บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

อาหารขบเคี้ยวหรืออาหารอบกรอบ จัดเป็นอาหารว่างที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เพราะรูปร่าง ลักษณะ และกลิ่นรสที่ดึงดูดใจผู้บริโภค อัตราการบริโภคอาหารขบเคี้ยว มีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นเนื่องจากเป็นอาหารที่มีราคาต่อหน่วยต่ำ สามารถเก็บรักษาได้นาน อีกทั้งยังมีความเหมาะสมและสะดวกในการบริโภคได้ทั้งเด็กและผู้ใหญ่ สามารถรับประทานร่วมกับเครื่องดื่มทั้งประเภทร้อนและเย็น และยังรับประทานได้ในทุกช่วงเวลา การผลิตอาหารอบกรอบขายมีมานานแล้ว ทั้งในระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และอุตสาหกรรมในครอบครัว ตามรายงานของ นุชจรินทร์ เกตุนิล (2545) กล่าวว่าในช่วงปี พ.ศ. 2540-2544 การขยายตัวของอุตสาหกรรมอาหารส่งออกของประเทศไทยเป็นไปอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในกลุ่มอาหารพร้อมรับประทาน (ready-to-eat) ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวอุตสาหกรรมอาหารอบกรอบของไทยมีการขยายตัวค่อนข้างมาก โดยพิจารณาจากปริมาณและมูลค่าการส่งออกที่ปรับตัวเพิ่มสูงขึ้น และยังมีผลิตภัณฑ์อาหารอบกรอบชนิดใหม่ๆ ที่จำหน่ายในท้องตลาดมีปริมาณเพิ่มขึ้น สำหรับอาหารอบกรอบที่นิยมบริโภคกัน เช่น คุกกี้ แครกเกอร์ บิสกิต มีปริมาณการส่งออกเฉลี่ยปีละ 21,139 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,633 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2545 ไทยมีปริมาณการส่งออกอาหารอบกรอบรวม 21,187.20 ตัน คิดเป็นมูลค่าถึง 2,356.26 ล้านบาท ซึ่งการปรับตัวของปริมาณและมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2544 คิดเป็นร้อยละ 18.03 และ 14.58 ตามลำดับ (นุชจรินทร์ เกตุนิล, 2546) นอกจากนี้ใน กลุ่มอาหารอบกรอบจากปลามีมูลค่าประมาณ 1,200 ล้านบาท โดยมีส่วนแบ่งการตลาด 3 ประเภท คือ ปลาเส้นร้อยละ 60 ปลาแผ่นร้อยละ 30 และปลาอบกรอบร้อยละ 10 (ผู้จัดการออนไลน์, 2546) และแม้ว่าในช่วง 2-3 ปี ที่ผ่านมา การตลาดในประเทศจะมีอัตราชะลอตัวลงตามภาวะเศรษฐกิจและราคาน้ำมันที่ปรับสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่เด็กไทยยังนิยมบริโภคอาหารขบเคี้ยวเพิ่มขึ้น โดยมีมูลค่าถึง 170,000 ล้านบาทต่อปี (ศูนย์สุขภาพธรรมชาติบำบัดไบโอติค, 2547) ในขณะเดียวกันตลาดการส่งออกอาหารขบเคี้ยวในปี พ.ศ. 2548 กลับมีการขยายตัวสูงถึงร้อยละ 29.1 เนื่องมาจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบและถั่วเพื่อการส่งออกไปยังตลาดหลักในประเทศไต้หวัน ฮ่องกง และสิงคโปร์ (วิภาดา อึ้งตระกูล, 2548) ดังข้อมูลประมาณการส่งออกอาหารขบเคี้ยวซึ่งแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แนวโน้มการส่งออกอาหารขบเคี้ยวปี พ.ศ. 2548 – 2549

Trend of export with snack foods in 2005 - 2006.

Indicator	year			
	2003	**2004**	**2005**	**2006**
Production (tons)	123,963	131,000	136,800	142,700
Rate of changing (%)	5.5	5.7	4.4	4.3
Quantity of consume in Thailand (tons)[1]	122,000	129,000	135,200	141,500
Rate of changing (%)	6.1	5.9	4.6	4.7
Cost of export in Thailand (million bahts)[1]	10,570	11,150	11,670	12,240
Rate of changing (%)	5.7	5.5	4.7	4.9
Quantity of export (tons)[2]	6,691	7,714	8,400	9,000
Rate of changing (%)	-7.3	15.3	8.9	7.1
Cost of export (million bahts)[2]	641	736	950	1,070
Rate of changing (%)	-8.3	14.8	29.1	12.6

[1]Business research officer of Krung Thai Bank Public Co., Ltd. and [2]Ministry of commercial

ที่มา: ดัดแปลงจาก วิภาดา อึ้งตระกูล (2548)

Source: Modified from Ouangtragul (2005)

โปรตีนปลาไฮโดรไลเสตเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งได้จากการนำเอาวัสดุเศษเหลือต่างๆ จากปลา เช่น หัว เครื่องใน เลือด น้ำล้าง เป็นต้น มาผ่านกระบวนการย่อยสลายด้วยสารเคมีหรือเอนไซม์ เนื่องจากปฏิกิริยาการย่อยสลายที่ไม่รุนแรง ทำให้โปรตีนปลาไฮโดรไลเสตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ให้สมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนที่ดี มีความปลอดภัยเมื่อทดสอบความเป็นพิษกับหนูทดลอง และสามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหารได้ จึงมีการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างหลากหลาย เช่น อาหารสัตว์ สารปรุงแต่งอาหาร ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ และอาหารขบเคี้ยว เป็นต้น (พานิช ทินนิมิตร, 2535; สุปราณี แย้มพราย, 2539; Surowka and Fik, 1992; Yong and Eun, 1995; Yu and Tan, 1981) แต่เนื่องจากอาหารขบเคี้ยวส่วนใหญ่ประกอบด้วย แป้ง น้ำมัน น้ำตาล รวมถึงผงชูรสและเกลือแกง จึงเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูง แต่มีคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างต่ำ สารอาหารที่จำเป็นอื่นๆ เช่น โปรตีน เกลือแร่ และวิตามินจึงมีอยู่น้อย ซึ่งถ้ามีการบริโภคเข้าไปในปริมาณมากจะส่งผลเสียต่อสุขภาพได้ อาจก่อให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคอ้วน โรคขาดสารอาหาร โรคฟันผุ เป็นต้น

ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารอบกรอบที่มีโปรตีนปลาไฮโดรไลเสตเป็นส่วนประกอบ ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความหลากหลายในการใช้ประโยชน์โปรตีนปลาไฮโดรไลเสตในผลิตภัณฑ์อาหาร และยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและความหลากหลายของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ตรวจเอกสาร

อาหารขบเคี้ยว (snack food) หมายถึง ผลิตภัณฑ์อาหารที่เตรียมได้ง่าย มีขนาดเล็ก อาจเป็นผลิตภัณฑ์ที่ร้อนหรือเย็น มีลักษณะเป็นของแข็งหรือของเหลว อาจเป็นอาหารประเภทคาวหรือหวาน อาจเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารครบถ้วนหรือบริโภครองท้องเวลาหิว อาจเป็นอาหารที่บริโภคได้ทันทีหรือต้องนำมาปรุงแต่งหรือผ่านกรรมวิธีอีกเล็กน้อย นิยมรับประทานระหว่างอาหารมื้อหลัก หรือรับประทานระหว่างการเดินทาง ดูภาพยนตร์ เล่นกีฬาหรือในช่วงพักผ่อนหย่อนใจ (Edmund, 2001; Tettweiler, 1991) ซึ่งลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจะแตกต่างกันออกไปตามภูมิอากาศ ภูมิประเทศ ประเพณี วัฒนธรรม และนิสัยการบริโภคของประชากรในแต่ละท้องถิ่น เช่น อาหารขบเคี้ยวที่มีลักษณะกรอบนุ่ม (crispy) หรือกรอบแข็ง (crunchy) มีความพองตัว (puffing or expansion) และมีความหนาแน่นต่ำ (low density) เป็นต้น (อภิญญา เจริญกุล, 2541)

อาหารขบเคี้ยวสามารถแบ่งประเภทได้หลายแบบ ทั้งนี้สามารถจำแนกตามส่วนประกอบออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ (ปฏิมา พรพจมาน, 2547) คือ

1. กลุ่มข้าวและแป้ง เช่น ขนมอบกรอบชนิดแผ่นหรือสอดไส้มีทั้งรสหวานและเค็ม และข้าวเกรียบ เป็นต้น
2. กลุ่มข้าว แป้ง และไขมัน เช่น มันฝรั่งทอดกรอบและข้าวโพดอบกรอบ เป็นต้น
3. กลุ่มที่มีแหล่งโปรตีน เช่น ปลาเส้นและปลาอบกรอบ เป็นต้น
4. กลุ่มที่เป็นแหล่งโปรตีนและไขมัน เช่น ถั่วอบกรอบและถั่วทอด เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์อาหารอบกรอบ

อาหารอบกรอบที่นิยมบริโภคกันมากในประเทศไทย มีทั้งชนิดคาว-หวาน หรือร้อน-เย็น ได้แก่ คุกกี้ แครกเกอร์ และบิสกิต รวมถึงผลิตภัณฑ์อาหารอบกรอบที่ทำจากข้าวซึ่งเป็นขนมพื้นเมืองของญี่ปุ่น ได้แก่ เซมเบ้ และอาราเร่ ซึ่งไม่มีการบริโภคกันแพร่หลายนัก (นุชจรินทร์ เกตุนิล, 2545)

คุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบจากแป้งของธัญพืช ที่มีลักษณะเป็นชิ้นเล็กๆ แบน บาง และกรอบร่วน ทำมาจากแป้งสาลี ไข่ หรือเนย อาจเติมสารให้ความหวานหรือไม่เติมก็ได้ บางชนิดอาจมีการตกแต่งด้วยผลไม้ ถั่ว หรืออาหารชนิดอื่น คุกกี้มักรับประทานกับน้ำชา กาแฟ และเครื่องดื่มอื่นๆ ทั้งร้อนและเย็น หรืออาจทานเล่นก็ได้ สามารถแบ่งชนิดของคุกกี้ตามวัตถุดิบที่ใช้ได้ 2 ชนิด คือ คุกกี้เนย และคุกกี้ไข่ (จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2544)

แครกเกอร์เป็นผลิตภัณฑ์อาหารอบที่มีความชื้นและปริมาณน้ำตาลต่ำ มีไขมันค่อนข้างสูง สามารถเก็บไว้ได้นาน ไม่เสียง่าย มีส่วนผสมหลัก คือ แป้งสาลี น้ำ ไขมัน น้ำตาล เกลือ และสารช่วยให้ขึ้นฟู ลักษณะแป้งผสมค่อนข้างเหนียวและสามารถรีดเป็นแผ่นได้ ซึ่งแครกเกอร์ที่บริโภคกันมีหลายชนิด (จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ, 2543; ทนง ภัครัชพันธุ์ และคณะ, 2546)

แกรแฮมแครกเกอร์ซึ่งเป็นอาหารอบที่ไม่ได้ขึ้นฟูด้วยยีสต์ ไม่ต้องผ่านการหมักเป็นแครกเกอร์ที่นิยมผลิตในปัจจุบัน เนื่องจากการหมักด้วยยีสต์ทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่ต้องการ ลักษณะเนื้อสัมผัสของแครกเกอร์ชนิดนี้จะกรอบแต่ไม่แข็ง เป็นแผ่นบางๆ ส่วนมากนิยมใช้แป้งโฮลวีทในการทำ เติมแต่งด้วยน้ำตาลทรายแดง โมลาส และมอลต์เพื่อเพิ่มกลิ่น หรืออาจใช้น้ำผึ้ง (Blakeney, 1996; Matz, 1984)

บิสกิตเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีลักษณะโดแข็งคล้ายขนมปังไปจนถึงโดนิ่มคล้ายเค้ก แต่จะมีส่วนผสมที่เป็นของเหลวหรือน้ำน้อยกว่าทั้งขนมปังและเค้ก ผลิตภัณฑ์จึงมีลักษณะแข็งและกรอบเป็นส่วนใหญ่ แต่บิสกิตบางชนิดลักษณะคล้ายขนมปังมาก มีความเหนียว ยืดหยุ่นตัว และพองฟู (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2540)

ปลาแผ่นกรอบหรือปลาอบกรอบ ผลิตจากเนื้อปลาบด ผสมแป้ง น้ำ เกลือ และน้ำตาล จนเกิดโด แล้วจึงนำไปให้ความร้อนให้แป้งเกิดเจลาติไนซ์ หลังจากนั้นจึงทำการหั่นให้เป็นแผ่นบาง อบแห้ง และทอด หรืออาจจะนำโดที่ได้ไปผ่านกระบวนการอัดพอง ก่อนที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์พองตัวโดยการอบหรือทอดในน้ำมัน (Nielsen and Bruun, 1990)

ข้าวเกรียบปลาหรือแครกเกอร์ปลา เป็นอาหารขบเคี้ยวที่รู้จักและนิยมรับประทานกันโดยทั่วไปมาเป็นเวลานานในพื้นที่แถบเอเชีย รวมถึงในประเทศไทยด้วย แม้ว่าในตอนนี้จะมีการพัฒนาข้าวเกรียบชนิดต่างๆ มากมาย เช่น ข้าวเกรียบฟักทอง ข้าวเกรียบเผือก เป็นต้น แต่ข้าว-เกรียบปลาก็เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมสูงที่สุด ผลิตจากเนื้อปลาบด ผสมแป้ง น้ำ เกลือ และน้ำตาล จนเกิดโด แล้วจึงนำไปให้ความร้อนจนก้อนแป้งเกิดเจลาติไนซ์ หลังจากนั้นจึงทำการหั่นให้เป็นแผ่นบาง อบแห้ง และทอด/อบก่อนรับประทาน (ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก และคณะ, 2541)

ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหารอบกรอบ

1. แป้ง

แป้งแต่ละชนิดจะมีคุณลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันไป (ตารางที่ 1.2) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญของแป้ง คือ อะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพคติน (amylopectin) ทั้งสองส่วนเป็นโพลิเมอร์ที่แตกต่างกัน โดยอะไมโลสเป็นพอลิเมอร์สายตรงซึ่งประกอบด้วยโมเลกุลกลูโคสที่เชื่อมต่อกันด้วย α-1,4-glycosidic linkage ส่วนอะไมโลเพคตินเป็นพอลิเมอร์เชิงกิ่งซึ่งประกอบด้วยโมเลกุลกลูโคสสายตรงขนาดสั้นที่มีน้ำตาลกลูโคสประมาณ 10-60 หน่วย เชื่อมต่อกันด้วย α-1,4-glycosidic linkage และเชื่อมต่อกันเป็นกิ่งก้านด้วย α-1,6-glycosidic linkage ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 5 ของปริมาณ glycosidic linkages ทั้งหมด (กล้าณรงค์ ศรีรอด, 2542; Gallant *et al*., 1997) เม็ดแป้งประกอบขึ้นจากสายอะไมโลสและอะไมโลเพคตินจับกันเองด้วยพันธะไฮโดรเจนโดยตรงหรืออาศัยน้ำเป็นตัวกลางเชื่อมต่อ อัตราส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพคตินที่แตกต่างกันในแป้งจากแหล่งต่างๆ (ตารางที่ 1.3) ทำให้คุณสมบัติของแป้งแต่ละชนิด ไม่ว่าจะเป็นความหนืด การเกิดเจล ความคงตัว และพองตัวแตกต่างกัน (Satin, 2004)

ตารางที่ 1.2 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งชนิดต่างๆ

Chemical compositions of difference flours.

Flour	Chemical composition (%)				
	Moisture	**Fat**	**Carbohydrate**	**Protein**	**Ash**
Wheat	13.3	0.9	74.1	11.0	0.3
Rice	11.8	0.8	80.4	6.4	0.3
Waxy rice	8.8	4.0	82.7	6.6	0.3
Cassava	9.1	0.5	88.2	1.1	1.1
Corn	13.5	1.0	85.1	0.3	0
Sako	14.8	0.1	84.5	0.4	0

ที่มา: ดัดแปลงจาก ศิริลักษณ์ สินธวาลัย (2525)

Source: Modified from Sinthavalai (1982)

ตารางที่ 1.3 ปริมาณอะไมโลส อะไมโลเพคติน และช่วงอุณหภูมิในการเกิดเจลาติไนซ์ของแป้งชนิดต่างๆ

Amylose and amylopectin contents in difference starches.

Starch type	Amylose (%)	Amylopectin (%)	GTR (°C)[a]
Corn	25	75	62-72
Waxy corn	<1	>99	63-72
High-amylose corn	55-70 (or higher)	45-30 (or lower)	70-95+
Potato	20	80	50-60
Rice	19	81	68-78
Waxy rice	<1	>99	68-77
Tapioca/Cassava/Manioc	17	83	52-61
Wheat	25	75	58-63
Sorghum	25	75	65-74
Waxy sorghum	<1	>99	64-73
Heterowaxy sorghum	<20	>80	64-73

[a]GTR = Gelatinization temperature range

Source: David and Lloyd (2001)

แป้งสุกที่มีปริมาณอะไมโลสสูงจะมีลักษณะแข็ง เช่น แป้งสาลี แป้งข้าวฟ่าง ส่วนแป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพคตินสูงจะให้ลักษณะที่เหนียว ยืดหยุ่นสูง เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว ลักษณะเนื้อสัมผัสและการพองตัวของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพคติน คือ ถ้ามีอะไมโลเพคตินสูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนาแน่นต่ำและเปราะ แต่อะไมโลสจะช่วยลดปัญหาการแตกหักได้ โดยทั่วไปแป้งจะมีอะไมโลเพคตินมากกว่าร้อยละ 50 ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสดี การพองตัวดี น้ำหนักเบา เปราะง่าย การใช้แป้งที่มีอะไมโลสร้อยละ 5-20 จะทำให้ได้ขนมขบเคี้ยวที่ดีที่สุด (เพลินใจ ตังคณะกุล, 2546) ในการผลิตแครกเกอร์หรือขนมอบกรอบต้องใช้แป้งที่มีโครงสร้างของกลูเตนแข็งแรง ยืดหยุ่นหรือรีดเป็นแผ่นได้ง่าย (Faridi *et al*., 1996; Morris and Rose, 1996)

ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก และคณะ (2541) รายงานว่า เมื่อทอดข้าวเกรียบที่ผลิตด้วยแป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว พบว่า ความกรอบจะคงตัวไม่นาน แต่เมื่อเติมแป้งสาลีทดแทนแป้งมันสำปะหลังปริมาณร้อยละ 15 จะช่วยรักษาความกรอบของผลิตข้าวเกรียบกุ้งไว้ได้เป็นเวลานาน นอกจากนี้ เพลินใจ ตังคณะกุล (2546) พบว่า การผสมแป้งข้าวเจ้าหรือแป้งสาลีทดแทนแป้งมันสำปะหลังปริมาณร้อยละ 30 ในการทำข้าวเกรียบ และเมื่อนำไปทอด การพองตัวของผลิตภัณฑ์จะลดลง มีรูพรุนขนาดเล็ก เนื้อแน่น แต่จะคงความกรอบอยู่ได้นาน

พอใจ ลิ้มอุดม (2533) ทำการผลิตอาหารโปรตีนสูงด้วยกระบวนการเอ๊กซ์ทรูชันโดยใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียวผสมกับโปรตีนจากพืช (ถั่วเขียวซีก แป้งถั่วเหลืองชนิดสกัดไขมัน และแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็ม) พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแป้งข้าวเจ้าจะมีลักษณะกรอบแข็ง ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแป้งข้าวเหนียวจะมีลักษณะกรอบร่วน

1.1 แป้งสาลี

แป้งสาลีจะได้จากการสีและบดเมล็ดข้าวสาลีชนิดคอมมอนหรือข้าวสาลีชนิดคอมมอนผสมกับคลับและ/หรือดูรัม ซึ่งปราศจากสิ่งแปลกปลอม เป็นผงละเอียดไม่จับตัวเป็นก้อน มีสีขาวนวล กลิ่นและรสตามธรรมชาติ ไม่มีรสขม ไม่มีกลิ่นอับ ไม่เหม็นเปรี้ยวหรือมีกลิ่นไม่พึงประสงค์อื่นๆ ความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 (มอก. 375-2524)

แป้งสาลีเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ มีหน้าที่หลักคือการให้โครงร่างแก่ผลิตภัณฑ์ แป้งสาลีสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด (จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ, 2543) ดังนี้

- แป้งขนมปัง มีโปรตีนสูงประมาณร้อยละ 12-14 ใช้สำหรับทำขนมปังทั่วไป
- แป้งอเนกประสงค์ มีโปรตีนสูงประมาณร้อยละ 10-11 ใช้สำหรับทำเพสตรี คุกกี้และกะหรี่ปั๊ป แป้งชนิดนี้เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนในอัตราส่วนที่เหมาะสม
- แป้งเค้ก มีโปรตีนต่ำประมาณร้อยละ 7-9 ใช้สำหรับทำเค้ก

องค์ประกอบสำคัญของแป้งสาลี คือ ไกลอะดิน (gliadin) และกลูเตนิน (glutenin) ซึ่งมีอยู่ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้มีผลต่อคุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ เมื่อผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมแล้วจะเกิดเป็นสารที่มีลักษณะยืดหยุ่นเหนียวยืดคล้ายยาง เรียกว่า กลูเตน (gluten) มีโครงสร้างเป็นร่างแหที่สามารถเก็บกักก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักไว้ได้ ทำให้เกิดโครงร่างที่ยืดหยุ่นเป็นฟองของผลิตภัณฑ์เมื่ออบด้วยความร้อนจากตู้อบ (จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ, 2543; อรอนงค์ นัยวิกุล, 2538; Seibel, 1996)

1.2 แป้งข้าวโพด

แป้งข้าวโพดเป็นแป้งที่ผลิตจากเมล็ดธัญพืชผงสีขาวหรือสีขาวนวล มีกลิ่นตามธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นอับเหม็นหืน เหม็นเปรี้ยว หรือกลิ่นไม่พึงประสงค์อื่นๆ และมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 13 (มอก. 637-2529)

แป้งข้าวโพดจะมีคุณสมบัติสามารถเกิดเจลได้ง่าย เนื่องจากมีปริมาณอะไมโลสสูง ค่าความแข็งแรงของเจล (gel strength) สูง ความหนืดสูงทำให้ผิวของผลิตภัณฑ์เรียบและไม่เปลี่ยนแปลงได้ง่ายนัก ส่วนใหญ่อาหารขบเคี้ยวที่ทำโดยกระบวนการเอ๊กซ์ทรูชันนิยมใช้แป้งข้าวโพดเป็นองค์ประกอบหลัก

1.3 แป้งข้าวเหนียว

แป้งข้าวเหนียวมีปริมาณอะไมโลเพคตินสูงถึงร้อยละ 89.53 ของน้ำหนักแห้ง (Jomdung and Mohamed, 1994) จึงให้ลักษณะที่เหนียวและยืดหยุ่นได้ดี ก้อนแป้งสุกที่ได้จากแป้งข้าวเหนียวมีความเหนียวหนืดสูง (David and Lloyd, 2001) เมื่อนำมาผลิตอาหารว่างประเภทพองตัวจะได้ผลิตภัณฑ์ที่พองตัวสูง ขนาดใหญ่ แต่มีลักษณะกรอบร่วน

2. น้ำ

น้ำเป็นส่วนผสมที่มีความจำเป็นต่อการผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ ซึ่งอาจไม่อยู่ในรูปของน้ำโดยตรง แต่อยู่ในลักษณะของของเหลวอื่นๆ โดยน้ำเป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายที่ดี เนื่องจากเกาะเกี่ยวด้วยพันธะไฮโดรเจน ทำให้เกิดการกระจายตัวและสามารถละลายสารได้ ทั้งประเภทอินทรีย์และอนินทรีย์ที่มีอยู่กับสารที่ละลายในน้ำนั้น (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2538)

หน้าที่ของน้ำ ได้แก่

1) ทำให้เกิดกลูเตน
2) ช่วยควบคุมความหนืดของโด
3) ทำให้สตาร์ชเปียกและเกิดเจลได้

ปริมาณน้ำที่ใช้เติมลงในกระบวนการผลิตอาหารอบกรอบมีผลต่อการแตกตัวของเม็ดแป้งมาก ในกระบวนการทำข้าวเกรียบหรือแครกเกอร์ ถ้าใช้ปริมาณน้ำมาก เม็ดแป้งจะแตกตัวได้ดี ให้เจลที่เหนียว ส่งผลให้ก้อนโดมีความหนืดและยืดหยุ่นได้ดี ในทางกลับกัน หากใช้ปริมาณน้ำน้อยเกินไป เม็ดแป้งจะพองตัวน้อย เกิดเจลได้ไม่สมบูรณ์ ได้ก้อนแป้งที่กรอบร่วน เมื่อนำไปทอดหรืออบผลิตภัณฑ์จะไม่พองตัว แต่หากเติมน้ำมากเกินไป ก้อนแป้งจะมีลักษณะเหลว ความหนืดและยืดหยุ่นไม่ดีนัก เมื่อนำไปคลึงเป็นแผ่นมักติดกับเครื่องมือได้ง่าย (ทนง ภัครัชพันธุ์ และคณะ, 2546; Contamine *et al*., 1995; Gutcho, 1973) นอกจากนี้ปริมาณน้ำที่ใช้ในส่วนผสมยังมีผล

ต่อระยะเวลาในการนึ่งแป้งให้สุกด้วยเช่นกัน โดยถ้าใช้น้ำในปริมาณมาก แป้งจะสุกเร็ว แต่ก้อนแป้งจะไม่สามารถคงรูปไว้ได้ แต่ถ้าใช้น้ำน้อย แป้งจะสุกช้าหรือไม่สุกเลย ซึ่งจะส่งผลต่อการพองตัวของผลิตภัณฑ์สุดท้าย (ดวงใจ ทิระบาล และนงนุช รักสกุลไทย, 2533) ในการผลิตแครก-เกอร์จากปลา ปริมาณความชื้นในส่วนผสมควรอยู่ในช่วงร้อยละ 52-68 โดยน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด (Cheow and Yu, 1997)

3. โปรตีนปลาไฮโดรไลเสตเข้มข้น

โปรตีนปลาไฮโดรไลเสตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสของโปรตีน โดยการตัดสายเปปไทด์ที่มีสายยาวให้เป็นกรดอะมิโนอิสระหรือเปปไทด์สายสั้นๆ การผลิตโปรตีนปลาไฮโดรไลเสตสามารถทำได้หลายวิธี โดยการนำเอาปลาหรือวัสดุเศษเหลือจากปลามาผ่านกระบวนการย่อยสลายด้วยสารเคมีพวกกรด-ด่าง หรือเอนไซม์กลุ่มโปรติเอส ทำการควบคุมสภาวะการย่อยสลาย ได้แก่ ระยะเวลา อุณหภูมิ และพีเอช ให้เหมาะสม (Lahl and Braun, 1994)

โปรตีนที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์มักมีรสขม ซึ่งเกิดจากสายเปปไทด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่มีค่าไฮโดรโฟบิกสูงเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมการย่อยที่มากขึ้น ส่งผลให้มีระดับการย่อยสลายเพิ่มมากขึ้น พันธะเปปไทด์จะถูกตัดย่อยมากขึ้น ทำให้ได้เปปไทด์ที่มีขนาดเล็ก (น้ำหนักโมเลกุลต่ำ) จำนวนมากขึ้น (Saha and Hayashi, 2001) สายเปปไทด์ที่ประกอบด้วยอะจีนีน ไกลซีน ไอโซลิวซีน ฟีนิลอะลานีน โพรลีน วาลีน และลิวซีนมีรสขม เพราะมีองค์ประกอบเป็นกรดอะมิโนที่มีหมู่ไม่ชอบน้ำจำนวนมาก (Noguchi *et al*., 1975; Murray and Baker, 1952) Yu และ Tan (1990) รายงานว่า การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากปลา *Oreochromis* ปลา *Sciaena* และโปรตีนไฮโดรไลเสตจากปลา *Oreochromis* พบว่า การเติมโปรตีนปลาไฮโดรไลเสตร้อยละ 10 จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านลักษณะปรากฏ ความกรอบ และสี มีค่าสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับการเติมเนื้อปลาสดทั้ง 2 ชนิด แต่ในปัจจัยด้านกลิ่นรสมีคะแนนต่ำสุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีกลิ่นคาวสูงและรสชาติค่อนข้างขม

โปรตีนปลาไฮโดรไลเสตที่มีคุณภาพดี คือ คือ ควรมีโปรตีนที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นอยู่อย่างครบถ้วนในปริมาณสูง มีปริมาณไขมันต่ำ องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนปลาไฮโดรไลเสตที่ได้จากวัตถุดิบต่างๆ มีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้า คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง อยู่ในช่วง 85-90 2-4 และ 6-7 ตามลำดับ (Hall and Ahmad, 1992) มีสัดส่วนของกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อกรดอะมิโนทั้งหมดในปริมาณมากกว่าปลาสดและโปรตีนปลาเข้มข้น (ตารางที่ 1.4) มีคุณสมบัติเชิงหน้าที่ในด้านต่างๆ ที่ดีขึ้น เช่น การละลาย การเกิดอิมัลชัน การเกิด-โฟม

เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ดี สามารถใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรส หรือใช้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับอาหารได้อย่างกว้างขวาง

4. เกลือ

เกลือบริโภค หมายถึง ผลึกของสารประกอบโซเดียมคลอไรด์ที่สะอาด และไม่มีสิ่งแปลกปลอมที่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค เกลือสำเร็จรูปแต่ละชนิดมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพที่แตกต่างกัน แต่ชนิดที่นิยมใช้ คือ เกลือโซเดียมคลอไรด์ เพราะเป็นเกลือที่ให้รสเค็มเพียงอย่างเดียว ไม่มีรสอื่นแทรก (ศิวาพร ศิวเวชช, 2535) เกลือทำหน้าที่หลากหลายในอาหาร ไม่ว่าจะเป็นสารกันเสีย สารให้กลิ่นรส ตัวดัดแปรสารให้กลิ่นรส ตัวสกัดโปรตีน และตัวควบคุมกระบวนการหมัก (Niman, 1997)

เกลือที่ใช้เป็นส่วนประกอบผสมในโด แม้ว่าจะเติมในปริมาณเพียงเล็กน้อย แต่นับเป็นส่วนผสมที่จำเป็น เนื่องจากมีคุณสมบัติที่สำคัญ (จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2544; Giannou *et al*., 2003) คือ

1) ช่วยปรับปรุงกลิ่นรส
2) ทำให้กลูเตนแข็งแรงและยืดหยุ่นได้เหมาะสม
3) ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ
4) ช่วยยับยั้งเอนไซม์โปรติเอสในแป้ง ซึ่งถ้าไม่เติมเกลือจะทำให้โดเหนียวเหนอะหนะ และขึ้นรูปได้ยาก

Angioloni และ Rosa (2005) กล่าวว่า การเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ช่วยให้โดมีความคงตัว แข็งแรง และทนต่อแรงกระทำในระหว่างการนวดผสมได้ดี

ส่วนเกลือที่ใช้โรยผิว potato chip, corn chip และอาหารขบเคี้ยวอื่นๆ ต้องเป็นเกลือที่มีความหนาแน่นต่ำ (light bulk density) และมีผลึกละเอียด เพื่อให้เกิดการเกาะติด มีกลิ่นและรสชาติเกลืออ่อนๆ (มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด, 2545)

ตารางที่ 1.4 ปริมาณกรดอะมิโนที่พบในปลาสด โปรตีนสกัด และโปรตีนไฮโดรไลเสตของปลาทูน่าพันธุ์โอแถบ (กรัม/ 100 กรัมโปรตีน)

Amino acid contents of fresh fish, fish protein isolate and fish protein hydrolysate of Skipjack Tuna (g/100 g protein)

Amino acids	Fresh fish[1]		Fish protein isolate[1]		Fish protein hydrolysate[2]		FAO[3]
	Head	Gut	Head	Gut	Head	Gut	
Essential amino acid							
Lysine	2.69	4.80	3.92	4.52	2.26	5.31	4.20
Histidine	1.11	1.18	1.61	2.10	1.16	2.13	-
Threonine	1.89	3.15	2.29	3.86	1.66	3.41	2.80
Valine	2.27	4.47	3.42	4.53	1.80	3.81	4.20
Methionine	0.56	1.65	1.45	1.59	0.88	2.43	2.20
Isoleucine	1.56	3.36	2.83	3.71	1.45	3.21	4.20
Leucine	2.96	5.91	5.56	6.51	2.65	5.51	4.80
Phenylalanine	1.59	2.73	2.74	3.74	2.30	5.15	2.80
Total	14.63	27.25	23.82	30.56	14.16	30.96	25.20
Non-essential amino acid							
Arginine	2.54	3.97	3.68	4.83	1.18	1.85	
Aspartic	3.91	5.94	6.92	7.07	3.61	6.20	
Serine	1.87	3.11	1.97	3.70	1.62	3.34	
Glutamic	5.76	8.92	10.70	8.67	4.72	8.45	
Proline	2.83	3.43	3.33	3.40	2.23	3.13	
Glycine	4.74	4.74	5.23	4.34	4.14	4.70	
Alanine	3.36	4.38	4.61	4.32	2.95	4.47	
Tyrosine	1.17	2.58	2.36	3.24	-	-	
Total	26.50	37.57	39.63	40.05	20.45	32.14	
Total amino acid	41.13	64.82	63.45	70.61	36.40	63.10	
Essential : total amino acid ratio	0.356	0.420	0.375	0.433	0.389	0.491	

ที่มา: [1]จิตรวดี ไตรเรกพันธุ์ (2540)

[2]อัจฉริยา เชื้อช่วยชู (2542)

Source: [1]Triekaphan (1997)

[2]Chouchaychoo (1999)

[3]Pomeranz (1991)

5. น้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึกสีขาว ละลายได้ดีในน้ำ และมีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลที่มีขายอยู่ในท้องตลาดนั้นเป็นน้ำตาลทรายที่ผลิตจากอ้อย เป็นซูโครสที่บริสุทธิ์ถึงร้อยละ 99.9 มีหลายชนิด แต่ที่นำไปใช้ในการทำอาหาร คือ น้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลทรายแดง มีทั้งขนาดธรรมดา ผลึกใหญ่หยาบ และเป็นผงละเอียด

น้ำตาลทรายที่ดีจะมีความละเอียด มีสีขาว สะอาด มีกากน้ำตาลติดอยู่เป็นส่วนน้อย ปราศจากสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ ที่ไม่ละลายน้ำ เช่น ฝุ่น ผง เป็นต้น ละลายน้ำได้ดี ทั้งนี้ต้องบรรจุอยู่ในภาชนะที่สะอาด ปิดสนิท และป้องกันความชื้นได้ น้ำตาลทรายจึงไม่ชื้นหรือจับกันเป็นก้อน ส่วนน้ำตาลทรายแดงจะมีสารจำพวกคาราเมลปนอยู่ เป็นตัวให้กลิ่นรสและสีแก่ผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่จะต้องใช้น้ำตาลทรายที่มีขนาดเล็กและมีสีขาว เพราะจะผสมเข้ากับส่วนผสมอื่นๆ ได้ดี ถ้าใช้น้ำตาลที่มีขนาดผลึกใหญ่และหยาบ จะผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ไม่ดี และจะละลายไม่หมด มีผลให้ผิวของผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นจุด

หน้าที่ของน้ำตาล (จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2544) คือ

1) ให้ความหวานและกลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์

2) ทำให้สีก่อตัวที่ผิวของผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็ว เพราะเกิดคาราเมลไลเซชัน (caramelization) และปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction)

3) ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มชื้นและเก็บได้นาน

4) เพิ่มคุณค่าทางอาหาร

ทั้งนี้เกลือและน้ำตาลแม้จะเติมลงไปเพียงเล็กน้อย แต่ก็มีความจำเป็นต่อการผลิตอาหารขบเคี้ยวจากปลา เนื่องจากมีผลให้มีการเกิดเจลาติไนเซชันที่สมบูรณ์ ทำให้อุณหภูมิการเกิดเจลาติไนเซชันเพิ่มสูงขึ้น (Cheow and Yu, 1997) โดยเกลือจะช่วยในการละลายและกระจายตัวของโปรตีนปลาในระบบของโปรตีน-แป้ง และยังช่วยเพิ่มความสามารถในการจับกับน้ำของโปรตีนปลาได้ดีขึ้น (Wu *et al*., 1985) เช่นเดียวกันนี้การเติมน้ำตาลซูโครสทำให้การเจลาติไนซ์เกิดได้ง่ายขึ้น เพราะซูโครสจะเป็นตัวเชื่อมจับกับโมเลกุลของน้ำและแป้งไว้ และลดการเคลื่อนตัวของโมเลกุลของน้ำในระหว่างกระบวนการให้ความร้อน (Eliasson, 1992)

6. วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส

เพื่อเป็นการเพิ่มความน่าบริโภคให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารและยังเป็นการบ่งชี้ถึงลักษณะเฉพาะของอาหารให้มีความแตกต่างกัน จึงมีการปรุงแต่งผลิตภัณฑ์อาหารด้วยวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสจากธรรมชาติหรือที่ได้จากการสังเคราะห์ ซึ่งมีทั้งเครื่องเทศต่างๆ วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารคาว (savory flavor) และวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารหวาน (sweet flavor) ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจะมีการเติมวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสต่างๆ ดังนี้

6.1 เครื่องเทศ

เครื่องเทศ (spices) หมายถึง ส่วนต่างๆ ของพืชที่นำมาใช้เป็นเครื่องปรุงรสอาหารหรือเพื่อให้อาหารมีกลิ่น นอกจากนี้น้ำมันหอมระเหยในเครื่องเทศยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหารให้นานขึ้น เนื่องจากสารบางอย่างในน้ำมันหอมระเหยจะเป็นตัวยับยั้งหรือทำลายแบคทีเรียบางชนิดได้ (วันดี กฤษพันธ์, 2539; Suderman, 1996) เครื่องเทศที่นิยมใช้กัน ได้แก่

1) กระเทียม (garlic) เป็นวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในแถบเอเชีย อาจจะใช้ในรูปกระเทียมสด กระเทียมผง น้ำมันหอมระเหย หรือกระเทียมผงผสมกับเกลือ เป็นต้น กระเทียมมีคุณสมบัติพร้อมทั้งในทางอาหารและยา ในญี่ปุ่นได้มีการค้นพบสารสคอร์ดินินในกระเทียม เป็นสารบำรุงร่างกาย ช่วยลดไขมัน สร้างเนื้อเยื่อใหม่ๆ และยังช่วยให้วิตามินบี1 ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ดีขึ้น ออกฤทธิ์ได้ถึง 20 เท่า สารสำคัญในกระเทียม คือ อัลลิซิน (Allicin) เป็นสารที่ทำให้กระเทียมมีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว สามารถดับกลิ่นน้ำมันหรือกลิ่นคาวของเนื้อสัตว์ได้ และยังมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรคได้หลายชนิด (เดชา ศิริภัทร, 2548) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า กระเทียมมีฤทธิ์ในการขับพยาธิได้ทั้งในคนและสัตว์ มีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็งบางชนิด มีฤทธิ์ฆ่าแมลง และมีฤทธิ์ทำให้มดลูกบีบตัวได้อีกด้วย (วันดี กฤษพันธ์ และคณะ, 2541)

2) พริกไทย (pepper) เป็นวัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสอาหารที่นิยมใช้กันมานาน นอกจากใช้แต่งกลิ่นอาหารให้มีรสชาติชวนรับประทานแล้วยังมีส่วนช่วยถนอมอาหารได้อีกด้วย พริกไทยที่นิยมใช้มากในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว มี 2 ชนิด คือ พริกไทยดำและพริกไทยขาว อาจจะใช้ในรูปทั้งเมล็ด เป็นผง หรือสารสกัด พริกไทยเป็นเครื่องปรุงรสอาหารที่แพร่หลายที่สุด เช่นเดียวกันกับพริก เพราะมีรสชาติเผ็ดร้อนค่อนข้างมาก เนื่องจากมีส่วนของน้ำมันหอมระเหยและแอลคาลอยด์ (ไปเปอริน) ทั้งนี้พริกไทยยังมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายชนิด จึงนิยมใช้ในการถนอมอาหารโดยเฉพาะจำพวกเนื้อสัตว์ (วันดี กฤษพันธ์, 2539; สร้อยทอง สายหยุดทอง, 2543)

3) ตะไคร้ (lemon grass) เป็นเครื่องเทศที่ให้กลิ่นหรือดับกลิ่นคาวหรือเพิ่มรสชาติที่ดี เนื่องจากมีส่วนของน้ำมันหอมระเหยที่เรียกว่า lemon grass oil และยังมีสรรพคุณในการรักษาโรคได้หลายอย่าง เช่น แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ แน่น จุกเสียด ขับปัสสาวะ ขับเหงื่อ ลดไข้ แก้เคล็ดขัดยอก แก้อาเจียน แก้คาวคอ แก้ลมวิงเวียน หน้ามืดตาลาย แก้หวัด เป็นต้น (เดชา ศิริภัทร, 2548) มีรายงานว่าสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ที่มีชื่อว่า Citral มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราบางชนิดได้ (วันดี กฤษพันธ์, 2539)

4) มะกรูด (leech lime) เป็นพืชผักประจำครัวชนิดหนึ่งที่คนไทยรู้จักกันดี นิยมนำส่วนของใบและผิวของผลมาใช้ในการประกอบอาหาร เพราะมีกลิ่นเฉพาะที่หอม ค่อนข้างฉุนและร้อน จึงช่วยดับกลิ่นคาวได้ดี ส่วนผลมะกรูดมีรสเปรี้ยวจึงใช้ในการปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร ใบมะกรูดยังมีสรรพคุณขับลมในลำไส้ได้อีกด้วย (เดชา ศิริภัทร, 2548; วันดี กฤษพันธ์, 2541)

5) ยี่หร่า (cumin) เป็นเครื่องเทศที่ใช้แต่งกลิ่นอาหาร โดยเฉพาะเครื่องแกงกะหรี่ และยังนิยมใช้แต่งกลิ่นขนมปังและเค้ก เนื่องจากส่วนของใบยี่หร่ามีกลิ่นหอมมาก ส่วนเมล็ดยี่หร่ามีฤทธิ์เผ็ดร้อน ใช้เป็นยาแก้ลม ขับเสมหะ แก้นิ่ว แก้ปวดศีรษะ เป็นยาระบาย และขับระดูขาวได้ (ก่องกานดา ชยามฤต, 2540; วันดี กฤษพันธ์, 2539)

6) ขิง (ginger) เป็นพืชล้มลุกที่มีลำต้นใต้ดินที่เรียกว่า เหง้าหรือแง่ง สามารถใช้ประกอบอาหารได้ทั้งคาวและหวาน และยังปรุงเป็นเครื่องดื่มที่นิยมกันไปทั่วโลกอีกด้วย เนื่องด้วยมีกลิ่นหอมและรสเผ็ด ในเหง้าขิงมีน้ำมันหอมระเหยอยู่ประมาณร้อยละ 1-3 เป็นกลิ่นที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว คือ กลิ่นที่ให้ความรู้สึกสะอาด สดชื่น กระชุ่มกระชวย จึงนิยมสกัดน้ำมันหอมระเหยจากขิงไปปรุงแต่งกลิ่นในเครื่องดื่มและขนมหวาน และยังมีน้ำมันชันอยู่ถึงร้อยละ 5-8 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นฉุนและมีรสเผ็ด นอกจากนี้ขิงยังมีคุณสมบัติเป็นสารกันบูดได้ เพราะมีสารจำพวกฟีนอลิค (เดชา ศิริภัทร, 2548; วันดี กฤษพันธ์, 2539) สรรพคุณทางยาของขิง ได้แก่ แก้คลื่นไส้อาเจียน ป้องกันอาการเมารถ เมาเรือ แก้ไข้ แก้ไอ ขับเสมหะ นอกจากนี้ขิงยังช่วยกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อในระบบทางเดินอาหาร ทำให้มีการบีบตัวเพิ่มขึ้น จึงสามารถแก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ แก้แน่นท้อง และอาการที่เกิดจากอาหารไม่ย่อยได้ (วารีย์รัตน์ แสวงพันธุ์, 2545) ปัจจุบันนิยมใช้ ขิงแห้งสำหรับแต่งกลิ่นอาหารขบเคี้ยวหลายชนิด เช่น พาย คุกกี้ ขนมปัง เป็นต้น (วันดี กฤษพันธ์, 2539)

ทั้งนี้การเลือกใช้เครื่องเทศในการปรุงแต่งอาหารขบเคี้ยวจะเลือกตามความเหมาะสมหรือชนิดของอาหารขบเคี้ยวเป็นสำคัญ โดยทั่วไปนิยมเติมในช่วงร้อยละ 0.25-2.00 นอกจากเครื่องเทศจะให้กลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์แล้ว สารสกัดบางชนิดจากเครื่องเทศยังมีส่วนช่วยป้องกันการเกิดกลิ่นหืนในอาหารจึงสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้ยาวนานขึ้นได้อีกด้วย (Jon, 2001)

ไพลิน ผู้พิพัฒน์ และช่อลัดดา เที่ยงพุก (2546) ทำการศึกษาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมของขิงและตะไคร้ในคุกกี้สมุนไพร พบว่า คุกกี้ที่มีขิงผงผสมน้อยที่สุดปริมาณร้อยละ 1.02 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ได้รับคะแนนความชอบและการยอมรับสูงสุดทั้งในเรื่องกลิ่นรสและการยอมรับรวม อาจเนื่องมากจากขิงเป็นสมุนไพรที่มีรสเผ็ดมาก การเติมขิงผงมากเกินไปทำให้คุกกี้มีความเผ็ดมาก จึงได้รับคะแนนความชอบลดลง ส่วนคุกกี้ที่มีส่วนผสมของตะไคร้ก็เช่นกัน กล่าวคือ คุกกี้ที่มีการเติมตะไคร้น้อยสุด (ร้อยละ 3 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด) ได้รับคะแนนความชอบและการยอมรับสูงสุดในทุกคุณลักษณะ เพราะปริมาณสมุนไพรที่มากเกินไปยังมีผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่แข็งขึ้น

สุภางค์ เรืองฉาย (2547) ศึกษาการยอมรับและลักษณะทางคุณภาพของข้าวเกรียบมังสะวิรัติเสริมสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ ขิงผง ข่าผง และตะไคร้ผง ที่ร้อยละ 3 และ 4 โดยน้ำหนัก พบว่า การเพิ่มปริมาณสมุนไพรส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสีลดลง และผลิตภัณฑ์มีค่าแรงกดเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบผลการเก็บรักษาข้าวเกรียบมังสะวิรัติเสริมสมุนไพรกับข้าวเกรียบมังสะวิรัติสูตรพื้นฐาน (ไม่เสริมสมุนไพร) โดยบรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนและถุงอลูมิเนียมฟอล์ย ซึ่งบรรจุตัวดูดความชื้นและเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-33 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ปรากฏว่า ปริมาณทีบีเอ (Thiobarbituric acid, TBA number) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราที่พบในข้าวเกรียบมังสะวิรัติเสริมสมุนไพรมีค่าน้อยกว่าที่พบในข้าวเกรียบมังสะวิรัติสูตรพื้นฐาน

6.2 วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสที่ให้กลิ่นรสอาหารคาว

วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสที่อยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ กลิ่นรสเนื้อ กลิ่นรสหมู กลิ่นรสกุ้ง กลิ่นรสปลาหมึก กลิ่นรสที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนจากพืช กลิ่นรสซีอิ๊ว กลิ่นรสยีสต์ กลิ่นรสบาร์บีคิว กลิ่นรสเบคอน กลิ่นรสพิซซ่า เป็นต้น นิยมใช้กันมากในอาหารขบเคี้ยวที่ต้องการให้มีกลิ่นรสอาหารคาว วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสในกลุ่มนี้อาจเตรียมได้จากวัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติหรือจากการสังเคราะห์จากสารเคมีชนิดต่างๆ ที่ให้กลิ่นรสคล้ายธรรมชาติ อาจอยู่ในลักษณะเป็นผง เกล็ด หรือของเหลว ช่วยเน้นกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ให้น่าบริโภคมากยิ่งขึ้น วิธีการใช้อาจเติมลงไปในผลิตภัณฑ์ได้เลย หรือใช้เคลือบที่ผิวของผลิตภัณฑ์ หรืออาจผสมเกลือแล้วคลุกกับผลิตภัณฑ์ก็ได้ นอกจากนี้ยังนิยมใช้พริกปาปริก้าในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวมากที่สุด ซึ่งมีสารที่ให้รสเผ็ดที่เรียกว่า Capsaicin (ศิวาพร ศิวเวชช, 2535)

การเสริมโปรตีนในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

การเติมโปรตีนลงในอาหารขบเคี้ยว เช่น ข้าวเกรียบเสริมกุ้ง/ปลา เป็นการช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารและรสชาติ แต่จะมีผลต่อลักษณะของข้าวเกรียบ คือ ถ้าเติมโปรตีนมากเกินไป การพองตัวเมื่อทอดหรืออบจะลดลง เนื่องจากโปรตีนไปขัดขวางการพองตัวของข้าวเกรียบ เพราะว่าโปรตีนจะไปจับกับแป้ง ทำให้แป้งไม่สามารถขยายตัวได้ (พรรณี วงศ์ไกรศรีทอง และณรงค์ นิยมวิทย์, 2530; Yu *et al*., 1981) Lee และคณะ (2003) รายงานว่า การเพิ่มปริมาณเนื้อสัตว์ในอาหารขบเคี้ยวจากเอ็กซ์ทรูชันจะมีผลให้การพองตัวของแป้งลดลงและผลิตภัณฑ์จะมีความหนาแน่นมากขึ้น ในการทำข้าวเกรียบสัดส่วนของเนื้อสัตว์ต้องมีความเหมาะสม คือ ประมาณ ร้อยละ 20-25 ของน้ำหนักแป้ง เพราะการเติมในปริมาณน้อยเกินไปจะทำให้ไม่มีกลิ่นหอมและ ขาดรสชาติ แต่การเติมในปริมาณมากเกินไปจะทำให้การพองตัวลดลง (เพลินใจ ตังคณะกุล, 2546)

Yu และ Tan (1990) ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากปลา *Oreochromis* ปลา *Sciaena* และโปรตีนไฮโดรไลเสตจากปลา *Oreochromis* พบว่า การเติมโปรตีนไฮโดรไลเสตร้อยละ 10 จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนความชอบเฉลี่ยในปัจจัยของลักษณะปรากฏ ความกรอบ และสี มีค่าสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับการเติมเนื้อปลาสดทั้ง 2 ชนิด แต่ในปัจจัยของกลิ่นรสมีคะแนนต่ำสุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีกลิ่นคาวสูง รสชาติค่อนข้างขม

Camire และ King (1991) ศึกษาผลของการเสริมโปรตีนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากข้าวโพด ซึ่งผลิตโดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์แบบสกรูคู่และเสริมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง พบว่า การเติมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีการพองตัวลดลง แต่ความหนาแน่นเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อฟองอากาศภายในผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้เกิดรูพรุน มีขนาดเล็กลง มีจำนวนและการกระจายตัวในโครงสร้างของผลิตภัณฑ์น้อยลง ทั้งนี้ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ เมื่อผสมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองร้อยละ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ค่า L และค่า b ลดลง แต่ค่า a เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ไม่มีการเติมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำมากขึ้น เช่นเดียวกันเมื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่า การเติมโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองมีผลให้คะแนนทางด้านสีลดลงเพราะตัวอย่างมีสีคล้ำขึ้น นอกจากนี้ยังมีผลให้มีกลิ่นถั่วเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

Choudhury และ Gautam (2003) ศึกษาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์จากเอ็กซ์ทรูชันที่ทำจากแป้งข้าว แป้งข้าวผสมเนื้อปลาสด และแป้งข้าวผสมเนื้อปลาซึ่งผ่านการย่อยสลายตัวเองที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยเอนไซม์โปรติเอสที่มีอยู่แล้วในกล้ามเนื้อปลา พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งข้าวผสมเนื้อปลาซึ่งผ่านการย่อยสลายโดยเอนไซม์โปรติเอสมีความหนาแน่นปรากฏอยู่ในช่วง 166.49-212.33 kg/m^3 ของตัวอย่าง ความมีรูพรุนมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 85.00-89.04 และอัตราการพองตัว 6.67-9.13 เท่า เนื่องจากการย่อยสลายกล้ามเนื้อปลาโดยเอนไซม์ทำให้ไมโอซินในกล้าม

เนื้อปลาถูกทำลายได้เป็นเปปไทด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (น้อยกว่า 19,000 กิโลดาลตัน) ธรรมชาติของโครงสร้างของโปรตีนกล้ามเนื้อที่ผ่านการย่อยสลายและโปรตีนกล้ามเนื้อที่ไม่ผ่านการย่อยสลายมีความแตกต่างกัน ส่งผลให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแตกต่างกัน การเติมเนื้อปลาสดมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความหนาแน่นปรากฏสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่เติมเนื้อปลา ค่าความหนาแน่นปรากฏจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อปลา ค่าความมีรูพรุนน้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่เติมเนื้อปลา และเมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อปลาให้มากขึ้น ความมีรูพรุนมีค่าลดลง ส่งผลให้อัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์ลดลง แต่ในทางตรงกันข้าม ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเติมโปรตีนปลาที่ผ่านการย่อยสลายโดยเอนไซม์โปรติเอสมีความหนาแน่นปรากฏลดลง ค่าความมีรูพรุนและอัตราการพองตัวเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวและผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวผสมเนื้อปลาสด และเมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อปลาที่ผ่านการย่อยสลายมีผลให้ความหนาแน่นปรากฏลดลงอย่างช้าๆ เพราะผลิตภัณฑ์มีรูพรุนเพิ่มมากขึ้น อัตราการพองตัวเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งการเพิ่มปริมาณเนื้อปลาที่ผ่านการย่อยสลายในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 5 10 และ 15 จะมีผลให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์จากเอ๊กซ์ทรูชัน ที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน กล่าวคือ ผลิตภัณฑ์มีความหนาแน่นปรากฏลดลง ค่าความมี- รูพรุนและอัตราการพองตัวเพิ่มมากขึ้น

ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารอบกรอบ

การผลิตผลิตภัณฑ์อาหารอบกรอบที่ดีและมีคุณภาพจะต้องคำนึงถึงกระบวนการ-ผลิตในขั้นตอนต่างๆ ซึ่งจะส่งผลต่อผลิตภัณฑ์สุดท้าย ดังนี้

1. การผสมและนวด

เม็ดแป้งประกอบขึ้นจากสายอะไมโลสและอะไมโลเพคตินจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจนโดยตรงหรืออาศัยน้ำเป็นตัวกลางเชื่อมต่อ อนุภาคของสตาร์ชในแป้งขนมปังจะมีลักษณะแน่นในกรณีไม่มีการนวดผสม การซึมผ่านของน้ำเข้าไปในอนุภาคของแป้งจะเป็นไปอย่างช้าๆ โดยวิธีการแพร่ เมื่อผสมน้ำกับแป้งในปริมาณที่พอเหมาะจะได้ก้อนที่มองเห็นเป็นลักษณะคล้ายร่างแหที่มีความเหนอะหนะ เนื่องจากการผสมเป็นการทำให้อนุภาคของสตาร์ชขัดสีกันเองจนแตกออกเป็นอนุภาคที่เล็กลง น้ำสามารถซึมผ่านได้ง่ายขึ้นและไปล้อมรอบโปรตีนและแป้งทำให้โปรตีนสามารถเกิดโครงสร้างเป็นกลูเตนขึ้น มีอนุภาคสตาร์ชเกาะอยู่ตามร่างแหของกลูเตนเกิดลักษณะที่ยืดหยุ่นและสามารถยืดเป็นแผ่นได้ เมื่อเราเติมน้ำลงไปผิวหน้าของแป้งจะดูดซับน้ำไว้ทันที โมเลกุลของน้ำจะแทรกตัวเข้าทำลายพันธะไฮโดรเจนที่อยู่ภายในเม็ดแป้งโดยเริ่มจาก ส่วนอสัณฐานทำให้เม็ดแป้งเกิดการพองตัว เมื่อผสมต่อไปเรื่อยๆ ก้อนแป้งจะแฉะน้อยลง แต่มีความเหนียวเพิ่มขึ้น เรียกว่า การเกิด “โด (dough)” โดที่เกิดขึ้นจะมีทั้งความเหนียวและยืดหยุ่นและมีแรง

ต้านทานต่อการดึงยืด ยิ่งนวดมากขึ้นความเหนียวก็จะยิ่งสูงขึ้นจนถึงจุดๆ หนึ่ง เวลาที่ใช้นวดจนได้ความยืดหยุ่นสูงสุดจะเป็นเวลาที่เหมาะสมในการผสม เนื่องจากแป้งทุกอนุภาคและโปรตีนจะถูกล้อมรอบด้วยน้ำอย่างสมบูรณ์ เมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจะไม่เห็นอนุภาคของสตาร์ชเกาะกันเป็นก้อนๆ แล้ว แต่จะเห็นเส้นใยโปรตีนเป็นร่างแหที่มีอนุภาคเล็กๆ ของแป้งเกาะอยู่ทั่วไป ทั้งนี้เวลาที่เหมาะสมในการผสมสามารถวัดได้จากเครื่องมิกโซกราฟ (Mixograph) หรือ ฟาริโนกราฟ (Farinograph) ซึ่งเป็นการวัดเวลาที่โดมีความยืดหยุ่นสูงสุด ณ จุดนี้โดจะมีแรงต้านการหมุนของใบพัดในเครื่องผสมมากที่สุด เวลาที่เหมาะสมนี้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ ปริมาณและชนิดของโปรตีนในแป้งสาลี สารรีดิวซ์ และความเป็นกรด-ด่าง หลังจากจุดที่โดเกิดความยืดหยุ่นสูงสุดแล้ว ถ้ายังคงผสมต่อไปโดที่ได้จะเริ่มนิ่ม เหนอะหนะ เนื่องจากการเกิดแรงเฉือน (shear thinning) ขณะผสม ทำให้โมเลกุลของโปรตีนที่มีสายยาววางตัวในทิศทางเดียวกับการไหลของโด มีผลให้แรงต้านทานการผสมลดลง โดจึงเกิดการแตกสลาย (จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ, 2543)

สำหรับขั้นตอนแรกของการผลิตอาหารอบกรอบ คือ การผสมส่วนผสมต่างๆ ซึ่งต้องผสมส่วนผสมที่เป็นของแห้งให้เข้ากันก่อน เช่น แป้ง เกลือ น้ำตาล พริกไทย เป็นต้น แล้วจึงเติมส่วนผสมที่เป็นส่วนของสด เช่น กระเทียม เนื้อปลา เป็นต้น และสุดท้ายจึงเติมน้ำหรือของเหลวที่เหลือจนหมด แล้วจึงนวดผสมให้เข้ากัน การนวดให้เนื้อแป้งเนียนจนส่วนผสมทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกันจะทำให้ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์มีรูพรุนสม่ำเสมอ พองตัวดี (เพลินใจ ตังคณะกุล, 2546) ขั้นตอนการทำก้อนแป้งหรือโดที่มีความยืดหยุ่นและเหนียวเพียงพอ สามารถดึงเป็นแผ่นได้ดีจะต้องเติมน้ำผสมลงในอัตราส่วนที่พอเหมาะด้วย การใช้น้ำมากหรือน้อยเกินไป โดที่ได้จะเหลวหรือแข็งจนเกินไป ตามลำดับ (ทนง ภัครัชพันธุ์ และคณะ, 2546) นอกจากนี้ Contamine และคณะ (1995) รายงานว่า ความเร็วและระยะเวลาในการผสมส่วนผสมมีผลต่อคุณภาพของบิสกิต หากมีการผสมเร็วหรือใช้เวลาในการผสมนานเกินไป โดมีความคงทนต่อการยืดขยายได้น้อย กล่าวคือ เมื่อนำก้อนโดมารีดเป็นแผ่นและตัดเป็นชิ้น แผ่นแป้งจะหดตัวสั้นและหนาขึ้น ในทางกลับกันหากมีการผสมอย่างช้าๆ หรือใช้เวลาในการผสมน้อยเกินไป แผ่นแป้งจะบางและไม่หดตัวมากนัก เนื่องจากการผสมอย่างเร็วหรือการใช้เวลาในการผสมนานๆ จะส่งผลให้พลังงานในการผสมเพิ่มขึ้น ทำให้โดมีความยืดหยุ่น มีโครงข่ายของโปรตีนแข็งแรงขึ้น

2. การพักโด

ก่อนจะนำก้อนโดไปรีดแผ่นควรมีการคลึงและพักโดไว้ประมาณ 8-15 นาที รวมถึงขั้นตอนก่อนจะนำแผ่นแป้งที่รีดไว้ไปสู่การนึ่งสุกอีกด้วย ทั้งนี้เพื่อให้โดคลายตัว ซึ่งมีข้อดี (จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ, 2543) คือ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างได้สัดส่วน และมีขนาดสม่ำเสมอ

2. ก้อนโดอ่อนตัว และแผ่นแป้งไม่หดกลับ
3. เนื้อของผลิตภัณฑ์สม่ำเสมอ ได้เซลล์ที่มีขนาดเล็กสม่ำเสมอ
4. กลูเตนจะยืดตัวอย่างช้าๆ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรสูงขึ้น
5. ผิวเปลือกนอกของก้อนโดเรียบเนียน
6. ได้ไล่อากาศที่เซลล์เก็บไว้ออก ทำให้เซลล์มีขนาดเล็กลง

3. การขึ้นรูปหรือทำให้เป็นแผ่น

ควรทำให้ชิ้นผลิตภัณฑ์มีขนาดที่เท่ากัน ไม่ใหญ่หรือเล็กจนเกินไป ขนาดที่ใหญ่จนเกินไปจะทำให้อาหารสุกไม่ทั่วถึง เมื่อรอให้ตรงกลางชิ้นสุก บริเวณขอบนอกอาจเกิดรอยไหม้ได้ หรือหากมีขนาดเล็กเกินไป ก็อาจทำให้ชิ้นขนมไหม้ได้ง่าย ทั้งนี้ความหนาของชิ้นผลิตภัณฑ์ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากแผ่นแป้งที่มีความหนามากเกินไป จะให้ผลิตภัณฑ์ที่หนาและแข็ง แต่ถ้าแผ่นแป้งมีลักษณะบางเกินไป ผลิตภัณฑ์จะเปราะและแตกง่าย

4. การทำให้สุก

การนึ่ง คือ การทำอาหารให้สุกด้วยการใช้ไอน้ำเดือด โดยการนำอาหารวางในลังถึงหรือภาชนะ แล้วตั้งในกระทะที่มีน้ำเดือด ปิดฝาไม่ให้ไอน้ำออก ไอน้ำเดือดจะช่วยให้อาหารสุกและคงคุณค่าทางอาหารได้ดี (สราวุธ รัชตหิรัญ, 2546) เป็นกระบวนการทำให้เม็ดแป้งเกิดการเจลาติไนซ์ โดยใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ทำให้เม็ดแป้งสุก ลักษณะของแป้งแต่ละชนิดเมื่อสุกจะแตกต่างกันไปดังตารางที่ 1.5 ทั้งนี้สิ่งที่ควรระวังในกระบวนการนึ่ง คือ การรั่วของไอน้ำ เนื่องจาก ปิดฝาลังถึงไม่สนิท ทำให้ความดันไอน้ำลดลง ส่งผลต่อการเกิดเจลาติไนซ์ของก้อนแป้งที่ไม่สมบูรณ์ (เพลินใจ ตังคณะกุล, 2546)

ตารางที่ 1.5 ลักษณะปรากฏของก้อนแป้งสุกแต่ละชนิด

Appearance of cooked dough.

Flour types	Appearance of cooked dough after cooling
Cassava	Clear - translucent
Corn	Opaque

Potato	Clear
Wheat	Slightly opaque
Waxy maize	Clear
Rice	Slightly opaque
Sako	Clear - translucent

ที่มา: ดัดแปลงจาก เพลินใจ ตังคณะกุล (2546)

Source: Modified from Tangkanakul (2003)

5. การอบ

การอบเป็นกระบวนการทำให้อาหารแห้ง โดยการดึงน้ำหรือความชื้นออกจากอาหาร เป็นการให้พลังงานความร้อนแก่อาหาร ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนกับโมเลกุลของน้ำในอาหาร น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอ แล้วเคลื่อนย้ายออกจากอาหาร (สุคนธ์ชื่น ศรีงาม, 2543) ในช่วงแรกของการอบ น้ำและความชื้นจะลดลงด้วยอัตราคงที่จนกระทั่งถึงระดับหนึ่ง น้ำจะเริ่มลดลงด้วยอัตราที่น้อยลงเรื่อยๆ จนน้ำหนักคงที่ สำหรับอาหารขบเคี้ยวที่อบเสร็จใหม่ๆ จะมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 1-5 (Robertson, 1993)

การเคลื่อนที่ของน้ำเมื่ออาหารได้รับพลังงานความร้อน จะเกิดได้ 2 วิธี

- การเคลื่อนที่ด้วยแรงผ่านช่องแคบ เป็นการเคลื่อนที่ของน้ำในอาหารที่มีเซลล์โปร่ง มีช่องว่างระหว่างเซลล์ต่อเนื่องกันเป็นทางแคบๆ ทำให้น้ำเกิดแรงดันกันออกมาตามทาง
- การเคลื่อนที่ด้วยการแพร่ผ่านเซลล์ เป็นการเคลื่อนที่ของน้ำในอาหารที่มีเนื้อแน่น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์เป็นทางต่อเนื่อง หรืออาจจะเกิดในอาหารที่อบไปแล้วระยะหนึ่งทำให้แรงผ่านช่องแคบหมดไปแล้ว การเคลื่อนที่ของน้ำผ่านเซลล์จึงเกิดได้ช้า

ผลของการทำแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงของอาหาร มีดังนี้

1. เนื้อสัมผัส

โดยทั่วไปแล้วการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารเมื่อผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิสูงจะเกิดขึ้นมากกว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิต่ำ เพราะการสูญเสียน้ำออกจากอาหาร ทำให้เซลล์อาหารหดตัว ส่วนที่อ่อนตัวจะเกิดการบิดเบี้ยว โดยเฉพาะในอาหารที่มีน้ำมากจะหดตัวและ

บิดเบี้ยวมาก ในกรณีที่ช่วงของการทำแห้งเร็วเกินไป น้ำจะระเหยออกอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำจากด้านในเคลื่อนที่มายังผิวอาหารไม่ทัน เกิดเป็นลักษณะที่ผิวอาหารแข็ง (hardening) หุ้มส่วนที่ยังไม่แห้งไว้ ทำให้ภายในก้อนอาหารมีลักษณะเป็นโพรง ในขณะที่ภายในยังนิ่มอยู่

2. กลิ่นรส

ความร้อนไม่เพียงแต่จะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำเท่านั้น แต่ยังเป็นสาเหตุให้เกิดการสูญเสียสารระเหยในอาหาร เพราะเมื่อน้ำกลายเป็นไอและระเหยไปจากอาหารจะพาสารที่ระเหยได้ไปด้วยในปริมาณที่ต่างๆ กัน ทำให้กลิ่นของอาหารลดน้อยลงหรือแตกต่างไปจากเดิม การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสของอาหารเกิดเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ของสารระเหยและไขมัน ยิ่งใช้เวลาในการทำแห้งนาน การสูญเสียก็จะยิ่งมาก เพราะไขมันเป็นตัวพากลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ออกไป แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงประการสำคัญที่เกิดขึ้นในระหว่างการอบผลิตภัณฑ์จากแป้ง ก็คือ การทำให้แป้งสุกและเกิดกลิ่นของแป้งสุกที่มีลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545)

3. สี

อาหารที่ผ่านการทำแห้งมักมีสีเข้มขึ้น เนื่องจากความร้อนหรือปฏิกิริยาเคมีการเกิดสีน้ำตาล ทำให้ความเข้มข้นของสารเพิ่มขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของอาหาร อัตราการเกิดสีน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น การใช้อุณหภูมิสูงเกินไปอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ไหม้เกรียมได้อีกด้วย

4. คุณค่าทางโภชนาการ

การทำแห้งมีผลต่อการสูญเสียวิตามินที่สามารถละลายได้ในน้ำ เช่น ไรโบฟลาวิน ส่วนสารอาหารอื่นๆ เช่น วิตามินซีเกิดการสูญเสียได้ง่ายเนื่องจากความร้อนและปฏิกิริยาออกซิเดชัน ไลซีนและไทอามีนสูญเสียเนื่องจากความร้อน เป็นต้น

ทั้งนี้การเกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการทำแห้งนั้นแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับธรรมชาติของอาหาร อุณหภูมิ และระยะเวลาในการทำแห้ง ขณะนำแผ่นแป้งเข้าอบ ผิวหน้าของแผ่นแป้งจะสัมผัสโดยตรงกับความร้อนของเตาอบ ทำให้เกิดเปลือกแข็งสีน้ำตาลเกือบจะทันที สาเหตุการแห้งของผิวหน้าแผ่นแป้งนั้นเกี่ยวกับคุณสมบัติภายในของแผ่นแป้ง เพราะสารต่างๆ ในส่วนผสม เช่น น้ำ น้ำตาล เกลือ สามารถระเหยได้ที่อุณหภูมิสูง ช่วงหลังของการอบจะเกิดสีน้ำตาลขึ้นที่เปลือกขนม เนื่องจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดและปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชันอันจะเกิดขึ้นได้เร็วในสภาวะที่แห้ง (Icoz *et al*., 2004) ทนง ภัครัชพันธุ์ และคณะ (2546) ศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแครกเกอร์ถั่วเขียว พบว่า เมื่อใช้อุณหภูมิสูงเกินไป จะได้แครกเกอร์ที่มีลักษณะแข็ง ถ้าใช้อุณหภูมิสูงแต่ระยะเวลาในการอบน้อย ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะค่อนข้างเกรียมและมีสี ไม่

สม่ำเสมอ ทำการควบคุมได้ยาก ส่วนดวงใจ ทิระบาล และนงนุช รักสกุลไทย (2533) รายงานว่า ในการทำข้าวเกรียบปลานิล ระยะเวลาในการอบแห้งที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นลดลงและการขยายตัวเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อคะแนนความชอบเฉลี่ยที่เพิ่มมากขึ้น

5. การทำให้เย็นและบรรจุ

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ออกจากเตาอบควรทำให้เย็นทันทีและทำการแซะผลิตภัณฑ์ออกจากถาดทันทีในขณะที่ยังร้อน เพื่อป้องกันการแตกหักของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเมื่อเย็นแล้วผลิตภัณฑ์อบกรอบจะแข็งตัว แตกหักง่ายเมื่อแกะออกจากถาด และอาจจะไหม้เนื่องจากถาดยังมีความร้อนเหลืออยู่ (จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ, 2543; จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2544) แม้ช่วงที่เพิ่งนำออกจากเตาอบผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะนิ่มเล็กน้อย แต่เมื่ออุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้ว ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะกรอบและแข็งขึ้น (จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ, 2543; ทนง ภัครัชพันธุ์ และคณะ, 2546) เมื่อผลิตภัณฑ์เย็นแล้ว จึงทำการบรรจุในภาชนะที่ทำจากวัสดุประเภทต่างๆ เช่น กระดาษ พลาสติก อลูมิเนียม เป็นต้น เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แล้วปิดผนึก ภาชนะบรรจุคุกกี้และแครกเกอร์จึงต้องสามารถป้องกันผลิตภัณฑ์จากความชื้น กลิ่นแปลกปลอม การปนเปื้อนต่างๆ การซึมผ่านของก๊าซ และการแตกหักได้ (Alchele, 1981)

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโดยทั่วไปแล้วคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะลดต่ำลงเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น การเสื่อมเสียคุณภาพจนผู้บริโภคไม่ยอมรับ คือ การสูญเสียความกรอบและการเหม็นหืน เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่อบเสร็จใหม่ๆ มีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 1-5 และมีวอเตอร์แอคติวิตี้ (water activity, a_w) ประมาณ 0.1 (Robertson, 1993) ทำให้สามารถดูดความชื้นจากสิ่งแวดล้อมได้ง่าย มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัส ผลิตภัณฑ์มีลักษณะคล้ายยางเนื่องจากการสูญเสียความแข็งแรงของโครงข่ายกลูเตนจนจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะนิ่ม เมื่อปริมาณน้ำหรือความชื้นเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบลดลง (Cuq *et al*., 2003; Luyten *et al*., 2004) สำหรับสภาวะปกติของการเก็บรักษาอาหารขบเคี้ยว a_w ควรอยู่ในช่วง 0.3-0.5 ถ้า a_w เกินจาก 0.5 ผลิตภัณฑ์จะมีความกรอบลดลง (Katz and Labuza, 1981) ส่วนกระบวนการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสและออกซิเดชันของไขมันซึ่งเป็นองค์ประกอบในอาหารขบเคี้ยว ดังนั้นบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจึงควรมีคุณสมบัติ (Saccharow and Griffin, 1980) ดังนี้

1. การป้องกันการเกิดกลิ่นหืน ผลิตภัณฑ์ควรมีคุณสมบัติต้านทานการผ่านของออกซิเจนและแสง ซึ่งอาจก่อให้เกิดปฏิกิริยาการหืนของผลิตภัณฑ์ ควรมีอัตราการซึมผ่านของ

ออกซิเจนได้น้อยกว่า 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อ 1.6 ตารางเซนติเมตรต่อ 24 ชั่วโมง ที่ความดันบรรยากาศ อุณหภูมิ 23.8 องศาเซลเซียส

2. การเก็บรักษาความชื้น มีคุณสมบัติต้านทานการซึมผ่านของความชื้นได้ดี มีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำต่ำกว่า 0.4 กรัมต่อ 1.6 ตารางเซนติเมตรต่อ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 37.7 องศาเซลเซียส ระดับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95

3. การป้องกันรักษากลิ่นได้ดี เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์

นอกจากนี้ภาชนะบรรจุควรเป็นภาชนะที่มีความแข็งแรงพอสมควร เพื่อป้องกันการแตกหักของผลิตภัณฑ์ (Robertson, 1993) เปิดบริโภคได้ง่ายและสะดวก ซึ่งบรรจุภัณฑ์ที่นิยมใช้ได้แก่ ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน ถุงอลูมิเนียมฟอล์ย ถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนทพลาสติก เป็นต้น

ณริศรา ปรีชานนท์ (2531) ทำการพัฒนากรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาแผ่นกรอบ ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีองค์ประกอบทางเคมีภายในระยะเวลาการเก็บรักษานาน 12 สัปดาห์ ดังนี้ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน และไขมัน อยู่ในช่วงร้อยละ 6.27-10.73 4.17-4.94 16.07-17.68 และ 13.50-14.75 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์มีค่าเพิ่มขึ้นทุกสามสัปดาห์ที่ตรวจสอบ จนถึงสัปดาห์ที่ 9 จึงลดลง และมีปริมาณไขมันลดลงเมื่อผ่านช่วงเวลาการเก็บไป 12 สัปดาห์

เทวี ทองแดง (2538) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบและแบบทอดระหว่างการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ ในภาชนะบรรจุต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ ถุงโพลีเอทธิลีนชนิดความหนาแน่นสูงหนา 0.04 มิลลิเมตร ถุงโพลีโพรพิลีนหนา 0.04 มิลลิเมตร และถุงโพลีโพรพิลีนหนา 0.075 มิลลิเมตร พบว่า ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น แต่ภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้งแบบอบและแบบทอด การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ในผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบ ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่า a_w อย่างมีนัยสำคัญ โดยค่า a_w ในสัปดาห์ที่ 0 มีค่า 0.39 และค่าเพิ่มขึ้นตลอดเวลาการเก็บรักษาจนถึงสัปดาห์ที่ 8 มีค่าอยู่ในช่วง 0.62-0.66 ส่วนผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอด ค่า a_w เพิ่มขึ้นจาก 0.41 ในสัปดาห์ที่ 0 เป็น 0.52-0.57 ในสัปดาห์ที่ 8 โดยชนิดของภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อค่า a_w ในผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะทั้งสองแบบ สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TBA ของผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะ ซึ่งเป็นดัชนีบ่งบอกถึงการเกิดกลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบอันเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน พบว่า มีแนวโน้มเช่นเดียวกับปริมาณความชื้นและค่า a_w โดยในสัปดาห์ที่ 0 ผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบอบมีปริมาณ TBA 0.91 มิลลิกรัมมาโลนอัล- ดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง และมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 จนถึงสัปดาห์ที่ 6 จึงเพิ่ม

ขึ้นอย่างช้าๆ และสำหรับผลิตภัณฑ์ปลาสะเต๊ะแบบทอดในสัปดาห์ที่ 0 มีปริมาณ TBA 1.11 มิลลิกรัมมาโลนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตัวอย่าง และมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา

อัจฉรา ชนะสิทธิ์ (2541) ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวเสริมโปรตีนปลาสกัดในระหว่างการเก็บรักษา โดยบรรจุในถุงเมททัลไลซ์ น้ำหนักถุงละ 30 กรัม และ 300 กรัม ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้เป็นเวลานาน 8 สัปดาห์ โดยระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความชื้นและค่า a_w ที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่คุณภาพทางประสาทสัมผัสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งในสัปดาห์ที่ 8 ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุน้ำหนัก 30 กรัม และ 300 กรัม มีปริมาณความชื้นร้อยละ 7.75 และ 6.80 และมีค่า a_w เท่ากับ 0.34 และ 0.31 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์จึงยังคงมีคุณภาพทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

สุภางค์ เรืองฉาย (2543) ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบผสมกากถั่วเหลือง ซึ่งบรรจุในถุงอลูมิเนียมลามิเนท เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 สัปดาห์ พบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าแรงตัดขาดเพิ่มขึ้น มีสีค่อนข้างไม่เปลี่ยนแปลง ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อยู่ในระดับที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค และปริมาณ TBA เพิ่มขึ้น ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในปัจจัยด้านสี กลิ่น การอมน้ำมัน ความกรอบ รสชาติ และความชอบโดยรวม มีการยอมรับในปัจจัยต่างๆ น้อยลง แต่ผลิตภัณฑ์ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และนอกจากนี้ ในปี 2547 จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมังสะวิรัติเสริมสมุนไพรกับข้าวเกรียบมังสะวิรัติสูตรพื้นฐาน (ไม่เสริมสมุนไพร) โดยบรรจุในถุงโพลีเอทธิลีนและถุงอลูมิเนียมฟอล์ย ซึ่งบรรจุตัวดูดความชื้นและเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-33 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยมีคุณภาพดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงโพลีเอทธิลีน ปริมาณ TBA ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราที่พบในข้าวเกรียบมังสะวิรัติเสริมสมุนไพรมีค่าน้อยกว่าที่พบในข้าวเกรียบมังสะวิรัติสูตรพื้นฐาน ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมังสะวิรัติเสริมสมุนไพรสามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 4 สัปดาห์ โดยยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากในทุกๆ ปัจจัย แต่ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้น ส่วนร้อยละการพองตัวและแรงกดมีค่าลดลง

สุขสันต์ เปี่ยมปุก และ รุจิรา หนูแป้นน้อย (2546) ทำการผลิตขนมขบเคี้ยวที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง และเนื้อปลา โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีปริมาณเนื้อปลาร้อยละ 25 มากที่สุด ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพทางเคมี ดังนี้ ปริมาณความชื้นร้อยละ 1.52 ปริมาณไขมันร้อยละ 7.90 ปริมาณเถ้าร้อยละ 3.31 และปริมาณโปรตีนร้อยละ 7.50 ภายในระยะเวลาเก็บรักษานาน 28 วัน ในถุงโพลีโพรพิลีนขนาด 26x25 เซนติเมตร บรรจุถุงละ 25 กรัม การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคมีแนวโน้มที่ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่นานขึ้น แต่ยังมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. ศึกษาอัตราส่วนผสมของแป้งที่เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารอบกรอบที่ใช้โปรตีนปลาไฮโดรไลเสตเป็นส่วนประกอบ
2. ศึกษาปริมาณน้ำที่เติมในผลิตภัณฑ์อาหารอบกรอบที่ใช้โปรตีนปลาไฮโดร-ไลเสตเป็นส่วนประกอบและระยะเวลาในการนวดผสม
3. พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารอบกรอบที่ใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตเป็นส่วนประกอบ
4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารอบกรอบที่ใช้โปรตีนปลาไฮโดรไลเสตเป็นส่วนประกอบ
5. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารอบกรอบที่ใช้โปรตีนปลาไฮโดรไลเสตเป็นส่วนประกอบในระหว่างการเก็บรักษา