. 2014. Effects of a highly resistant rice starch and pre-incubation temperatures on the physicochemical properties of surimi gel from grass carp (Ctenopharyn Odon Idellus). **Food Chemistry.** 145: 212–219.

Zhang, L., Y. Xue, J. Xu, Z. Li, C. Xue. 2013. Effects of high-temperature treatment (>100^{o}C) on Alaska Pollock (Theragra chalcogramma) surimi gels. **Journal of Food Engineering.** 115: 115–120.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ศึกษาผลของชนิดแป้ง คือ แป้งมันและแป้งสาลีโดยใช้วิธีการนึ่งร่วมกับการอบ

วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยจัดสิ่งทดลองแบบ 2 ปัจจัย 2 ระดับ ทำการศึกษาผลของชนิดแป้งได้แก่ แป้งมัน และแป้งสาลี ใช้สูตรดังตารางที่ 36

ตารางผนวกที่ ก1 สูตรพื้นฐานของปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

ส่วนประกอบ	สูตร 1 (%)	สูตร 2 (%)
ซูริมิ	74.0	74.0
แป้งมันสำปะหลัง	15.0	-
แป้งสาลี	-	15.0
น้ำตาล	6.0	6.0
เกลือ	2.0	2.0
ซอสถั่วเหลือง	3.0	3.0

ที่มา: จากเบญจวรรณ (2545)

จากตารางที่ 36 สามารถจำแนกตามชนิดแป้ง คือ สูตรที่ 1 แป้งมันสำปะหลัง กับสูตรที่ 2 แป้งสาลี ตามลำดับ โดยทำการผลิตดังภาพที่ 12 และศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส โดยได้ผลดังตารางที่ 37

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ 2 ตัวอย่าง

ค่าทางกายภาพ		สูตรที่1	สูตรที่2
a_w ns		0.381±0.004	0.3875±0.0055
ค่าสี	L*	47.965[a]±0.71	36.59[b]±2.52
	a*	3.26[b]±0.175	9.18[a]±0.79
	b*	24.55[b]±0.545	27.52[a]±0.57
ความหนา(mm) ns		1.00±0.00	1.00±0.00
เนื้อสัมผัส	การแตกหัก (N)	4.87[a]±1.43	4.64[b]±0.37
	ความแข็ง (N)	5.71[a]±0.89	5.15[b]±0.72

หมายเหตุ [a-b] ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

[ns] แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากตารางที่ 37 พบว่าสูตรที่ 1 เมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังจะมีค่า L* มากกว่าแป้งสาลีทั้งนี้เพราะแป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งที่มีความบริสุทธิ์สูง มีสิ่งเจือปนต่ำ มีสตาร์ชอยู่มากกว่าร้อยละ 95 และมีปริมาณโปรตีนและไขมันค่อนข้างต่ำ (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543) จึงส่งผลต่อความสว่างของผลิตภัณฑ์ที่สูงกว่าการใช้แป้งสาลี การใช้แป้งมันสำปะหลังทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าการแตกหัก (N) มากกว่าการใช้แป้งสาลี เพราะโดยคุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสค่อนข้างต่ำ และมีอะไมโลเพคตินค่อนข้างสูงจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความหนาแน่นต่ำและเปราะ ในขณะที่แป้งสาลีมีอะไมโลสสูง ซึ่งอะไมโลสจะช่วยลดปัญหาในการแตกหัก (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543) นอกจากนี้ Sajilata and Singhal (2005) ยังกล่าวว่า แป้งที่มีอะไมโลเพคตินสูงจะสามารถปรับปรุงเนื้อสัมผัสโดยเพิ่มความกรอบของผลิตภัณฑ์ได้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งมันสำปะหลังจึงมีค่าการแตกหักมากกว่าการใช้แป้งสาลี

จากนั้นทำการทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ ได้ผลดังตารางที่ 38

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก3 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย	
	สูตรที่1	สูตรที่2
สี	6.54^{a}±1.38	6.00^{b}±1.02
กลิ่นรสปลาหมึก	6.33^{a}±1.24	5.79^{b}±1.28
ความกรอบ	6.88^{a}±1.23	6.46^{b}±1.18
รสหวาน^{ns}	5.96±1.08	6.04±1.46
รสเค็ม^{ns}	6.33±1.17	6.17±1.05
ความชอบโดยรวม	7.04^{a}±1.02	6.63^{b}±1.21

หมายเหตุ $^{a-b}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากตารางที่ 38 การทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า สูตรที่ 1 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบสีของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในแต่ละสูตรร่วมกับผลการวัดค่าสี L^{*} กันจะพบว่า ตัวอย่างที่ใช้แป้งมันสำปะหลังมีคะแนนความชอบด้านสีมากว่าตัวอย่างที่ใช้แป้งสาลี ซึ่งให้สีของผลิตภัณฑ์ที่คล้ำกว่า นอกจากนี้สำหรับด้านอื่นๆ พบว่า ตัวอย่างทั้ง 2 ตัวอย่างมีกลิ่นรสปลาหมึก รสหวาน และรสเค็ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งการทดสอบความกรอบพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนสูตรที่ 1 สูงที่สุด โดยให้ความกรอบที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติจากสูตรที่ 4

การทดสอบความพอดีของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบเพื่อไว้สำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป ได้ผลดังตารางที่ 39

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก4 การทดสอบความพอดีของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ

คุณลักษณะ	สูตรที่	น้อยเกินไป %	พอดี %	มากเกินไป %
สี				
	1	6	78	16
	2	10	80	10
กลิ่นรสปลาหมึก				
	1	22	74	4
	2	38	58	4
ความกรอบ				
	1	12	82	6
	2	12	70	18
รสหวาน				
	1	10	82	8
	2	6	92	2
รสเค็ม				
	1	6	88	6
	2	10	78	10

จากการทดสอบความพอดีของชนิดแป้ง คือ แป้งมันและแป้งสาลี (ตารางที่ 39) จะพบว่าทั้ง 2 สูตรได้รับคะแนนความพอดีมากกว่าร้อยละ 70 จึงไม่ต้องปรับสูตร (เพ็ญขวัญ, 2556) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดสอบความพอดีกับคะแนนความชอบจะพบว่า สูตรที่ 1 ซึ่งใช้แป้งมันสำปะหลัง ผู้บริโภคมีความพึงพอใจสูงสุด ดังนั้นจึงควรเลือกสภาวะนี้ไว้ใช้ในการทดลองต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ศึกษาผลของการเติมน้ำแข็งที่ 5% และ 10% และชนิดของแป้งได้แก่ แป้งมัน และแป้งสาลี ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยจัดสิ่งทดลองแบบ 2 ปัจจัย 2 ระดับ โดยใช้สูตรดังตารางที่ 40 โดยทำการผลิตทั้ง 4 สูตรตามวิธีการที่กล่าวไว้ในภาพที่ 12

ตารางผนวกที่ ก5 สูตรของการศึกษาผลของการเติมน้ำแข็ง และชนิดของแป้งของปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

ส่วนประกอบ	สูตร 1 (%)	สูตร 2 (%)	สูตร 3 (%)	สูตร 4 (%)
ซูริมิ	70.48	67.27	70.48	67.27
แป้งมัน	14.29	13.64	0	0
แป้งสาลี	0	0	14.29	13.64
น้ำตาล	5.71	5.45	5.71	5.45
เกลือ	1.90	1.82	1.90	1.82
ซอสถั่วเหลือง	2.86	2.73	2.86	2.73
น้ำแข็ง	4.76	9.09	4.76	9.09

ที่มา: ดัดแปลงจากจเบญจวรรณ (2545)

เมื่อผลิตปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสในทุกสูตรแล้ว จากนั้น นำสูตรทั้งหมดมาคัดเลือกสูตร และนำผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบมาวิเคราะห์ค่าคุณภาพด้านต่างๆตามที่กล่าวถึงในข้อ 2.1.1 และ 2.1.3-2.1.4 และวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นตามวิธีของ AOAC 2000

ศึกษาโดยนำสภาวะที่เหมาะสม คือ แป้งมัน นึ่ง 1 นาที อบหน้า 5 นาที อบหลัง 5 นาที, ย่าง 114°C นาน 35 นาที ดังภาพที่ 12 มาใช้ในการผลิตและทำการปรับสูตรโดยการเติมน้ำแข็ง 5% และ 10% และวัดค่าทางกายภาพ ได้ผลดังตารางที่ 41

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส 4 สูตร

ค่าทางกายภาพ		สูตรที่1	สูตรที่2	สูตรที่3	สูตรที่4
a_w		0.37^{b}±0.04	0.38^{ab}±0.004	0.39^{ab}±0.004	0.40^{ab}±0.01
ค่าสี	L*	53.15^{b}±1.05	58.03^{a}±0.16	49.29^{c}±1.80	49.86^{c}±1.16
	a*	6.24^{b}±2.93	3.54^{b}±0.03	9.22^{a}±0.38	5.48^{b}±0.34
	b*	22.87^{b}±0.01	23.91^{b}±2.06	27.63^{a}±2.21	24.65^{ab}±1.05
ความหนา (mm) ^{ns}		1.00±0.01	1.00±0.00	1.00±0.01	1.00±0.00
เนื้อสัมผัส	การแตกหัก (N)	5.64^{a}±0.76	4.43^{b}±0.96	4.23^{b}±0.74	3.85^{c}±0.44
	ความแข็ง (N)	6.79^{a}±1.08	5.83^{b}±0.85	5.94^{d}±1.04	4.28^{c}±0.93

หมายเหตุ $^{a-d}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากตารางที่ 41 พบว่า สูตรที่ 2 ซึ่งใช้แป้งมันสำปะหลังและเติมน้ำแข็ง 10% มีค่า L* เท่ากับ 53.15±1.05 ซึ่งมีค่าเทียบเคียงกับค่า L* ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (50.83±4.63) มีความหนาเท่ากับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และมีค่าการแตกหัก (N) เท่ากับ 4.43±0.96 ซึ่งเป็นสูตรที่มีค่าการแตกหักสูงกว่าการใช้แป้งสาลี เนื่องจากการเติมน้ำแข็งนั้นเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเกิดเจลาทิไนเซชัน โดยเมื่อให้ความร้อนกับสารละลายน้ำแป้ง พันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลง เม็ดแป้งจะดูดน้ำแล้วพองตัว ทำให้ส่วนผสมของน้ำแป้งมีความหนืดเพิ่มมากขึ้นและใสขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของน้ำอิสระที่เหลืออยู่รอบๆเม็ดแป้งเหลือน้อยลง เมื่อเม็ดแป้งเคลื่อนตัวได้ยากขึ้นจึงเกิดความหนืด (กล้าณรงค์, 2550) ดังนั้นเมื่อแป้งสุกจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าการแตกหักสูง

จากนั้นจึงทำการทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ ดังตารางที่ 42

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก7 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย			
	สูตรที่1	สูตรที่2	สูตรที่3	สูตรที่4
สี^{ns}	5.38±1.66	5.85±1.21	6.08±1.80	6.62±1.71
กลิ่นรสปลาหมึก^{ns}	6.15±1.21	6.31±1.38	5.77±1.36	5.69±1.55
ความกรอบ	6.31^{ab}±1.97	7.08^{a}±1.19	5.46^{b}±1.76	6.38^{ab}±1.94
รสหวาน^{ns}	5.77±1.74	6.00±1.35	5.69±1.80	6.31±1.60
รสเค็ม^{ns}	5.69±1.89	6.54±1.45	6.31±2.25	6.62±1.39
ความชอบโดยรวม	5.77^{b}±1.79	7.08^{a}±1.66	6.08^{b}±1.85	6.46^{ab}±1.39

หมายเหตุ $^{a-b}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากตารางที่ 42 การทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ตัวอย่างทั้ง 4 ตัวอย่างมีค่าสี กลิ่นรสปลาหมึก รสหวาน และรสเค็มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งผลการทดสอบความกรอบพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนสูตรที่ 2 สูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าทางกายภาพ ซึ่งสูตรดังกล่าวเป็นสูตรที่มีความเปราะค่อนข้างสูง และจากคะแนนความชอบโดยรวม พบว่า สูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด

จากนั้นจึงทำการทดสอบความพอดีของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ เพื่อไว้สำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป ได้ผลดังตารางที่ 43

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก8 การทดสอบความพอดีของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

คุณลักษณะ	สูตรที่	น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป
		%	%	%
สี	1	24	60	16
	2	18	54	28
	3	14	72	14
	4	22	60	18
กลิ่นรสปลาหมึก	1	26	66	8
	2	32	58	10
	3	38	52	10
	4	30	54	16
ความกรอบ	1	18	60	22
	2	12	71	17
	3	24	52	24
	4	8	74	18
รสหวาน	1	16	56	28
	2	14	70	16
	3	24	50	26
	4	18	68	14
รสเค็ม	1	30	60	10
	2	18	72	10
	3	38	50	12
	4	14	62	24

จากการทดสอบความพอดี (ตารางที่ 43) พบว่า สูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด ได้รับคะแนนความพอดีด้านความกรอบ รสหวาน และรสเค็มมากกว่าร้อยละ 70 จึงไม่ต้องปรับสูตร (เพ็ญขวัญ, 2556) ดังนั้นจึงควรนำสูตรที่ 2 ซึ่งใช้แป้งมันสำปะหลัง และเติมน้ำแข็ง 10% ไว้ใช้สำหรับการพัฒนาสูตรต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากนั้นทำการศึกษาผลจากการเติมน้ำแข็งลงไป เพื่อดูผลของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้นและ a_wที่เกิดขึ้นของตัวอย่าง ได้ผลดังตารางที่ 44

ตารางผนวกที่ ก9 ผลการวิเคราะห์ a_w และ %MC

สูตรที่	a_w^{ns}	%MC
1	0.37±0.04	2.98^{c}±0.04
2	0.38±0.004	3.02^{c}±0.02
3	0.39±0.004	3.60^{b}±0.30
4	0.40±0.01	3.93^{a}±0.34

หมายเหตุ $^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการวัดค่า a_w และ %MC (ตารางที่ 44) พบว่า ตัวอย่างแป้งมันสำปะหลังที่เติมน้ำแข็ง 10% มีปริมาณความชื้นสูงที่สุด อาจเนื่องมาจากน้ำถูกใช้ในกระบวนการเกิดเจลลาติไนเซชันซึ่งเกิดขึ้นในขั้นตอนที่แป้งผ่านความร้อนแป้งจะดูดซับน้ำในสูตรและเกิดเจล และหากในส่วนผสมมีน้ำอยู่มากทำให้ปริมาณน้ำเพียงพอต่อการสุกของผลิตภัณฑ์จึงส่งผลต่อปริมาณความชื้นที่มากขึ้น ส่วน a_w พบว่าตัวอย่างแป้งมันสำปะหลังนั้นมีค่า a_w ค่อนข้างต่ำกว่าการใช้แป้งสาลี

3. ศึกษาความหนาของหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ระดับ 0.5 mm และ 1 mm ด้วยการวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยจัดสิ่งทดลองแบบ 1 ปัจจัย 2 ระดับ

เมื่อได้ระดับการเติมหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ 20% ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมแล้ว จากนั้นจึงทำการศึกษาระดับความหนาของปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ 2 ระดับ คือ หนา 0.5 มิลลิเมตร และ 1 มิลลิเมตร เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัสด้านการแตกหัก โดยทำการวัดค่าทางกายภาพ โดยใช้สูตรดังตารางที่ 45 และทำการผลิตตามวิธีการที่กล่าวไว้ในภาพที่ 12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก10 สูตรพื้นฐานของปลาหมึกปรุงรสอบกรอบที่ความหนาระดับ 0.5 mm และ 1 mm

ส่วนประกอบ	สูตร (%)
ซูริมิ	47.27
หัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส	20.00
แป้งมัน	13.64
น้ำตาล	5.45
เกลือ	1.82
ซอสถั่วเหลือง	2.73
น้ำแข็ง	9.09

ที่มา: ดัดแปลงจากเบญจวรรณ (2545)

เมื่อผลิตปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสในทุกสูตรแล้ว จึงนำสูตรทั้งหมดมาคัดเลือกระดับความหนาที่เหมาะสม และนำผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบมาวิเคราะห์ค่าคุณภาพด้านต่างๆตามที่กล่าวถึงในข้อ 2.1.1 และ 2.1.3-2.1.4 ได้ผลดังตารางที่ 46

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก11 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ 2 ตัวอย่าง

ค่าทางกายภาพ		สูตรที่ 1 (0.5 mm)	สูตรที่ 2 (1 mm)
a_w ns		0.43±0.00	0.44±0.01
ค่าสี ns	L*	32.66±1.72	32.82±1.01
	a*	12.47±1.39	13.49±1.50
	b*	20.01±1.62	20.09±2.75
ความหนา (mm)		0.62^{b}±0.13	1.00^{a}±0.01
เนื้อสัมผัส	การแตกหัก (N)	1.93^{b}±0.24	5.22^{a}±0.70
	ความแข็ง (N)	3.07^{b}±0.46	6.86^{a}±0.73

หมายเหตุ ใช้การทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธี Independent Samples T-Test โดยที่

$^{a-b}$ แสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดในแนวนอนที่มีตัวอักษรแตกต่างกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากตารางที่ 46 แสดงค่าทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบที่ได้ พบว่าการรีดปลาหมึกเป็นแผ่นหนา 0.5 mm และ 1.0 mm นั้นให้ค่า a_w และค่าสี ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ส่งผลต่อความหนาและเนื้อสัมผัสด้านการแตกหัก โดยที่ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบที่หนา 1.0 mm จะให้ค่าการแตกหักมากกว่าปลาหมึกปรุงรสอบกรอบที่หนา 0.5 mm ทั้งนี้จะพบว่าปลาหมึกปรุงรสอบกรอบที่หนา 1.0 mm ให้ค่าการแตกหักที่เทียบเคียงกับของตัวอย่าง A (6.42±0.71) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบมากที่สุด

จากนั้นจึงทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อเปรียบเทียบกับผลการวัดค่าทางกายภาพ ได้ผลดังตารางที่ 47

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก12 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย	
	สูตรที่1	สูตรที่2
สี^{ns}	6.00±1.09	6.20±1.04
กลิ่นรสปลาหมึก^{ns}	7.00±1.87	6.80±0.84
ความกรอบ^{ns}	6.60±1.04	7.40±1.34
รสหวาน^{ns}	6.60±1.34	6.20±1.64
รสเค็ม^{ns}	6.60±1.28	6.60±0.97
ความชอบโดยรวม^{ns}	7.40±0.89	7.80±0.84

หมายเหตุ ใช้การทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธี Independent Samples T-Test โดยที่ ^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมสูตรที่ 2 สูงที่สุด ซึ่งเป็นสูตรที่ตัวอย่างมีความหนา 1 mm ทั้งนี้จะเห็นว่าผู้บริโภคให้คะแนนทางด้านสี ความกรอบ และความชอบโดยรวมสูงกว่าตัวอย่างที่มีความหนา 0.5 mm ดังนั้นจึงควรเลือกตัวอย่างที่มีความหนา 1 mm ไว้ใช้สำหรับการพัฒนาสูตรต่อไป

การทดสอบความพอดีของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบเพื่อเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาในการปรับสูตรได้ผลดังตารางที่ 48

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก13 การทดสอบความพอดีของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ

คุณลักษณะ	สูตรที่	น้อยเกินไป	พอดี	มากเกินไป
		%	%	%
สี	1	8	78	14
	2	4	80	16
กลิ่นรสปลาหมึก	1	12	82	6
	2	18	76	6
ความกรอบ	1	8	86	6
	2	14	78	8
รสหวาน	1	12	84	4
	2	8	90	2
รสเค็ม	1	8	90	2
	2	12	84	4

จากการทดสอบความพอดี (ตารางที่ 48) พบว่าสูตรที่ 2 (ตัวอย่างหนา 1 mm) เป็นสูตรที่ค่อนข้างดี โดยได้รับคะแนนความพอดีในระดับมากกว่าร้อยละ 70 ในทุกๆด้านจึงไม่ต้องปรับสูตร (เพ็ญขวัญ, 2556) ดังนั้นจึงสามารถนำสูตรนี้ไว้ใช้สำหรับการพัฒนาสูตรต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

1.1 วิธีการวิเคราะห์

อบถ้วยอะลูมิเนียมพร้อมฝา ที่อุณหภูมิ 100 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแน่นอน 1.0-1.5 กรัม ลงในถ้วยอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแล้ว ทำแห้งในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 100 ± 5 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่

1.2 วิธีคำนวณ

สามารถคำนวณหาปริมาณของความชื้นในตัวอย่างได้จากสมการด้านล่าง

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = 100 \times \frac{(W1-W2)}{W1-W}$$

เมื่อ W = น้ำหนักของถ้วยอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด
W1 = น้ำหนักของถ้วยอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด และตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)
W2 = น้ำหนักของถ้วยอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด และตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

2. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Kjeldahl method) (AOAC, 2000)

2.1 วิธีการวิเคราะห์

2.1.1 ชั่งตัวอย่าง 0.5-1.0 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยระวังอย่าให้ติดข้างหลอด

2.1.2 เติมตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งประกอบด้วยโพแตสเซียมซัลเฟต 10 กรัม และคอปเปอร์ซัลเฟต 0.5 กรัม จากนั้นเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 12 มิลลิลิตร

2.1.3 นำหลอดย่อยต่อเข้ากับชุดย่อย ย่อยจนได้สารละลายสีเขียวใส ทิ้งไว้ให้เย็นและไอกรดหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.4 นำหลอดย่อยต่อเข้ากับชุดกลั่นอัตโนมัติ เติมน้ำกลั่น 60 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 40 จนกว่าสารละลายในหลอดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

2.1.5 กลั่นสารละลายประมาณ 3 นาที และรองรับสารละลายที่กลั่นได้ด้วยขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งมีสารละลายกรดบอริกความเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 40 มิลลิลิตรที่เติมอินดิเคเตอร์เมทิลเรดผสมโบรโมครีซอลกรีน 1:1

2.1.6 นำไปไตเตรตด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งได้สารละลายสีชมพูอ่อน (จุดยุติ) บันทึกปริมาตรสารละลายกรดที่ใช้เพื่อนำไปคำนวณหาร้อยละของไนโตรเจน และร้อยละของโปรตีน

2.2 วิธีการคำนวณ

สามารถคำนวณหาร้อยละของไนโตรเจนและร้อยละของโปรตีนในตัวอย่างได้จากสมการด้านล่าง

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (\%)} = \frac{(V1-V2) \times \text{molarity} \times 14.007 \times 100}{\text{mg. of sample}}$$

เมื่อ V1 = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

V2 = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรต blank (มิลลิลิตร)

$$\text{ปริมาณโปรตีน} = \text{ปริมาณไนโตรเจน (\%)} \times F$$

เมื่อ F = conversion factor ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของแหล่งโปรตีนปริมาตรโปรตีนส่วนใหญ่ประกอบด้วย N = 16% ดังนั้นค่า F ของการคำนวณหาปริมาณในอาหารทั่วไป เท่ากับ 6.25

3. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)

3.1 วิธีการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.1 ชั่งตัวอย่าง 1-2 กรัม ใส่กระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก หลังจากนั้นนำไปใส่ในทิมเบอร์ (thimber)

3.1.2 เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาตร 50-75 มิลลิลิตร ในถ้วยอะลูมิเนียมซึ่งรู้น้ำหนักแน่นอน (W2)

3.1.3 นำทิมเบอร์และถ้วยอะลูมิเนียมต่อเข้ากับชุดวิเคราะห์ไขมัน

3.1.4 ทำการสกัดโดยการแช่ตัวอย่างในปิโตรเลียมอีเทอร์เป็นเวลา 20 นาที แล้วจึงสกัดด้วยการไซฟอนเป็นเวลา 45 นาที

3.1.5 ระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากถ้วยอะลูมิเนียมโดยการวางในตู้ดูดควันเป็นเวลา 10 นาที

3.1.6 นำถ้วยอะลูมิเนียมซึ่งมีน้ำมันไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

3.1.7 ปล่อยให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก

3.2 วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{100 \times (W1-W2)}{W}$$

เมื่อ W = น้ำหนักตัวอย่างอบแห้ง (กรัม)

W1 = น้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมและไขมันหลังจากอบแห้งจนน้ำหนักคงที่ (กรัม)

W2 = น้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมที่นำไปอบจนได้น้ำหนักคงที่ (กรัม)

4. การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยหยาบ (AOAC, 2000)

4.1 วิธีการวิเคราะห์

4.1.1 นำครูซิเบิลที่บรรจุตัวอย่างประมาณ 0.5-3 กรัม วางลงในตำแหน่งที่บรรจุครูซิเบิลของเครื่อง Fibertec hot extraction unit

4.1.2 เติมสารละลายกรดซัลฟูริก 0.255 นอร์มัล ปริมาตร 100-200 มิลลิลิตร ลงในคอลัมน์ ทำการสกัดเป็นเวลา 30 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1.3 เมื่อครบเวลา ปล่อยสารละลายกรดซัลฟูริกออกจากคอลัมน์ ล้างกรดออกจากตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นเดือด

4.1.4 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.313 นอร์มัล ปริมาตร 100-200 มิลลิลิตร ลงในคอลัมน์ ทำการสกัดเป็นเวลา 30 นาที

4.1.5 เมื่อครบเวลา ปล่อยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ออกจากคอลัมน์ เติมเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 เพื่อล้างด่างออกจากตัวอย่าง

4.1.6 นำครูซิเบิลพร้อมตัวอย่างที่ผ่านการสกัดด้วยกรดและเบสแล้วไปอบที่ 105-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก

4.1.7 อบอีก 2 ครั้ง จนน้ำหนักต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิกรัม จะได้น้ำหนักครูซิเบิลรวมกับกาก (W1)

4.1.8 นำเข้าเตาเผา เผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาวหรือเทา ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก จะได้น้ำหนักครูซิเบิล+เถ้า

4.2 วิธีการคำนวณ

$$\text{Crude fiber} = \frac{100 \times (W1-W2)}{W}$$

เมื่อ W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W1 = น้ำหนักครูซิเบิล + กาก (กรัม)

W2 = น้ำหนักครูซิเบิล + เถ้า (กรัม)

5. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)

5.1 วิธีการวิเคราะห์

5.1.1 เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาเพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อน ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก

5.1.2 ชั่งตัวอย่าง 1 กรัมลงในถ้วยกระเบื้อง เผาไล่ควันด้วยตะเกียงบุนเสน

5.1.3 นำเข้าเตาเผา เผาที่อุณหภูมิ 550 °ซ จนได้เถ้าสีขาวหรือเทา ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (\%)} = \frac{100 \times (W2-W)}{W1-W}$$

เมื่อ W = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ (กรัม)

W1 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

W2 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

6. การวิเคราะห์ Thiobarbituric acid number (TBA)

6.1 วิธีการวิเคราะห์

6.1.1 ชั่งตัวอย่างมา 10 กรัม ปั่นกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นาน 2 นาที แล้วเทใส่ขวดสำหรับกลั่น ล้างเครื่องปั่นด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 47.50 มิลลิลิตร

6.1.2 เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 4 โมลาร์ ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร เพื่อปรับให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำถึง 1.5 เติมสารยับยั้งการเกิดโฟม (anti-foaming)

6.1.3 นำไปกลั่นโดยให้ความร้อนด้วยเครื่อง heating mantle กลั่นจนได้ของเหลวปริมาตร 50 มิลลิลิตร

6.1.4 ปิเปตของเหลวที่กลั่นได้มา 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่มีฝาปิด เติมสารละลาย TBA reagent 5 มิลลิลิตร ปิดฝา เขย่าแล้วนำไปต้มในน้ำเดือดนาน 35 นาที

6.1.5 ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตรแทนตัวอย่าง

6.1.6 หลังจากต้มในน้ำเดือดครบ 35 นาที แล้วนำหลอดไปทำให้เย็นภายใน 10 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร และคำนวณหาค่า TBA

6.2 วิธีการคำนวณ

TBA number (มิลลิกรัม malonaldehyde ต่อกิโลกรัม) = 7.8 x OD

OD = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การวิเคราะห์ค่าการแตกหัก (N) และ ความแข็ง (N)

วัดโดยใช้ Texture Analyzer รุ่น TA.XT.plus ซึ่งมีวิธีการใช้ดังนี้

1) เข้าโปรกรม Texture Exponent 32

เมื่อเข้าโปรแกรม Texture Exponent 32 จะปรากฏหน้าต่างให้ใส่ Password และใส่ Password : PD แล้วคลิก OK

2) การ Calibrate Force

การ Calibrate Force มีขั้นตอนการ Calibrate ดังนี้

เลือกเมนู TA → Calibrate → Calibrate Force

** ให้สังเกตตัวเลขในช่อง Capacity นี้ว่าตรงกับขนาดของ Load cell หรือไม่ ถ้าตรงกด Next

จากนั้นพิมพ์น้ำหนักลูกตุ้มมาตรฐาน (2000 g) ที่จะใช้ Calibrate เครื่อง Texture Analyzer ในช่อง Calibration Weight จากนั้นวางตุ้มน้ำหนักบน Calibration platform แล้วกด Next

เมื่อเครื่อง Calibrate สำเร็จจะปรากฏสถานะในช่อง Status ว่า Calibration complete ให้กด Finish จากนั้นนำตุ้มน้ำหนักลงจาก Calibration platform และกด OK เพื่อเสร็จสิ้นการ Calibrate Force

3) การ Calibrate Height

การ Calibrate Height ทำเพื่อให้เครื่องรู้จักตำแหน่งของฐาน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

เริ่มจากประกอบหัววัดที่ต้องการใช้เข้ากับเครื่อง Texture analyzer จากนั้นเลือก TA→ Calibrate → Calibrate Height และตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีตัวอย่างหรือสิ่งของใดๆวางอยู่บนฐานเครื่อง จากนั้นเลื่อนหัววัดให้เทียบกับฐานมากที่สุดเพื่อลดระยะในการ Calibrate โดยกดปุ่ม และ พร้อมกันซึ่งจะทำให้หัววัดเลื่อนลงเร็ว (ถ้าเพียงปุ่มเดียวจะทำให้หัววัดเลื่อนลงช้า) และพิมพ์ค่าต่างๆ ตามสภาวะที่ต้องการทดสอบ เช่น Return Distance, Return Speed และ Contact Force

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4) **การกำหนดค่าทดสอบ**

การกำหนดค่าทดสอบเป็นการสั่งงานเครื่องให้ทำการทดลองตามสภาวะที่กำหนด ดังนี้

ก่อนทำการกำหนดค่าทดสอบต้องเลือกตัวอย่างที่ต้องการวัด โดยเลือก Sample Projects เช่น เลือก TPA จากนั้นจึงกำหนดค่าทดสอบ โดยเลือกเมนู T.A. → T.A. Settings จะปรากฏหน้าจอ

จากนั้นตั้งค่าการทดสอบที่ต้องการวัด โดยอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของหัววัดก่อนการทดสอบและขณะทาการทดสอบเท่ากับ 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และอัตราเร็วหลังการทดสอบเท่ากับ 10 มิลลิเมตรต่อวินาที (ปสรร และ จุฬารัตน์, 2553) โดยต้องเลือก Advanced Option ให้เป็น On จากนั้นกำหนดค่าต่างๆดังภาพ เมื่อใส่ค่าครบแล้ว ให้เลือกเปลี่ยนหน่วยของระยะทาง แรง และเวลาที่ต้องการวัดในส่วน Units ทางด้านขวามือของกล่องข้อความ จากนั้นคลิก Update Project เพื่อโอนค่าที่ตั้งไว้ไปที่เครื่อง Texture Analyzerและค่าที่ตั้งไว้นี้จะปรากฏขึ้นอัตโนมัติเมื่อเข้าโปรแกรมครั้งต่อไป

5) การเริ่มต้นการทดสอบ

เริ่มทำการทดลอง โดยวางตัวอย่างที่ต้องการทดสอบบนฐาน และวัดค่าตามขั้นตอนดังนี้

5.1 เลือกเมนู T.A. → Run a Test หน้าจอจะปรากฏกล่องข้อความ “Test Configuration” เพื่อให้ตั้งค่าการทดสอบ ดังภาพ และคลิกที่ Archive Information เป็นส่วนที่เพิ่มเติมข้อมูลต่างๆ ของตัวอย่าง และควรเลือก Auto save ทุกครั้ง

เมื่อใส่รายละเอียดครบถ้วนแล้วให้คลิกลูกศรทางขวามือของ Path แล้วเลือก Browse เพื่อเลือกโฟลเดอร์ที่ต้องการ Save จากนั้นคลิก Probe Selection สำหรับเลือกหัววัดตามที่ใช้งานจริง โดยคลิก ▾ เพื่อเรียกรายการหัววัดขึ้นมา แล้วเลือกหัววัดให้ตรงกับที่ใช้งานจริงในที่นี้ใช้หัววัด หัววัด Crisp Fracture Rig (HDP/CFS) & 1/4” Ball Probe ดังภาพผนวกที่ ค1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ค1 หัววัด หัววัด Crisp Fracture Rig (HDP/CFS) & 1/4” Ball Probe

จากนั้นคลิก Parameters สำหรับบันทึกข้อมูลต่างๆ ของตัวอย่าง โดยข้อมูลที่ระบุในแต่ละข้อหากไม่เลือกประเภท Auto ก็สามารถเติมเองได้ในช่อง Value และสามารถเลือกเปลี่ยนหน่วยได้ในช่อง Units และเมื่อต้องการใช้ค่า Parameter ตัวใดให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่อง Use เพื่อบันทึกข้อมูลเก็บไว้คู่กับกราฟเสมอ (โปรแกรม Texture Exponent 32 บน Desktop)

Data Acquisition ใช้กำหนดความถี่ในการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาพล็อตกราฟ โดยเลือกที่ช่อง Acquisition rate ซึ่งมีหน่วยเป็น PPS หรือ Point per Second ปกตินั้นตัวอย่างทั่วไปมักตั้งค่า Acquisition rate 200 PPS เนื่องจากหากเลือกความถี่ในการเก็บข้อมูลสูงจะใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูลมาก แต่หากเลือกความถี่น้อยเกินไปจะส่งผลให้ข้อมูลในบางจุดหายไป ในส่วน Data to Acquire นั้นจะใช้เมื่อมีการต่ออุปกรณ์พิเศษเข้ากับเครื่อง Texture Analyzer เท่านั้น
** ตัวอย่างประเภทขนมขบเคี้ยวหรือการใช้ Adhesive Test ควรกำหนดให้ค่า Acquisition rate เป็น 500 PPS

ส่วน Pre-Test และ Post-Test ใช้กำหนดเงื่อนไขในการทดสอบ เช่น ให้เครื่องถ่วงเวลาไว้เมื่อสั่ง Run a Test หรือให้ลบกราฟแสดงผลการทดลองที่ทำไว้ก่อนหน้า เป็นต้น

เมื่อตั้งค่าในข้อ 6.1 ถึง 6.6 ครบถ้วนแล้ว คลิก Apply จากนั้นคลิก Run a Test เพื่อเริ่มการทดลอง

เมื่อวัดค่าตัวอย่างเสร็จให้กด และ พร้อมกันเพื่อเลื่อนหัววัดขึ้นอย่างเร็ว จากนั้นนำตัวอย่างออกจากฐาน และทำความสะอาด

(โปรแกรม Texture Exponent 32 บน Desktop)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6) การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำโดยคลิก Run Macro ที่แถบเมนูด้านบน จากนั้นเครื่องจะหา Peak เมื่อเจอ Peak ที่ต้องการให้คลิก Yes แต่หากไม่ใช่ Peak ที่ต้องการให้คลิก No

2. การวัดค่า water activity ด้วยเครื่องวัดค่า a_w ยี่ห้อ AQUA LAB, CX3TE, USA

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1) เมื่อเสียบปลั๊กเครื่องจะติดแบบ Auto ทันที
2) นำตัวอย่างใส่ตลับพลาสติก AQUA LAB ที่ผ่านการอบแห้งสนิทแล้วใส่ตัวอย่างระหว่างเตรียมตัวอย่างปิดฝาไว้ก่อน
3) เปิดฝาครอบของเครื่องและเปิดฝาตลับพลาสติก AQUA LAB นำมาใส่ไว้ใน Measuring Chamber
4) ปิดฝาให้เรียบร้อย
5) เริ่มวัดค่ากดปุ่ม Enter เมื่อวัดค่าเสร็จเครื่องจะมีเสียงร้องเตือน
6) อ่านค่า a_w ที่ได้

3. วิเคราะห์ค่าสีในระบบ CIE L* a* b (ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM 3500d)

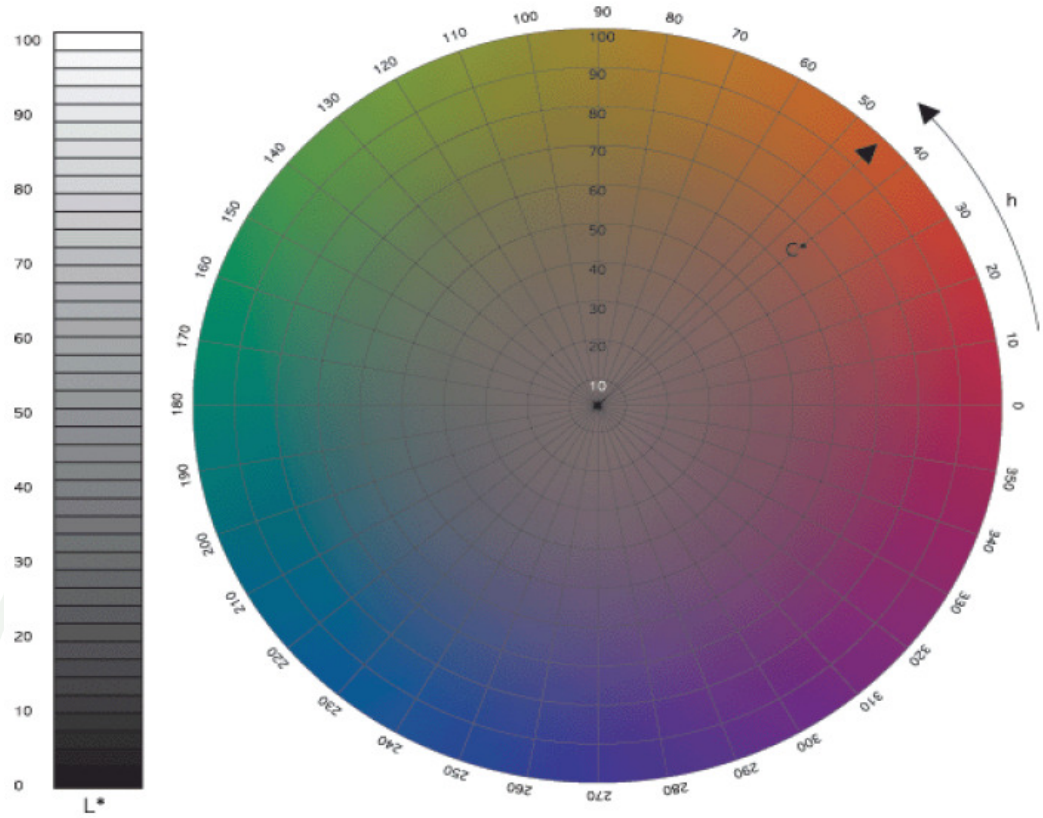
ทำการเทียบมาตรฐานเครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer โดยวัดค่าการสะท้อนแสง (Reflectance) ใช้แหล่งกำเนิดแสง D_{65} มุมผู้สังเกตการณ์มาตรฐาน 10 องศา ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำวัด 5 ครั้ง

ระบบสี CIE L* C* h ถูกพัฒนาขึ้นจากการแปลงค่าสีระบบ CIE L* a* b* ให้เป็นค่าความเข้มสี (Chroma, C*) และค่ามุมของสี (hue angle, h) ซึ่งเป็นค่าที่รับรู้โดยทั่วไป สมการสำหรับคำนวณค่า C* และ h คือ

ค่าความเข้มสี $C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$

ค่ามุมของสี (องศา) $h = \arctan \frac{b^*}{a^*}$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ค2 ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเข้มสี (C*) และค่ามุมของสี (h)

4. **วิเคราะห์ความหนา (มม.)**

วัดโดยใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ โดยการนำตัวอย่างปลาหมึกปรุงรสอบกรอบมาตัดเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 5.0 × 5.0 ซม. และวัดความหนาของตัวอย่าง ๆ ละ 3 จุด บริเวณข้างบน-กลาง-ล่าง แล้วหาค่าเฉลี่ยของความหนาของตัวอย่าง โดยวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ (ดัดแปลงจาก Singh, 2009)

5. ร้อยละผลผลิต

คำนวณได้จาก สูตร % ร้อยละผลได้ = $\frac{\text{น้ำหนักหลังย่าง}}{\text{น้ำหนักสูตรทั้งหมด}} \times 100$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

1.1 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.1.1 ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar ตามที่ข้างขวดระบุ ต้มจนเดือด แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.2 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1.2. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ใส่ในถุงสำหรับเครื่องตีป่น (stomacher) จากนั้นเติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ปริมาตร 90 มิลลิลิตร

1.2.2 นำตัวอย่างในข้อ 1.2.1 ไปตีด้วยเครื่องตีป่น (stomacher) เป็นเวลา 60 วินาที

1.2.3 จากนั้นปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เข้าเครื่องเขย่าหลอด (vortex) เพื่อให้เข้ากัน ได้ตัวอย่างความเจือจางที่ระดับ 10^{-1} ทำการเจือจางด้วยวิธี serial dilution จนคาดว่ามีจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี

1.2.4 ปิเปตตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ เทอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ในข้อ 1.1 ปริมาณ 22-25 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว

1.2.5 นำไปบ่มโดยคว่ำจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง

1.2.6 นับเชื้อและคำนวณจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด หน่วย cfu/g หรือ cfu/ml

2. การวิเคราะห์จำนวนราและยีสต์

2.1 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.1.1 ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Drextose Agar ตามที่ข้างขวดระบุ ต้มจนเดือด แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.2.1 ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ด้วยวิธี เทคนิคปลอดเชื้อ ใส่ในถุงสำหรับเครื่องตีป่น (stomacher) จากนั้นเติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ปริมาตร 90 มิลลิลิตร

2.2.2 นำตัวอย่างในข้อ 1.2.1 ไปตีด้วยเครื่องตีป่น (stomacher) เป็นเวลา 60 วินาที

2.2.3 จากนั้นปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เข้าเครื่องเขย่าหลอด (vortex) เพื่อให้เข้ากัน ได้ตัวอย่างความเจือจางที่ระดับ 10^{-1} ทำการเจือจางด้วยวิธี serial dilution จนคาดว่ามีจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 25 – 250 โคโลนี

2.2.4 ปิเปตตัวอย่างปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ เทอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ในข้อ 2.1 ปริมาณ 22 – 25 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว

2.2.5 นำไปบ่มโดยคว่ำจานเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง

2.2.6 นับเชื้อและคำนวณจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด หน่วย cfu/g หรือ cfu/ml

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก จ

แบบสอบถามและแบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบสอบถามความชอบ ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ (Hedonic)

ชื่อผู้ทดสอบ ..... วันที่ .....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาทดสอบ ให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยให้คะแนนตามคำอธิบายดังนี้

คะแนนความชอบ	1 = ไม่ชอบมากที่สุด	2 = ไม่ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปานกลาง
	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	5 = เฉยๆ	6 = ชอบเล็กน้อย
	7 = ชอบปานกลาง	8 = ชอบมาก	9 = ชอบมากที่สุด

ตัวอย่าง.....		**ตัวอย่าง.....**		**ตัวอย่าง.....**	
คุณลักษณะ	**คะแนนความชอบ**	**คุณลักษณะ**	**คะแนนความชอบ**	**คุณลักษณะ**	**คะแนนความชอบ**
สี		สี		สี	
กลิ่นรส		กลิ่นรส		กลิ่นรส	
ปลาหมึก		ปลาหมึก		ปลาหมึก	
ความกรอบ		ความกรอบ		ความกรอบ	
รสหวาน		รสหวาน		รสหวาน	
รสเค็ม		รสเค็ม		รสเค็ม	
ความชอบโดยรวม		ความชอบโดยรวม		ความชอบโดยรวม	

<u>ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม</u>

.....
...
.....
...

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบสำรวจการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การสอบถามความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้เป็นการวิจัยการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิชาระเบียบวิธีวิจัยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมเกษตร (01054591) ของนิสิตปริญญาโท ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านทำการทดสอบผลิตภัณฑ์และตอบแบบสอบถาม ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้ โดยข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อท่านทั้งสิ้น ในการนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างดีมา ณ โอกาสนี้

คำอธิบาย

ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส คือ ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ถูกพัฒนาขึ้นให้มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำลงและยังคงคุณค่าทางโภชนาการรวมทั้งมีรสชาติที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ โดยใช้วัตถุดิบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสเป็นองค์ประกอบหลักจึงเป็นการเพิ่มทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภค ซึ่งสามารถรับประทานได้ง่ายและสะดวกในรูปแบบของขนมขบเคี้ยว

ซูริมิ (surimi) เป็นภาษาญี่ปุ่นที่ใช้เรียกเนื้อปลาบดที่ผ่านการล้างด้วยน้ำ แล้วเติมสารที่ช่วยป้องกันการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน เช่น น้ำตาล หรือซอร์บิทอล นอกจากนี้ยังอาจมีการเติมสารประกอบฟอสเฟตก่อนนำไปแช่แข็ง ซูริมิสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น คามาโบโกะ ไส้กรอก เต้าหู้ปลา ลูกชิ้น และปูเทียม เป็นต้น (สุทธวัฒน์, 2549)

ขอขอบพระคุณ

ผู้วิจัยผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาใส่เครื่องหมาย / ในช่องที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมตรงกับความจริงของท่าน

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ

◯ หญิง ◯ ชาย

อายุ

◯ 12 ปี ◯ 13-15 ปี ◯ 16-18 ปี

ระดับการศึกษาในปัจจุบัน

◯ ต่ำกว่า ม.1 ◯ ม.1-ม.3

◯ ม.4-ม.6 ◯ อื่นๆ.....

ลักษณะความเป็นอยู่

◯ อาศัยอยู่คนเดียว ◯ อาศัยอยู่กับเพื่อน/ญาติ

◯ อาศัยอยู่กับครอบครัว ◯ อื่นๆ.....

รายได้เฉลี่ย/เดือน (ของครอบครัว)

◯ น้อยกว่า 5,000 บาท ◯ 5,000-10,000 บาท

◯ 10,001-15,000 บาท ◯ มากกว่า 15,000 บาท ◯ อื่นๆ.....

จำนวนสมาชิกที่อาศัยอยู่ร่วมกัน

◯ อาศัยอยู่คนเดียว ◯ 2-3 คน ◯ 4-5 คน

◯ 5-6 คน ◯ มากกว่า 6 คน ◯ อื่นๆ.....

<u>ส่วนที่ 2</u> ข้อมูลทางด้านพฤติกรรมและความรู้สึกของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

1. ท่านชอบผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบยี่ห้อใด ต่อไปนี้มากที่สุด (ตอบเพียงข้อเดียว)

   ◯ เบนโตะ ◯ สควิดดี้ ◯ ฟิชโช ◯ อื่นๆ.....

2. โดยส่วนมากท่านซื้อผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากที่ไหน (ตอบเพียงข้อเดียว)

   ◯ ร้านสะดวกซื้อ (เซเว่น) ◯ ห้างสรรพสินค้า ◯ ร้านค้าทั่วไป ◯ อื่นๆ.....

3. ท่านมีปัจจัยใดในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบ (ตอบเพียงข้อเดียวที่คิดว่าสำคัญที่สุด)

   ◯ ซื้อไว้รับประทานเล่น ◯ ราคาถูก ◯ สะดวกในการซื้อ

   ◯ รสชาติดี ◯ มีประโยชน์ ◯ อื่นๆ.....

(ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ท่านเห็นด้วยกับแนวความคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสหรือไม่

◯ เห็นด้วย (ตอบข้อ 5-8) ◯ ไม่เห็นด้วย เพราะ.....

5. ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ท่านต้องการ

◯ เนื้อละเอียด ◯ เนื้อหยาบ
◯ เนื้อกึ่งหยาบกึ่งละเอียด ◯ อื่นๆ……

6. รูปร่างของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ท่านต้องการ

◯ เป็นแผ่นแบนๆ ◯ เป็นแผ่นม้วนๆ
◯ อื่นๆ……

7. ชรสชาติที่เด่นของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ท่านต้องการ

◯ รสเค็ม ◯ รสหวาน
◯ รสเผ็ด ◯ รสเปรี้ยว

8. รสชาติที่แปลกใหม่ของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ท่านต้องการ (ตอบเพียงข้อเดียว)

◯รสต้มยำ ◯รสลาบ ◯รสชีสต์ ◯รสชาติอื่นๆ.....

9. หากมีการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสท่านสนใจที่จะร่วมทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ดังกล่าวหรือไม่

◯สนใจ ◯ไม่สนใจ เพราะ.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

*****ขอบพระคุณที่ให้ความร่วมมือ****

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การสอบถามความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้เป็นการวิจัยการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ ของนิสิตปริญญาโท ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านทำการทดสอบผลิตภัณฑ์และตอบแบบสอบถาม ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้ โดยข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อท่านทั้งสิ้น ในการนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างดีมา ณ โอกาสนี้

คำอธิบาย

ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส คือ ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสที่ถูกพัฒนาขึ้นให้มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำลงและยังคงคุณค่าทางโภชนาการรวมทั้งมีรสชาติที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ โดยใช้วัตถุดิบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสเป็นองค์ประกอบหลักจึงเป็นการเพิ่มทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภค ซึ่งสามารถรับประทานได้ง่ายและสะดวกในรูปแบบของขนมขบเคี้ยว

ซูริมิ (surimi) เป็นภาษาญี่ปุ่นที่ใช้เรียกเนื้อปลาบดที่ผ่านการล้างด้วยน้ำ แล้วเติมสารที่ช่วยป้องกันการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน เช่น น้ำตาล หรือซอร์บิทอล นอกจากนี้ยังอาจมีการเติมสารประกอบฟอสเฟตก่อนนำไปแช่แข็ง ซูริมิสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น คามาโบโกะ ไส้กรอก เต้าหู้ปลา ลูกชิ้น และปูเทียม เป็นต้น (สุทธวัฒน์, 2549)

ขอขอบพระคุณ

ผู้วิจัยผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาใส่เครื่องหมาย / ในช่องที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมตรงกับความจริงของท่าน

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ

◯ หญิง ◯ ชาย

อายุ

◯ 10-12 ปี ◯ 13-15 ปี ◯ 16-18 ปี

ลักษณะความเป็นอยู่

◯ อาศัยอยู่คนเดียว ◯ อาศัยอยู่กับเพื่อน/ญาติ

◯ อาศัยอยู่กับครอบครัว ◯ อื่นๆ.....

จำนวนสมาชิกที่อาศัยอยู่ร่วมกัน

◯ อาศัยอยู่คนเดียว ◯ 2-3 คน ◯ 4-5 คน

◯ 5-6 คน ◯ มากกว่า 6 คน ◯ อื่นๆ.....

รายได้เฉลี่ย/เดือน (ของครอบครัว)

◯ น้อยกว่า 5,000 บาท ◯ 5,000-10,000 บาท

◯ 10,001-15,000 บาท ◯ 15,000 บาท-20,000

◯ มากกว่า 20,001 บาท ◯ อื่นๆ.....

ระดับการศึกษาในปัจจุบัน

◯ ต่ำกว่า ม.1 ◯ ม.1-ม.3

◯ ม.4-ม.6 ◯ อื่นๆ.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรส

1. กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสแล้วใส่เครื่องหมายถูก(✓) ลงในคะแนนความชอบด้านล่างให้ตรงกับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์

คุณลักษณะ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
สี									
กลิ่นรสปลาหมึก									
ความกรอบ									
รสหวาน									
รสเค็ม									
ความชอบโดยรวม									

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสหรือไม่

   ☐ ยอมรับ เพราะ.....

   ☐ ไม่ยอมรับ เพราะ.....

3. หากมีผลิตภัณฑ์ปลาหมึกปรุงรสอบกรอบจากซูริมิและหัวปลาหมึกแห้งในน้ำปรุงรสบรรจุในถุงลามิเนตแบบบรรจุก๊าซไนโตรเจน วางจำหน่าย ในราคา 25 บาท (น้ำหนักสุทธิ 36 กรัม ท่านจะซื้อหรือไม่

   ☐ ซื้อ เพราะ.....

   ☐ ไม่ซื้อ เพราะ.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ฉ

การคำนวณค่า Total Penalty

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การคำนวณค่า Total Penalty (เพ็ญขวัญ, 2556)

แนวทางในการปรับปรุงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์นั้นหาได้จากค่า Total Penalty ซึ่งจะสามารถบอกถึงความสำคัญหรือผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์มากน้อยอย่างไร ในการปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

ถ้าค่า Total Penalty มากกว่า |0.50| แสดงว่ามีอิทธิพลสูงมากต้องให้ความสำคัญในการปรับปรุงคุณลักษณะดังกล่าวเนื่องจากส่งผลกระทบต่อการยอมรับของผู้บริโภค

ถ้าค่า Total Penalty มากกว่า |0.25| แสดงว่ามีอิทธิพลเพียงเล็กน้อย

ค่า Total Penalty คำนวณได้จาก Total Penalty = Mean Drop × ร้อยละของระดับความไม่พอดี โดยที่ Mean Drop ของผู้ที่ให้คะแนนในระดับน้อยเกินไปและมากเกินไป ดังนี้

Mean Drop ที่ระดับน้อยเกินไป = ค่าเฉลี่ยด้านความชอบของผู้บริโภคที่ให้คะแนนในระดับพอดี – ค่าเฉลี่ยด้านความชอบของผู้บริโภคที่ให้คะแนนในระดับน้อยเกินไป

Mean Drop ที่ระดับมากเกินไป = ค่าเฉลี่ยด้านความชอบของผู้บริโภคที่ให้คะแนนในระดับพอดี - ค่าเฉลี่ยด้านความชอบของผู้บริโภคที่ให้คะแนนในระดับมากเกินไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ช

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภค (มผช.315/2553)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภคที่บรรจุในภาชนะบรรจุ ไม่ครอบคลุมถึงปลาหมึกบดที่ได้ประกาศเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแล้ว

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภค หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำปลาหมึกแห้งทั้งตัวหรือผ่านการตัดแต่งมาล้างให้สะอาด ทำให้สุกโดยการทอด อบ หรือย่าง อาจนำมาบด ฉีก ทุบ หรือรีดให้ได้ลักษณะตามต้องการ ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ น้ำตาล ซอสปรุงรส อาจเติมเครื่องเทศหรือสมุนไพร เช่น งา เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ อาจอบอีกครั้ง

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดเทียบเคียงกัน การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภคนั้น

3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภคนั้น ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ต้องมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีตามธรรมชาติของปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภคนั้น การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและชิม

3.5 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.6 สารปนเปื้อน

3.6.1 ตะกั่ว ต้องไม่เกิน ๑ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
3.6.2 สารหนูในรูปอนินทรีย์ ต้องไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
3.6.3 ปรอท ต้องไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
3.6.4 แคดเมียม ต้องไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

3.7 วอเตอร์แอกทิวิตี

ต้องไม่เกิน 0.6 การทดสอบให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิที่ (25 ± 2) องศาเซลเซียส

หมายเหตุ วอเตอร์แอกทิวิตี เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งมีผลโดยตรงต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเป็นปัจจัยที่ชี้ระดับa_wที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้ในการเจริญเติบโต

3.8 ค่าเพอร์ออกไซด์ (กรณีที่มีการทอด)

ต้องไม่เกิน 30 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม การทดสอบให้ปฏิบัติตาม IUPAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.9 เจือปนอาหาร

3.9.1 ห้ามใช้สีทุกชนิด

3.9.2 ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิด เว้นแต่กรณีที่ติดมากับวัตถุดิบ ให้เป็นไปตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนดการทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

3.10 จุลินทรีย์

3.10.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.10.2 ซาลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

3.10.3 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.10.4 เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.10.5 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภค ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภคในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.2 น้ำหนักสุทธิของปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภคในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลากการทดสอบให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภคทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์ (ตาม มผช.) อาจตามด้วยชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ปลาหมึกสามรส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2) เลขสารบบอาหาร

(3) ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณและเรียงจากมากไปน้อย

(4) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

(5) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม

(6) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(7) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท

(8) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภคที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส

สิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.5 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภครุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสารปนเปื้อน วอเตอร์แอกทิวิตี ค่าเพอร์ออกไซด์และวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 300 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 ถึงข้อ 3.9 จึงจะถือว่าปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภครุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 300 กรัมกรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.10 จึงจะถือว่าปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภครุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภคต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 และข้อ 7.2. ทุกข้อ จึงจะถือว่าปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภครุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบสีและกลิ่นรส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภค 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 เทตัวอย่างปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภคลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 48

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ช1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสีและกลิ่นรส (ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้รับ
สี	สีดีตามธรรมชาติของปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภคนั้น	3
	สีพอใช้ตามธรรมชาติของปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภคนั้น	2
	สีผิดปกติหรือมีการเปลี่ยนสี	1
กลิ่นรส	กลิ่นรสดีตามธรรมชาติของปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภคนั้น	3
	กลิ่นรสพอใช้ตามธรรมชาติของปลาหมึกปรุงรสพร้อมบริโภคนั้น	2
	กลิ่นรสผิดปกติหรือมีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม	1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวภัทราภรณ์ สุขขาว

เกิดวันที่ 10 ธันวาคม 2532

สถานที่เกิด เขตพญาไทย จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา วท.บ. (พัฒนาผลิตภัณฑ์)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2555)

ผลงานทางวิชาการ

Sukkhown, P. and T. Pirak. 2013. The Survey of Consumer Behaviors and Needs for Crispy Dried-Seasoned Roller Squid Product Developed from Surimi and Squid Trim Angulata. 13th ASEAN Food Conference, 9-11 September 2013, Singapore *Meeting Future Food Demands: Security & Sustainability*, Singapore (Poster Presentation).

Sukkhown, P., T. Pirak and P. Dhamvithee. 2014. Development of Crispy Dried-Seasoned Roller Squid Product Developed from Surimi and Squid Trim. Food and Applied Bioscience Journal, 6-8 February 2014, Chiang Mai University, Thailand (Oral Presentation).

Sukkhown, P., T. Pirak and P. Dhamvithee. 2014. Development of Crispy Dried-Seasoned Squid roll Product from Surimi and Squid Trim. TRF-Master Research Congress VIII and RRI-MAG Congress I. Page 335, 3-5 April 2014, The Twin Tower Hotel, Bangkok, Thailand (Oral Presentation).

ทุนการศึกษาที่ได้รับ

ทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัย ทุน สกว.-อุตสาหกรรม ประจำปี 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์