



รายงานวิจัยสหกิจศึกษา

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน

Development of Green Curry Hotdog Sausage Product

ปฏิบัติงาน ณ บริษัท ไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน)

นางสาวภัทรลดา ฤทธิคำ รหัสประจำตัว 6440212111

นางสาวสร้อยณา ฮน รหัสประจำตัว 6440212118

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษารายวิชาสหกิจศึกษา
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2567
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน
Development of Green Curry Hotdog Sausage Product

นางสาวภัทรลดา ฤทธิคำ รหัสประจำตัว 6440212111
นางสาวสร้อยณา ฮน รหัสประจำตัว 6440212118

ปฏิบัติงาน ณ บริษัท ไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน)
โทรศัพท์ 061-384-1701 โทรสาร 037-629-696
เลขที่ 248 หมู่ 1 ตำบลบ้านนา อำเภอekinบุรี จังหวัดปราจีนบุรี
รหัสไปรษณีย์ 25110

<https://www.tfg.co.th/th/home>

ชื่อรายงาน	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน Development of Green Curry Hotdog Sausage Product
ชื่อนักศึกษา	นางสาวภัทรลดา ฤทธิคำ นางสาวสร้อยณา ฮน
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
พนักงานที่ปรึกษา	นางสาวชนิษฐา พิเศษเพียร (ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่อาวุโสวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์)
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์จิตติวัฒนา คำกลิ้ง
ปีการศึกษา	2567

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ศึกษาการคัดเลือกผงเครื่องเทศแกงเขียวหวานระหว่างสูตรที่ 1 (บริษัทA) และสูตรที่ 2 (บริษัทB) โดยการเติมเครื่องเทศแกงเขียวหวานสูตรที่ 1 (บริษัทA) ร้อยละ 4.021 และสูตรที่ 2 (บริษัทB) ร้อยละ 2.770 พบว่าคะแนนความชอบโดยรวมของสูตรที่ 1 (บริษัท) เท่ากับ 7.50 ± 0.50 มากกว่า สูตรที่ 2 (บริษัทB) เท่ากับ 5.20 ± 0.75 และได้นำสูตรที่ 1 (บริษัทA) มาทำการศึกษาประเภทของพริกที่มีผลต่อรสชาติ และเนื้อสัมผัสของไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน โดยสูตรที่ 1 เติมพริกสดร้อยละ 1.053 และสูตรที่ 2 เติมพริกป่นร้อยละ 0.981 พบว่าคะแนนของรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมโดยสูตรที่ 1 มีคะแนนเท่ากับ 6.50 ± 0.81 7.00 ± 0.88 และ 7.10 ± 0.83 มากกว่า และสูตรที่ 2 มีคะแนนเท่ากับ 5.20 ± 0.75 6.20 ± 1.07 และ 5.20 ± 0.60 และนำมาศึกษาลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยการสัผสมอาหารจากธรรมชาติ (สีเขียว) ใบโหระพา พริกแดงสด และพริกเขียวสด โดยสูตรที่ 1 เติมสัผสมอาหารจากธรรมชาติ (สีเขียว) พริกเขียวสด พริกแดงสด และใบโหระพา ร้อยละ 0.051 1.018 1.018 และ 2.0359 สูตรที่ 2 เติมสัผสมอาหารจากธรรมชาติ (สีเขียว) พริกเขียวสด พริกแดงสด ร้อยละ 0.512 1.023 และ 1.023 และสูตรที่ 3 พริกเขียวสด พริกแดงสด และใบโหระพา ร้อยละ 1.018 1.018 และ 2.036 พบว่าและสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดรองลงมาคือ สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 ตามลำดับ และมีคะแนนเท่ากับ 7.00 ± 1.05 6.30 ± 1.19 และ 5.40 ± 1.83 ตามลำดับ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้

วิธีการประเมินด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบความชอบระดับ 9 คะแนน (9 - point hedonic scale) และการคำนวณต้นทุนการผลิตไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน

คำสำคัญ : ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน การประเมินด้านประสาทสัมผัส ต้นทุนการผลิต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอทดอกแกงเขียวหวาน ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วย ความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา คำแนะนำ เสนอแนวคิด ให้ความรู้เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ ทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ รวมทั้ง คณาจารย์ทุกท่าน ในสาขาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งถึงความกรุณาดังกล่าว และ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ นายชาญยุทธ ช่างยนต์ ผู้จัดการแผนผลิต นางสาวชนิษฐา พิษเพียร เจ้าหน้าที่ อาวุโสวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ พร้อมให้ทั้งข้อคิดที่เป็น ประโยชน์ และช่วยตรวจสอบและให้คำแนะนำในการแก้ไขสูตรการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ที่ใช้ในการวิจัย ครั้งนี้

ท้ายที่สุดของความสำเร็จในครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยจนสำเร็จ ไปได้ด้วยดี ทั้งบุคคลที่ได้กล่าวถึงและยังไม่ได้กล่าวถึง ขอขอบคุณบิดา มารดาและเพื่อนๆทุกคนที่คอย ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาตลอด หากมีสิ่งใดบกพร่องผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ และขออภัยไว้ ณ โอกาสนี้

นางสาวภัทรลดา ฤทธิคำ

นางสาวสร้อยณา ฮน

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญ (ต่อ)	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 ระยะเวลาในการทำงานวิจัย	2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เครื่องเทศแกงเขียวหวาน	3
2.2 บทนิยามของของคำว่าไส้กรอกฮอทดอก	3
2.3 ผลิตภัณฑ์เนื้อบดละเอียดแบบอิมัลชัน	4
2.4 การเกิดอิมัลชันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ลดขนาดชนิดบดละเอียด	4
2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของอิมัลชันในผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์	7
2.6 ส่วนผสมในการผลิตไส้กรอกฮอทดอกแกงเขียวหวาน	9
2.7 การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส	13
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
วิธีการดำเนินงานวิจัย	23
3.1 วัตถุประสงค์	26
3.2 สารเคมี	26
3.3 วัสดุและอุปกรณ์	27
3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย	27
ตอนที่ 1 การเตรียมวัตถุดิบและการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น	27
1. ตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบเบื้องต้น	27

สารบัญ (ต่อ)

2. การเตรียมวัสดุดิบ	28
3. ศึกษาประเภทของพริกที่มีผลต่อรสชาติและเนื้อสัมผัสของ ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน	30
4. ศึกษาลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของการ เติมใบโหระพา เติมสีผสมอาหารจากธรรมชาติ(สีเขียว) พริกแดงสดและพริกเขียวสด	31
ตอนที่ 2 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส	32
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	33
1 ผลการวิจัยการคัดเลือกเครื่องเทศผงปรุงรสแกงเขียวหวานระหว่าง บริษัท A และบริษัท B	33
2. ผลการวิจัยศึกษาประเภทของพริกที่มีผลต่อรสชาติและเนื้อสัมผัสของ ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน	34
3. ผลการวิจัยศึกษาลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยการการ เติมใบโหระพา สีผสมอาหารจากธรรมชาติ(สีเขียว) พริกแดงสดและพริกเขียวสด	35
4. การคำนวณต้นทุนการผลิตไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน	36
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	39
1. สรุปผลการวิจัย	39
2. ข้อเสนอแนะ	40
3. ปัญหาและอุปสรรค	40
อ้างอิง	41
ภาคผนวก	42
ภาคผนวก ก.	44
ภาคผนวก ข.	46

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สเกลที่ใช้ในการทดสอบการยอมรับของวิธีการทดสอบสเกลแบบฮีโดนิค	22
2	สเกลความพอดี (JAR) ที่ใช้ในการทดสอบหาทิศทางความพอดีของผลิตภัณฑ์	23
3	การคัดเลือกเครื่องเทศผงปรุงรสแกงเขียวหวาน	28
4	ศึกษาประเภทของพริกที่มีผลต่อรสชาติและเนื้อสัมผัสของไส้กรอกฮอทดอกแกงเขียวหวาน	30
5	ศึกษาลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยการเติมใบโหระพาเติมสีผสมอาหารจากธรรมชาติ(สีเขียว) พริกแดงสดและพริกเขียวสด	31
6	คะแนนการประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอทดอกแกงเขียวหวานทั้ง 2 บริษัท	33
7	คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอทดอกแกงเขียวหวานทั้ง 2 สูตร	34
8	คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอทดอกแกงเขียวหวานทั้ง 3 สูตร	35
9	ต้นทุนเฉลี่ยแต่ละกระบวนการ	36

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงสร้างของระบบอิมัลชันเนื้อสัตว์	4
2	ขั้นตอนการพัฒนาความรู้สึกของมนุษย์ต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์	18
3	กระบวนการผลิตไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน	29
4	ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน สูตรที่ 1 (บริษัทA)	43
5	ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน สูตรที่ 2 (บริษัทB)	43
6	ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน สูตรที่ 3 (S1)	43
7	ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวานสูตรที่ 4 (S2)	44
8	ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน สูตรที่ 5 (S3)	44
9	ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน สูตรที่ 6 (S4)	44
10	ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน สูตรที่ 7 (S5)	45
11	แบบทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-Point Hedonic scale	46

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อไก่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั้งประเทศฝั่งตะวันตกและตะวันออก มีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างตามวัฒนธรรมการรับประทานอาหารของแต่ละชาติ เช่น ไก่เทอริยากิ นักเก็ตไก่ ลูกชิ้นไก่ โบโลน่า ไส้กรอก เป็นต้น ซึ่งประเทศไทยมีการผลิตสินค้าแปรรูป จากเนื้อไก่สำหรับขายในประเทศและส่งออกนอกประเทศ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค ในปี 2563 มีการส่งออกสินค้าไก่ ปริมาณรวมทั้งสิ้น 919,389 ตันต่อปี เป็นมูลค่า 103,892.69 ล้านบาท แบ่งเป็นไก่แปรรูป 546,192 ตันและไก่สดแช่เย็น แช่แข็ง 373,197 ตันต่อปี จะเห็นได้ว่าไก่แปรรูปมีการส่งออกจำนวนมากกว่าไก่สดแช่เย็น แช่แข็ง จึงมีความสนใจที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากเนื้อไก่เป็นไส้กรอกฮอตดอกไก่แกงเขียวหวานให้เป็นสินค้าใหม่เพื่อเพิ่มโอกาสทางการตลาดให้กับบริษัท ให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

โรงแปรรูปไส้กรอก บริษัท ไทยฟู้ดส์ จำกัด (มหาชน) มีการริเริ่มธุรกิจการแปรรูปผลิตภัณฑ์ไส้กรอก โดยในปัจจุบันบริษัทมีสินค้ามากกว่า 50 ชนิดที่จัดจำหน่ายในตลาด โดยการปรับปรุงและพัฒนา จะคำนึงถึงกระบวนการผลิตเดิมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อลดต้นทุนสินค้าใหม่ ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกไก่แกงเขียวหวานโดยไส้เทียมคอลลาเจน เบอร์ 22 ที่มีใช้ในกระบวนการผลิต และพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งการจัดจำหน่ายส่วนใหญ่เป็นกลุ่มตลาดสด แล้วในปัจจุบันมีการขยายโอกาสทางการตลาดโดยเริ่มต้นร้านไทยฟู้ดส์ เฟรช มาร์เก็ต ที่มีการจัดจำหน่ายไส้กรอก อาหารทะเล เนื้อไก่ เนื้อหมู และซอสต่างๆ เป็นต้น

ในปัจจุบันแกงเขียวหวานเป็นที่นิยมมากในทางตลาด และจะต้องรับประทานกับอาหารจำพวกแป้งเช่น ขนมจีน ข้าว เป็นต้น ทำให้การรับประทานไม่สะดวก ผู้วิจัยจึงเกิดความคิดที่อยากจะทำให้รับประทานได้ง่ายขึ้น ทั้งนี้ถ้าสามารถนำพริกแกงเขียวหวานมาผสมเป็นไส้กรอกฮอตดอกไก่จะทำให้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ และมีรสชาติที่แปลกใหม่ ดังนั้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นแนวทางที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้สามารถรับประทานได้ง่ายขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกไก่แกงเขียวหวาน

1.3 ขอบเขตของโครงการ

พัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกไก่แกงเขียวหวาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวานเป็นสูตรต้นแบบ สามารถนำไปพัฒนาสูตรและประเมินต้นทุนของผลิตภัณฑ์ต่อไปได้

1.6 ระยะเวลาในการทำงานวิจัย

26 สิงหาคม 2567 – 1 ตุลาคม 2567

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องเทศแกงเขียวหวาน

เครื่องเทศแกงเขียวหวานถูกดัดแปลงมาจากพริกแกงเผ็ดโดยการเปลี่ยนสีจากพริกสีแดงเป็นพริกสีเขียว ส่งผลให้พริกแกงเขียวหวานมีสีเขียวต่างจากพริกแกงเผ็ด เมื่อนำพริกแกงเขียวหวานมาปรุงอาหารโดยใส่กะปilingไปส่งผลให้น้ำแกงสีเขียวอ่อนๆ ดูแล้วหวานละมุน สวนประกอบหลักพริกแกงเขียวหวานประกอบไปด้วยเครื่องเทศ และสมุนไพรหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น พริกชี้ฟ้าเขียว พริกชี้หนู มีสารแคปไซซินที่ช่วยระงับความปวด ลดการติดเชื้อ ลดการอักเสบและกระตุ้นการทำงานของระบบทางเดินอาหาร หอมแดง ลดอาการหวัด ชัดจุมูก ช่วยขับลม แก้ปวดท้อง พริกไทย ช่วยขับลม แก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อ กระเทียม ข่า ตะไคร้ ช่วยลดอาการท้องอืดท้องเฟ้อ แน่นท้อง ปวดท้อง เป็นต้น

2.2 บทนิยามของคำว่าไส้กรอกฮอตดอก

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

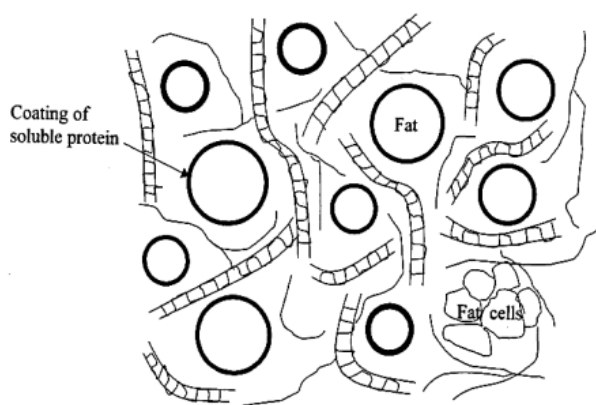
- 2.2.1 ไส้กรอกฮอตดอก ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “ฮอตดอก” หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อสัตว์และไขมัน เครื่องเทศ เครื่องปรุงรส และวัตถุเจือปนอาหารอื่น โดยการนำมาบดผสมกันอย่างละเอียดจนอยู่ในรูปอิมัลชัน แล้วบรรจุในไส้เซลลูโลสหรือไส้คอลลาเจนขนาดเบอร์ 22 ถึง 26 ความยาวประมาณ 12 เซนติเมตรถึง 15 เซนติเมตร อารมณ์วันหรือโดยวิธีอื่นที่เทียบเท่า แล้วทำให้สุกโดยมีอุณหภูมิภายในไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส
- 2.2.2 เนื้อสัตว์ (meat) หมายถึง เนื้อจากกล้ามเนื้อโครงร่าง (skeletal muscle) ของโค กระบือ สุกรหรือไก่ ที่ปราศจากกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์สิ่งแปลกปลอม และเหมาะสำหรับเป็นอาหารบริโภคได้
- 2.2.3 ไส้คอลลาเจนหรือที่เรียกว่าไส้เทียม หมายถึง ไส้ที่ผลิตจากคอลลาเจนบริโภคได้
- 2.2.4 ไขมัน หมายถึง ไขมันจากสุกร ไก่ เป็ด หรือน้ำมันพืช
- 2.2.5 ไบน์เดอร์ (binder) หมายถึง สิ่งที่เหมาะสมในไส้กรอกเพื่อช่วยปรับปรุงเนื้อของไส้กรอก ได้แก่ โปรตีนนม (milk protein) และโปรตีนถั่วเหลือง (soy protein)
- 2.2.6 ขนาดเบอร์ หมายถึง เส้นรอบวงของไส้ที่ใช้บรรจุ เป็นมิลลิเมตร

2.3 ผลิตภัณฑ์เนื้อบดละเอียดแบบอิมัลชัน

ผลิตภัณฑ์เนื้อบดรูปชนิดละเอียดแบบอิมัลชันครอบคลุมกลุ่มผลิตภัณฑ์เนื้อหลากหลายชนิด ซึ่งโดยส่วนมากจะเป็นผลิตภัณฑ์ไส้กรอกสุก (cooked sausages) ที่มีการใช้เกลือไนไตรต์เป็นส่วนประกอบจึงจัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภท cooked cure meat ด้วย ตัวอย่างเช่น ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ (frankfurter) หรือบางแห่ง เรียกว่า วินเนอร์ (weiner) หรือ ฮอทดอก (hot dog) รวมถึงไส้กรอกเวียนนา (veinna) ไส้กรอกคอกเทล (cocktail) จึงจัดเป็นกลุ่มไส้กรอกที่ใช้ไส้บรรจุที่มี เส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็ก (small diameter casings) ส่วนโบโลน่า (bologna) และมอร์ทาเดลลา (mortadella) มักจะอัดลงในไส้บรรจุที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่ (large diameter casings) เป็นต้น สำหรับตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อของไทย เช่น ลูกชิ้น หมูยอ จัดอยู่ในผลิตภัณฑ์เนื้อแบบอิมัลชัน หากแต่ไม่จำเป็น cooked cured meat products เนื่องจากไม่มีการใช้เกลือไนไตรต์เป็นส่วนประกอบ เช่นเดียวกับการผลิตไส้กรอกลูกวัว (weisswurst) และ บราทเวอร์ส (bratwurst) ของชาวเยอรมัน

2.4 การเกิดอิมัลชันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ลดขนาดชนิดบดละเอียด

อิมัลชันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ลดขนาดชนิดบดละเอียด เป็นระบบอิมัลชันเชิงซ้อนที่มีส่วนประกอบร่วมกันสองส่วน ได้แก่ ส่วนของเม็ดไขมัน (fat globules) ทำหน้าที่เป็นเฟสกระจาย (discontinuous phase) และโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ทำหน้าที่เป็นเฟสต่อเนื่อง (continuous phase) โดยโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์จะห่อหุ้มเม็ดไขมันไว้ แสดงดังรูปที่ 1 กลไกในการเกิดอิมัลชันมี 3 ขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ 1 โครงสร้างของระบบอิมัลชันเนื้อสัตว์

ที่มา : กรรวิ (2560)

2.4.1 การสกัดและการพองตัวของโปรตีนเนื้อสัตว์ (protein extraction and swelling)

การเกิดโครงสร้างของระบบอิมัลชันเนื้อสัตว์ เริ่มต้นจากการสับผสมเนื้อแดง (lean meat) เช่น เนื้อส่วนนอก หรือเนื้อส่วนสะโพกซึ่งมีโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์เป็นส่วนประกอบหลัก ร่วมกับเกลือ ฟอสเฟต และน้ำแข็งบางส่วนในระหว่างการสับผสม โปรตีนไมโอไฟบริลลาร์และโปรตีนซาโคพลาสมิคจะละลายและพองตัว รวมถึงมีโปรตีนบางส่วนเกิดการคลายตัว (unfolding) เนื่องจาก เกิดแรงผลัทางประจุระหว่างเส้นใยโปรตีน (ionic forces) ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเส้นใยโปรตีนซึ่งสามารถจับน้ำไว้ในโครงสร้างได้ นอกจากนี้ฟอสเฟตที่เติมลงไปในระบบจะช่วยเพิ่มค่าพีเอชของ เนื้อสัตว์ ส่งผลให้เส้นใยโปรตีนมีประจุเป็นลบมากขึ้นเช่นกัน ด้วยเหตุนี้เส้นใยโปรตีนจึงพองตัวมากขึ้น โดยในขั้นตอนนี้อาจจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิของส่วนผสมให้ไม่เกิน 4.4 องศาเซลเซียส เพื่อให้เกิดการสกัดโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ออกมาในระบบได้มาก

2.4.2 การกักเก็บไขมันในระบบอิมัลชันเนื้อสัตว์ (fat encapsulation and entrapment)

หลังจากสับผสมเนื้อแดง เกลือ และน้ำแข็งบางส่วนจนเกิดการสกัดโปรตีน ไมโอไฟบริลลาร์ออกมาในระบบได้อย่างสมบูรณ์แล้ว หลังจากนั้นจะเติมไขมัน เครื่องปรุง น้ำแข็งส่วน ที่เหลือ และส่วนผสมอื่นๆที่เป็น non-meat ingredients เช่น แป้ง โปรตีนจากพืช เป็นต้น หลังจากนั้นสับผสมส่วนผสมจนเปลี่ยนเป็นมวลเหนียว (meat batter or meat emulsion) ซึ่งในขั้นตอนนี้โปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ที่ถูกสกัดออกมาในระบบจะเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง โดยหันส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic portions) เข้ามาห่อหุ้มเม็ดไขมันรวมถึงหันส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic portions) ซึ่งมีประจุเป็นลบออกไปจับกับน้ำที่มีอยู่ในระบบ ส่งผลให้เม็ดไขมันสามารถเกิดการกระจายตัวในเฟสน้ำและส่วนผสมอื่นๆ ได้ ด้วยเหตุนี้จึงกล่าวได้ว่า โปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ช่วยให้น้ำ และเม็ดไขมันสามารถเกิดการรวมตัวกันในระบบอิมัลชันได้ โดยในขั้นตอนนี้อาจจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิส่วนผสมมวลเหนียวให้ไม่เกิน 10 ถึง 11.7 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดไขมันเกิดการหลอมเหลว และแยกตัวออกจากระบบอิมัลชันเนื้อสัตว์ ทั้งนี้การกักเก็บเม็ดไขมันไว้ในระบบอิมัลชันเนื้อสัตว์ เป็นการทำงานร่วมกันของ 2 กลไก คือ

2.4.2.1 Interfacial protein film (IPF)

โปรตีนไมโอไฟบริลลาร์ที่มีอยู่ในระบบอิมัลชันเนื้อสัตว์จะสร้างฟิล์ม ล้อมรอบเม็ดไขมัน โดยหันส่วนที่ไม่ชอบน้ำเข้ามาห่อหุ้มเม็ดไขมัน ส่งผลให้เม็ดไขมันมีความเสถียร และไม่เกิดการรวมตัวกัน (coalescence) และแยกออกจากระบบอิมัลชันที่เป็นส่วนผสมมวลเหนียวได้

2.4.2.2 Physical entrapment theory

หลังการให้ความร้อนส่วนผสมมวลเหนียว เม็ดไขมันในระบบอิมัลชัน จะเกิดการหลอมเหลวในขณะที่โปรตีนไมโอไฟบริลลาร์จะเกิดการเสียสภาพ และเซ็ทตัวเป็นโครงสร้างเจลที่มีความหนืดสูง (semi-rigid) ส่งผลให้เม็ดไขมันมีการเคลื่อนที่ที่จำกัด ด้วยเหตุนี้จึงสามารถกักเก็บเม็ดไขมันไว้ในโครงสร้างเจลได้

2.4.3 การเกิดเจลของระบบอิมัลชันเนื้อสัตว์ (formation of a heat-set gel)

หลังจากสับผสมจนส่วนผสมเปลี่ยนเป็นมวลเหนียวแล้ว จะต้องนำส่วนผสมมวลเหนียวที่ได้ไปให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิใจกลางไม่ต่ำกว่า 63.8 ถึง 73.9 องศาเซลเซียส เพื่อให้โปรตีนไมโอไฟบริลลาร์เสียสภาพ และเกิดการเซ็ทตัวเป็นโครงสร้างเจล (meat gel) ที่สามารถกักเก็บไขมัน และน้ำให้อยู่ภายในโครงสร้างได้ รวมถึงโปรตีนคอลลาเจนที่มีอยู่ในระบบจะหดตัวเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 64.4 องศาเซลเซียส ในสภาวะร้อนชื้น (moist heat) และเกิดการเปลี่ยนโครงสร้างเป็นเจลาคติน ทั้งนี้ในระบบอิมัลชันเนื้อสัตว์ที่มีความเสถียรเจลาคตินจะถูกกักเก็บไว้ในโครงสร้างเจล และสามารถจับกับน้ำที่มีอยู่ในระบบได้บางส่วน

2.4.4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอิมัลชันเนื้อสัตว์

2.4.4.1 ปริมาณเนื้อแดงในผลิตภัณฑ์

ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อิมัลชัน จำเป็นต้องคำนึงถึงปริมาณของโปรตีนไมโอซินที่มีอยู่ในระบบเพื่อให้เพียงพอต่อการห่อหุ้มเม็ดไขมัน เนื่องจากในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ หากพบว่ามีปริมาณเนื้อแดงน้อยเกินไปจะส่งผลให้มีโปรตีนไมโอซินไม่เพียงพอที่จะเกิดการห่อหุ้มเม็ดไขมันได้อย่างสมบูรณ์ ส่งผลให้เม็ดไขมันเหล่านี้เกิดการรวมตัวกัน และสามารถไหลออกจากระบบอิมัลชันหลังผ่านการให้ความร้อนได้ นอกจากนี้การมีโปรตีนคอลลาเจนในส่วนผสมปริมาณมากเกินไป ซึ่งจะส่งผลให้เม็ดไขมันบางส่วนถูกห่อหุ้มโดยโปรตีนคอลลาเจน โดยเมื่อนำไปผ่านการให้ความร้อนโปรตีนคอลลาเจนจะเกิดการหดตัว และเปลี่ยนเป็นโปรตีนเจลาคตินซึ่งสามารถไหลออกจากผิวที่ห่อหุ้มเม็ดไขมันได้ ในขณะที่โปรตีนไมโอซินเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการตกตะกอนและห่อหุ้มเม็ดไขมันเอาไว้ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อิมัลชันมีคราบน้ำมัน (fat cap) เกาะตามผิวของผลิตภัณฑ์นอกจากนี้ภายในของผลิตภัณฑ์จะเกิดโพรงเจลลี่ (jelly pockets) ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ไม่ต้องการในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อิมัลชัน

2.4.4.2 เวลาในการสับผสม

การสับผสมส่วนผสมเป็นเวลานานเกินไป (over chopping) ส่งผลให้เม็ดไขมันถูกตัดแบ่งเป็นเม็ดเล็กๆ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลง แต่มีผิวหน้าของเม็ดไขมันเพิ่มขึ้นจน

โปรตีนไมโอซินไม่สามารถห่อหุ้มเม็ดไขมันได้ เกิดลักษณะการแยกตัวของไขมัน (greasing out) กล่าวคือ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปผ่านการให้ความร้อนจะทำให้เม็ดไขมันสามารถไหลออกจากระบบอิมัลชันเนื้อสัตว์ได้ จนสามารถสังเกตเห็นไขมันเกาะเป็นจุดๆ บริเวณภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์อิมัลชัน ได้

2.4.4.3 อุณหภูมิในการสับผสม

อุณหภูมิในการสับผสมเป็นสิ่งที่ส่งผลต่อความเสถียรของระบบอิมัลชันเนื้อสัตว์ เนื่องจากโปรตีนไมโอซินสามารถเกิดการสกัดออกมาในระบบได้มากขึ้นขณะสับผสมที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4.4 องศาเซลเซียส รวมถึงจะต้องควบคุมอุณหภูมิส่วนผสมมวลเหนียวสุดท้ายให้ไม่เกิน 10 ถึง 11.7 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดไขมันเกิดการหลอมเหลวและแยกตัวออกจากระบบอิมัลชัน

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของอิมัลชันในผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์

2.5.1 ปริมาณของโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือ

ปริมาณของโปรตีนที่ละลายในน้ำเกลือ คือ ปริมาณไมโอไฟบริลลาซึ่งมีโปรตีนแอกตินและไมโอซินเป็นองค์ประกอบ โปรตีนชนิดนี้สามารถละลายได้เมื่อเติมเกลือ 2-3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก เมื่อเติมเกลือแล้วทำการสับผสมโปรตีนแอกตินและไมโอซินจะละลายออกมาจากเส้นใยกล้ามเนื้อและรวมตัวเป็นโปรตีนแอกโตไมโอซิน (Actomyosin) ทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หนืด ในระหว่างการสับผสม เมื่อนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75-100 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดโครงสร้างแบบตาข่ายที่สามารถ กักเก็บโมเลกุลของน้ำไว้ภายในจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความยืดหยุ่น ซึ่งในการผลิต ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ประเภทอิมัลชันปริมาณโปรตีนไมโอไฟบริลลาที่สกัดออกมาจากเนื้อเยื่อมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากโปรตีนที่สกัดได้ทำหน้าที่เป็น อิมัลซิไฟเออร์ ถ้าปริมาณโปรตีนที่สกัดได้มีปริมาณมากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเกิดอิมัลชัน ปัจจัยที่มีผลต่อการสกัดโปรตีน ได้แก่ ความเข้มข้นของเกลือโดยการใช้เกลือ 4 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถสกัดแอกตินและไมโอซินได้ปริมาณสูงสุด แต่อาจจะทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์เค็มเกินไปจึงนิยมใช้เกลือเพียง 2-3 เปอร์เซ็นต์

2.5.2 อุณหภูมิระหว่างการเกิดอิมัลชัน

ในระหว่างการสับผสมและการเกิดอิมัลชันถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย จะเพิ่มความสามารถในการละลายของโปรตีนให้มากขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้อิมัลชันแตกหรือเสียความคงตัวไปเนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงเกินไปโปรตีนเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ (Denaturation) และเกิดการสูญเสียคุณสมบัติในการห่อหุ้มไขมัน ดังนั้นในช่วงแรกๆ ที่ทำการสับผสมควรควบคุม

อุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 3-11 องศาเซลเซียส ถ้าเป็นเครื่องสับผสมที่ใช้ความเร็วรอบเข้าอุณหภูมิในการสับผสมไม่ควรเกิน 4-7 องศาเซลเซียส ในช่วงแรกซึ่งต่ำกว่าเครื่องสับผสมที่มีความเร็วรอบสูงที่อุณหภูมิในช่วงแรกในการสับผสมควรอยู่ที่ 11 องศาเซลเซียส การสับผสมไม่ควรใช้เวลาในการสับผสมนานเกินไป เนื่องจากการสับผสมจะทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และในช่วงสุดท้ายของการสับผสมอุณหภูมิไม่ควรเกิน 10- 16 องศาเซลเซียส หากสูงเกินไปอาจจะทำให้โปรตีนบางส่วนเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ และความสามารถในการห่อหุ้มเม็ดไขมันน้อยลง เนื่องจากไขมันบางส่วนละลายทำให้แรงตึงผิวสูงขึ้นส่งผลให้เกิดการแยกชั้นและเสียภาวะอิมัลชันไป

2.5.3 เวลาที่ใช้ในการสับผสม

ถ้าใช้เวลาสั้นเกินไปเม็ดไขมันจะมีขนาดใหญ่สามารถรวมตัวกัน และแยกจากส่วนที่เป็นน้ำได้ง่าย แต่ถ้าใช้เวลามากเกินไปเม็ดไขมันจะมีขนาดเล็กมากทำให้พื้นที่ผิวของไขมันเพิ่มมากขึ้น จนปริมาณโปรตีนที่ใช้ในการห่อหุ้มไขมันไม่เพียงพอ ทำให้เกิดการรวมตัวของเม็ดไขมันและเกิดตะกอนแยกชั้นได้ ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางของไขมันลดลง 1 เท่าจะทำให้พื้นที่ผิวของเม็ดไขมันเพิ่มขึ้น 1 เท่า เช่น เม็ดไขมันที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 ไมโครเมตร เมื่อถูกสับผสมจนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ไมโครเมตร ทำให้เกิดอนุภาคของไขมัน 125 อนุภาค พื้นที่ผิวของอนุภาคไขมันเพิ่มขึ้นจาก 7,850 ตารางไมโครเมตร เป็น 39,250 ตารางไมโครเมตร ซึ่งการเพิ่มพื้นที่ผิว 5 เท่านี้ทำให้ต้องใช้ปริมาณโปรตีนชนิดละลายในน้ำเกลือเพิ่มมากขึ้นเพื่อห่อหุ้มไขมันเล็กๆ นี้ให้ได้หมด พื้นที่ผิวที่มากขึ้นนี้อาจเกิดจากสภาวะการสับผสมนานเกินไป (Over chopping)

2.5.4 ความหนืดของอิมัลชัน

เนื่องจากเม็ดของไขมันมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจึงพยายามลอยตัวขึ้นมาด้านบน ถ้าอิมัลชันมีความหนืดต่ำไขมันจะลอยตัวขึ้นสู่ด้านบนได้ง่ายและเกิดการแยกชั้นจากส่วนที่เป็นน้ำ ทำให้ความคงตัวของอิมัลชันเสียไป ปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดของอิมัลชัน คือ ปริมาณน้ำในส่วนผสม ถ้ามีปริมาณน้ำแข็งอยู่น้อยความหนืดของอิมัลชันจะสูง นอกจากนั้นเวลาในการสับผสมก็มีผลต่อความหนืด ซึ่งเวลาในการสับผสมที่เหมาะสมคือประมาณ 10 นาที อิมัลชันจะมีความหนืดและเม็ดไขมันพอเหมาะ ถ้าใช้เวลาในการสับผสมมากเกินไปความหนืดของอิมัลชันจะต่ำลง นอกจากนี้ค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อสัตว์ และความเข้มข้นของเกลือก็ส่งผลต่อความหนืดของอิมัลชัน โดยความหนืดของอิมัลชันจะสูงเมื่อค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อสัตว์และความเข้มข้นของเกลือเพิ่มขึ้น

2.5.5 ค่าความเป็นกรดต่าง

ถ้าค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อสัตว์ต่ำจนใกล้จุดไอโซอิเล็กทริก (soelectric point) โปรตีน ไมโอไฟบริลลาร์จะละลายออกมาในเกลือน้อยลง โดยทั่วไปค่าความเป็นกรดต่างของ

เนื้อสัตว์ที่ผ่านระยะการเกร็งตัวแล้วจะอยู่ในช่วง 5.3-5.7 และจุดไอโซอิเล็กตริกจะอยู่ที่ค่าความเป็นกรดต่างประมาณ 5 ดังนั้นควรเลือกใช้เนื้อก่อนเกิดระยะการเกร็งตัว

2.5.6 อุณหภูมิระหว่างการทำให้สุก

การใช้อุณหภูมิที่ทำให้สุกต่างกันจะมีผลต่อความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ซึ่งจะเพิ่มขึ้นตามลำดับที่ อุณหภูมิอยู่ในช่วง 80-90 องศาเซลเซียส แต่ถ้าใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 90 องศาเซลเซียสจะมีผล ทำให้ความยืดหยุ่นลดลงอย่างรวดเร็ว และการใช้อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส จะมีผลทำลายความ ยืดหยุ่นเนื่องจากผลของความร้อนจะไปทำลายโครงสร้างของโปรตีนและอาจเกิดการแตกตัวของอิมัลชันได้ โดยที่การทำให้สุกโดยใช้อุณหภูมิสูงเกินไปทำให้โปรตีนที่ห่อหุ้มรอบไขมันเกิดการหดตัวอย่างรวดเร็ว ขณะที่ไขมันเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็วเช่นกัน จึงส่งผลให้โปรตีนที่ห่อหุ้มรอบไขมันเกิดการฉีกขาด และเกิดการเคลื่อนที่ของไขมันออกมาในตาข่าย

2.6 ส่วนผสมในการผลิตไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน

1. เนื้อไก่

เนื้อไก่เป็นเนื้อของสัตว์ปีกที่สามารถใช้เป็นอาหารเพื่อบริโภคได้ ซึ่งเป็นอาหารที่บริโภคกันอย่างกว้างขวางทั่วโลก เนื่องจากเนื้อไก่เป็นเนื้อสัตว์ที่มีโปรตีนสูงที่สุด และโปรตีนที่ได้เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี ราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่น เช่น เนื้อหมู เนื้อวัวหรือเนื้อจากสัตว์น้ำ โดยในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ถือว่าเนื้อสัตว์หรือเนื้อไก่ที่ใช้ในการผลิตจัดเป็นวัตถุดิบพื้นฐานที่มีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่เนื้อเยื่อจากสัตว์มีความแปรปรวนของความชื้น โปรตีน ไขมัน สี และความสามารถในการเกิดอิมัลชันค่อนข้างสูง เนื้อสัตว์มีความสามารถในการรวมหรือยึดเกาะกับน้ำ และส่วนผสมต่าง ๆ ให้เข้ากันและเนื้อยังสามารถประสานเป็นก้อนเดียวกันได้ กล้ามเนื้อโครงร่างหรือเนื้อ มีความสามารถในการประสานกันแตกต่างกันไป นอกจากนี้ถ้าเนื้อส่วนใดมีไขมันปนอยู่สูงจะมี ความสามารถยึดเกาะต่ำ ส่วนเนื้อที่มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันสูงจะมีความสามารถในการยึดเกาะต่ำลง เนื่องจาก เนื้อเยื่อเกี่ยวพันส่วนใหญ่เป็นคอลลาเจนเมื่อสัมผัสความร้อนจะเปลี่ยนรูปไปเป็นวุ้นซึ่งมีความสามารถในการยึดเกาะต่ำมาก ดังนั้นในการเลือกเนื้อมาใช้เป็นวัตถุดิบจึงต้องมีข้อจำกัดในการนำมาใช้ โดยในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ส่วนของเนื้อไก่ในการผลิตที่แตกต่างกันซึ่งจะใช้ส่วนของอกไก่ เลาะหนังออกและอกไก่ติดหนัง โดยส่วนมากบริเวณหนังไก่จะเป็นส่วนของไขมันดังนั้นการเลือกใช้เนื้อที่ ต่างกันนี้จึงทำให้ปริมาณไขมันในไส้กรอกแกงฮอตดอกแกงเขียวหวานแตกต่างกัน ซึ่งอาจจะส่งผลให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแตกต่างกัน

2. น้ำแข็ง (Ice)

น้ำแข็งใช้เพื่อควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการสับผสม ทำให้เกล็ดและส่วนผสมต่าง ๆ ละลาย และกระจายตัวได้ดี ซึ่งน้ำแข็งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อดีชุ่มฉ่ำ และนุ่ม ทำให้อิมัลชันคงตัวดีช่วยให้บรรจุได้ง่าย และช่วยให้ทดแทนการสูญเสียไอน้ำในระหว่างการผลิตและให้ความร้อน การเติมน้ำในรูปของน้ำแข็งจะช่วยลดอุณหภูมิของส่วนผสมลงเพราะโปรตีนสำคัญ จะถูกสกัดออกมาให้ทำปฏิกิริยากับผงฟอสเฟต และเกล็ดในการอ้วนน้ำได้ดีจะถูกสกัดได้ที่อุณหภูมิ 4-15 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเติมน้ำอุณหภูมิปกติจึงไม่สามารถสกัดโปรตีนสำคัญได้น้ำแข็งจึงเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 15 องศาเซลเซียส เมื่อน้ำแข็งถูกสับจนละลายกลายเป็นน้ำเย็นจัด ของเหลวในรูปของน้ำจะหน้าที่เป็นตัวทำละลายส่วนประกอบต่างๆ ที่สามารถละลายน้ำได้ทำให้สารละลายผงฟอสเฟต และเกล็ดทำปฏิกิริยากับเนื้อสัตว์ได้เร็วขึ้นทำให้น้ำตาลทราย และสารกันบูดที่อยู่ในสภาพของแข็งละลาย กลายเป็นของเหลวกระจายตัวซึมเข้าไปในส่วนผสมได้ง่ายและเร็วขึ้น เป็นตัวนำพาให้ส่วนประกอบอื่นๆ ที่อยู่ในรูปผงหรือแป้งแต่ไม่ละลายน้ำรวมตัวเป็นสารละลายน้ำให้กระจายตัวในส่วนผสมอย่างทั่วถึง และสม่ำเสมอ เช่น พริกไทยป่น แป้งตัดแปร เป็นต้น และน้ำแข็งทำหน้าที่เป็นตัวช่วยให้โปรตีนและแป้ง สามารถจับน้ำมันจากไขมันสัตว์ให้มารวมกับน้ำที่เติมลงไปเพื่อให้เกิดอิมัลชันซึ่งให้เนื้อสัมผัสเหมือน เนื้อสัตว์ที่ถูกตีสับจนละเอียด ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มและชุ่มฉ่ำ น้ำแข็งที่นำมาใช้ควรสะอาดและ ไม่บดจนละเอียดเพราะน้ำแข็งจะละลายเร็วเกินไป แต่หากน้ำแข็งมีขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้เครื่องตีสับ ทำงานได้ยากขึ้นและอาจทำให้เกิดเกล็ดน้ำแข็งที่ละลายไม่ทันยังคงอยู่ในส่วนผสมที่นำไปขึ้นรูปซึ่งจะมีผล ทำให้เกิดฟองน้ำ คือมีน้ำจากน้ำแข็งที่ละลายแล้วซึ่งอยู่ในฟองอากาศภายในผลิตภัณฑ์ซึ่งจะทำให้เน่าเสียเร็ว หากนำไปแช่แข็งจะทำให้น้ำภายในกลายเป็นเกล็ดน้ำแข็งแล้วเกิดการขยายตัวจนทำให้เนื้อสัมผัส เสียหายได้ หากน้ำแข็งละลายซึมออกมาได้หมดระหว่างการต้มก็จะเกิดฟองอากาศภายในผลิตภัณฑ์ที่ เรียกว่ารูพรุน

3. เกลือโซเดียม (Salt)

โซเดียมคลอไรด์มีสูตรทางเคมีคือ “NaCl” มีชื่อสามัญว่า “เกลือแกง” มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว และมีรสเค็ม การผลิตเกลือของประเทศไทย แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ เกลือทะเลหรือเกลือสมุทร และเกลือหินหรือเกลือสินเธาว์ ในเกลือโซเดียมจะมีโซเดียมเป็นส่วนประกอบร้อยละ 40 ซึ่งโซเดียมเป็นเกลือแร่ที่จำเป็นต่อร่างกาย มีหน้าที่ควบคุมความดันออสโมติก (Osmotic pressure) คือแรงดันของของเหลวที่ไหลเข้าออกระหว่าง ภายนอกกับภายในเซลล์ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ เพื่อรักษาปริมาตรของน้ำนอกเซลล์ และช่วยในการรักษาความ เป็นกรดต่างของร่างกายช่วยในการ

นำกระแสไฟฟ้าของเส้นประสาทและกล้ามเนื้อช่วยในการนำกลูโคส และกรดอะมิโนเข้าสู่เซลล์เกลือโซเดียมมีหน้าที่เป็นตัวเสริมกลีนิรส และรสชาติของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ให้มีรสชาติดีขึ้น การใช้เกลือร่วมกับฟอสเฟตสามารถละลายโปรตีนในโครงสร้างของเนื้อสัตว์และมีส่วนช่วยในการยึดเกาะโมเลกุลขนาดใหญ่ของน้ำในส่วนผสม ซึ่งโปรตีนที่ละลายได้ยังมีความสามารถในการเป็น อิมัลซิไฟเออร์ของไขมันในผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ โดยเกลือที่เติมลงไปจะมีผลเข้าทำปฏิกิริยาระหว่างแอกตินและไมโอซิน นอกจากนี้เกลือมีผลต่อการลดน้ำในผลิตภัณฑ์ และทำให้แรงดันออสโมติก (Osmotic pressure) ของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป ทำให้ค่า water activity (a) ลดลงจึงมีผลต่อการยับยั้ง การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และป้องกันการเน่าเสียอีกทั้งการเติมเกลือลงไปในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดแกรมบวกมากกว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดแกรมลบ ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ชนิดแกรมลบบางชนิดเป็นโทษต่อผู้บริโภคหรือส่งผลให้อาหารเน่าเสีย เช่น *Salmonella spp.* และ *Escherichia coli*

4. โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (Sodium tripolyphosphate)

สารโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตจัดเป็นสารประกอบฟอสเฟตชนิดหนึ่ง คิวพร (2535) กล่าวว่า สารประกอบฟอสเฟตเป็นวัตถุเจือปนอาหารชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมาก เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตมีคุณสมบัติที่ช่วยปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้นและได้มาตรฐาน การเติมสารประกอบฟอสเฟตลงในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จะช่วยปรับปรุงคุณลักษณะต่าง ๆ ของเนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ให้ได้ดีดังนี้

1. ช่วยให้อายุของเนื้อสัตว์คงตัว
2. ช่วยให้เนื้อสัตว์จับตัวกันได้ดียิ่งขึ้น
3. ช่วยให้เนื้อสัตว์นุ่ม
4. ช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อสัตว์
5. ช่วยปรับปรุง กลิ่น รสของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ให้ดียิ่งขึ้น
6. ช่วยป้องกันการเกิดกลิ่นที่ไม่ดี
7. ป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่อาจเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์

ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 418 (2563) กล่าวถึง หมวดอาหารเนื้อสัตว์บดที่ผ่านกรรมวิธีปริมาณโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (Sodium tripolyphosphate) สูงสุดที่อนุญาตให้ใส่ในผลิตภัณฑ์ คือ 2,200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

5. โซเดียมไนไตรท์ (Sodium nitrite)

มีสูตรทางเคมีว่า NaNO_2 เป็นสารประกอบประเภทอนินทรีย์ ซึ่งมีลักษณะเป็นผงผลึกสีขาว ออกเหลืองเล็กน้อย สามารถละลายน้ำได้ดี มีคุณสมบัติป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ทำให้อาหารเกิดการเน่าเสีย และช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จำพวกคลอสทริเดียมบอทูลินัม (*Clostridium botulinum*) และ คลอสทริเดียมเปอร์ฟริงเจน (*Clostridium perfringens*) มักจะอยู่ในอาหารแปรรูปจำพวกเนื้อสัตว์ เช่น ไส้กรอก แหนม และหมูยอ นอกจากนี้ยังทำให้เนื้อสัตว์แปรรูปมีสีแดงอมชมพูน่ารับประทานยิ่งขึ้น แต่ถ้าหากได้รับสารนี้มากเกินไป จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ สามารถทำให้เสียชีวิตได้

กระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้มีการใช้โซเดียมไนไตรท์ลงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป ไม่เกิน 80 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เพราะภายใน 1 วัน ร่างกายจะสามารถรับโซเดียมไนไตรท์ได้ 0.07 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม หากได้รับมากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อร่างกาย ได้แก่ ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง หัวใจเต้นเร็วผิดปกติ ความดันต่ำขัดขวางการลำเลียงออกซิเจนในร่างกายเกิดภาวะฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงทำงานผิดปกติส่งผลให้เกิดอาการหายใจไม่ออกหรือหายใจลำบาก ถึงขั้นเสียชีวิตได้

6. โซเดียมอะซิเตท (Sodium Acetate)

โซเดียมอะซิเตทเกลือหรือโซเดียมอะซิเตทมีประโยชน์หลายอย่าง เป็นฐานที่ฝืนของกรดอ่อน ซึ่งหมายความว่ามันเป็นเพียงบางส่วน ionizes เมื่อละลายในน้ำ นี้มีโซเดียมอะซิเตทที่มีคุณสมบัติบัฟเฟอร์ นั่นคือ ความสามารถในการรักษาสารละลายที่ค่าคงที่ค่อนข้างค่า pH แม้จะมีความทำลายเป็นกรดหรือเบส คุณสมบัตินี้พร้อมกับความเป็นพิษต่ำช่วยอธิบายได้ว่าทำไมโซเดียมอะซิเตทสามารถพบได้ในอุตสาหกรรมตั้งแต่การผลิตปิโตเลียมจนถึงผลิตภัณฑ์ปรุงแต่งอาหาร โซเดียมอะซิเตทใช้กันในอุตสาหกรรมอาหารอย่างแพร่หลายในฐานะสารยัดอายุการเก็บรักษา สารปรุงแต่งรส และสารควบคุมค่า pH และยังสามารถรับประทานได้อย่างปลอดภัยที่มีความเข้มข้นต่ำ

7. โซเดียมแลคเตท (Sodium Lactate)

เป็นสารประกอบเคมีประเภทเกลือโซเดียมของกรดแลคติก (Lactic acid) มีลักษณะเป็นผงสีขาวละลายน้ำได้ดี มักนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ทำหน้าที่ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรค และช่วยปรับสมดุล กรด-ด่าง ของผลิตภัณฑ์อาหาร

8. โมโนโซเดียมกลูตาเมต (monosodium glutamate)

ผงชูรส เป็นวัตถุเจือปนอาหารประเภทวัตถุปรุงแต่งรสอาหารที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โมโนโซเดียมกลูตาเมตมีลักษณะเป็นผงผลึกสีขาวไม่มีกลิ่น มีคุณสมบัติในการเป็นสารเพิ่มรสชาติอาหาร ทำให้อาหารมีรสชาติโดยรวมดีขึ้น เนื่องจากเมื่อโมโนโซเดียมกลูตาเมตละลายน้ำ จะแตกตัวได้โซเดียมและกลูตาเมตอิสระที่มีสมบัติในการเพิ่มรสชาติอาหาร โดยช่วยเพิ่มรสชาติของรสชาติพื้นฐาน 4 รสที่เรารู้จักกันดีคือ รสหวาน รสเค็ม รสเปรี้ยว และรสขม ให้เด่นชัดมากขึ้น ในการศึกษาทางเภสัชวิทยาเกี่ยวกับรสชาติพบว่าผงชูรสสามารถกระตุ้น Glutamate Receptor แล้วทำให้เกิดรสชาติ เฉพาะตัวที่เรียกว่ารสอูมามิ (Umami) ซึ่งเป็นรสที่ 5 ที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้ และมีเอกลักษณ์แตกต่างจากรสชาติพื้นฐาน

9. แป้งมันสำปะหลัง

เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต แต่ยังมีคุณสมบัติอื่นที่ทำให้แป้งมันสำปะหลังเข้ามามีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมอาหารนั้น คือ เป็นตัวช่วยทำให้เกิดความข้น (Thickner) ในอาหารช่วยให้ อาหาร เกิดความคงตัว (Stabilizer) ช่วยให้อาหารเกาะตัวกันดีขึ้น (Binder) และช่วยในการเสริมแต่ง (Filler) นอกจากนี้ แป้งยังเป็นสิ่งที่หาได้ง่าย และราคาค่อนข้างถูก (Glucose) เด็กซ์โตรส (Dextrose) อาหารเด็ก ผลิตภัณฑ์ขนมปัง ขนมหวานสำเร็จรูปไส้ขนมพาย อาหารกระป๋อง บะหมี่ เครื่องดื่ม ไอศกรีม แยม ผลไม้กระป๋อง นมเปรี้ยว ไส้กรอก กุนเชียง ซอส และโซดาทำขนม เป็นต้น

10. เครื่องเทศ (Spices)

เครื่องเทศจัดเป็นเครื่องปรุงแต่งรส (seasoning) ของอาหารทั่วไป ซึ่งถูกเติมไปเพื่อปรุงแต่งรสชาติของผลิตภัณฑ์ให้มีรสชาติเฉพาะตัว และอาจมีส่วนช่วยในการถนอมอาหารได้ การใช้เครื่องเทศบางชนิดยังทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการหืนได้ แต่ทางตรงกันข้ามอาจมีแบคทีเรียปนเปื้อนอยู่ในเครื่องเทศสูง จึงทำให้เก็บผลิตภัณฑ์ได้ไม่นาน เครื่องปรุง รสที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ได้แก่ พริกชี้ฟ้าเขียว พริกชี้หนูเขียว ตะไคร้ข่า ผิวมะกรูด หอมแดง กะปิ กระเทียม รากผักชี ขมิ้นแดง เม็ดพริกไทยขาว เม็ดผักชี เมล็ดยี่ห่วย กระวานไทย

2.7 การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพอาหารด้านประสาทสัมผัส (sensory evaluation) เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้คนเป็นเครื่องมือในการตัดสินคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหาร ประสาทสัมผัสทั้งห้าของมนุษย์ทั้งทางร่างกายประกอบด้วย ตา หู จมูก ปาก (ลิ้น เพดาน ฟัน) ผิวหนัง (มือ ลิ้น) และรวมถึงความรู้สึกทางด้านจิตใจ คือ อารมณ์พึงพอใจ ทัศนคติ ความเห็น ได้แก่ ลักษณะปรากฏ (สี ความเป็นเงา) กลิ่น รสชาติ ลักษณะสัมผัส และความชอบ เสียใจ ความรู้สึกอยากบริโภคซ้ำ

และความประทับใจ เพื่อเป็นเครื่องมือในการวัดค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารออกมาในลักษณะของสี ขนาด รูปร่าง ตำหนิ กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส เป็นต้น

1. ความสำคัญของการประเมินคุณภาพอาหารด้านประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส มีความสำคัญในการบอกคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารและนำมาประยุกต์ใช้งานได้ดังมีรายละเอียดดังนี้

1.1 บอกลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร

การประเมินด้านประสาทสัมผัส เป็นการประเมินคุณภาพที่ใช้แสดงออกถึง “ความชอบ” หรือ “ไม่ชอบ” ของผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตขึ้น โดยการประเมินดังกล่าวไม่สามารถใช้เครื่องมือในการตัดสินความชอบได้ จึงใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการค้นหาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (product acceptability)

1.2 กำหนดข้อกำหนดและการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์

โรงงานสามารถใช้ข้อมูลด้านคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ขนาด และรูปร่างของผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อจัดทำเป็นข้อกำหนดในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ (establishment of specification and quality control) ซึ่งจะทำให้คุณภาพอาหารที่ผลิตขึ้นมีคุณภาพสม่ำเสมอ เช่น การทดลองหาระดับความหวานของน้ำตาลสดที่ผู้บริโภคมองยอมรับ เครื่องมือวัดของแข็งที่ละลายได้ หรือเรียกว่า เครื่องวัดความหวาน (refractometer) นำมาวัดความหวานที่ได้จากการทดสอบชิม น้ำตาลสดที่ผู้บริโภคมองมากที่สุด ออกมาเป็นค่าความหวาน และนำค่าที่ได้จากเครื่องมือมากำหนดเป็นค่ามาตรฐานความหวานน้ำตาลสด เพื่อใช้ในการควบคุมการผลิต ให้มีระดับความหวานเท่ากันทุกครั้ง เป็นต้น

1.3. การเปรียบเทียบและวางตัวผลิตภัณฑ์

การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสเป็นเครื่องมือในการเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (product matching and mapping) ผลิตภัณฑ์ที่เป็นคู่แข่งหรือผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศ ที่ผลิตขึ้นกับผลิตภัณฑ์เป้าหมายซึ่งอาจเป็น

1.4 การติดตามการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละชนิดมีอายุการเก็บรักษาและสภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน ดังนั้นในกระบวนการผลิตอาหารจึงต้องมีการศึกษาเนื้อหาข้อมูลว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตนั้นมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไรในระหว่างที่ผลิตภัณฑ์อยู่ในสภาพเช่นเดียวกับสภาพที่ผลิตภัณฑ์อยู่ในระหว่างรอการจำหน่าย การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสจัดเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ยอมรับใช้ในการตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารในระหว่างการเก็บรักษา อีกทั้งการตรวจ

ติดตามการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษานี้ยังสามารถใช้ในการยืนยันหรือแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวกับการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารในระหว่างการจำหน่าย อีกทั้งยังสามารถใช้ในการแก้ไขปัญหาด้านการร้องเรียนของผู้บริโภคและการเรียกคืนผลิตภัณฑ์ที่เป็นปัญหา

1.5 การปรับปรุงสูตรของผลิตภัณฑ์

การปรับปรุงสูตรของผลิตภัณฑ์ (product reformulation) อาจจำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เดิม โดยอาศัยการทดสอบด้านประสาทสัมผัส นอกจากความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้นแล้วการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส ยังใช้ในการค้นหาระดับความมากน้อยของการปนเปื้อนที่เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ ใช้ในการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ในกรณีที่พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่หรือประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ก่อนการปล่อยผลิตภัณฑ์ออกจากโรงงานคุณลักษณะของประสาทสัมผัส

2. คุณลักษณะของประสาทสัมผัส (sensory attribute)

เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า อันได้แก่ หู จมูก ลิ้น และผิวหนังส่วนต่างๆ ของร่างกาย เป็นเครื่องมือวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ออกมาในรูปแบบ คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ประกอบด้วย

2.1 ลักษณะปรากฏ

ลักษณะปรากฏ (appearance) หมายถึง ลักษณะทางกายภาพของอาหารที่ปรากฏให้เห็นด้วยตา ได้แก่

2.1.1 สีเกิดขึ้นจากแสงตกกระทบผลิตภัณฑ์อาหารแล้วสะท้อนเข้าตาในช่วงความยาวคลื่น 400-800 นาโนเมตร สีจัดเป็นปัจจัยแรกทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดการจูงใจของผู้บริโภค ในการเลือกผลิตภัณฑ์

2.1.2 ขนาดและรูปร่าง ผลิตภัณฑ์อาหารจำเป็นต้องพิจารณาถึงขนาดและรูปร่าง โดยต้องให้พอเหมาะกับความต้องการของผู้บริโภค ทั้งนี้ขนาดจัดเป็นปริมาณเปรียบเทียบของชั้นหรืออนุภาคผลิตภัณฑ์อาหาร ในขณะที่รูปร่างบอกถึงลักษณะรูปร่างของชั้นหรืออนุภาคผลิตภัณฑ์อาหาร ขนาดและรูปร่างของผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย ความยาว ความหนา ความกว้าง น้ำหนัก ปริมาตร และรูปร่างต่างๆ การกระจายของชิ้นส่วนขนาดชิ้นส่วนของวัตถุดิบที่ประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถตรวจวิเคราะห์และตรวจวัดด้วยวิธีการใช้สายตาตรวจพินิจ และนำมาเปรียบเทียบในผังมาตรฐาน (standard chart) ของรูปร่างผลิตภัณฑ์ตามเกรด

2.1.3 พื้นผิวของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตอาจมีพื้นผิวที่แตกต่างกัน เช่น ผิวเรียบ ขรุขระ มันวาว แข็ง เป็นฟอง เป็นต้น ซึ่งมีผลต่อการยอมรับคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2.2 กลิ่น

กลิ่น (odor/smell/aroma/fragrance) ของผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นได้เมื่อสารที่ให้กลิ่นระเหย เข้าสู่โพรงจมูก กลิ่นได้รับจากอากาศก่อนที่จะเข้าสู่ปาก เมื่อสารให้กลิ่นไปกระตุ้นปลายประสาทรับกลิ่น ความรู้สึกในกลิ่นนั้นจะถูกส่งไปยังสมอง และแปรผลเป็นกลิ่นต่างๆ โดยอาศัยประสบการณ์ที่เคยได้รับกลิ่นนั้นมาก่อน ทั้งนี้กลิ่นเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้ผู้บริโภคเกิดความประทับใจใน ผลิตภัณฑ์หรือเกิดการปฏิเสธที่จะยอมรับผลิตภัณฑ์ได้ ความแรงของกลิ่นขึ้นกับปริมาณสารให้กลิ่นที่หลุดจากเนื้อของผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งอยู่ภายใต้อิทธิพลของอุณหภูมิและธรรมชาติของสารที่ให้กลิ่น

อย่างไรก็ตามคำศัพท์ที่เกี่ยวกับกลิ่นมีหลายคำและมีความหมายแตกต่างกัน ดังนั้น กลิ่นของผลิตภัณฑ์อาหาร (odor/smell) กลิ่นสาร (เคมี) ที่เติมในอาหารหรือมีในอาหารหรือมีในพืชธรรมชาติ และมักเร้าอารมณ์ให้มีความรู้สึกไวตามกลิ่นนั้น เรียกว่า อะโรมา (aroma) นิยมทำแบบกลิ่นบำบัดอารมณ์ (aroma therapy) ส่วนกลิ่นหอมจากดอกไม้ เกสรดอกไม้ และผลไม้ที่สร้างกลิ่นหอมได้นาน นิยมนำมาใช้เป็นเครื่องสำอางเพื่อดับกลิ่นอื่น เรียกว่า เฟรกรันจ์ (fragrance) เช่น กลิ่นกุหลาบ หรือเลียนแบบกลิ่นกุหลาบ

2.3 เนื้อสัมผัส

ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) เป็นลักษณะเฉพาะของอาหารที่มนุษย์รับรู้ได้โดยอาศัยประสาทสัมผัสด้านการสัมผัส ทั้งนี้โดยอาศัยการรับรู้สัมผัสด้วยการสัมผัสโดยตรงด้วยมือ หรือโดยประสาทสัมผัสภายในช่องปาก เช่น ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์อาหารที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่จำเพาะ เช่น

3.1 ความข้นหนืด เช่น น้ำผึ้ง นมข้นหวาน แยมผลไม้ ซอสมะเขือเทศเข้มข้น ไส้รับหรือน้ำเชื่อมเข้มข้น เป็นต้น

3.2 ความเหนียว เช่น ดังเม หมูหรือเนื้อแดดเดียว เป็นต้น

3.3 ความแข็ง เช่น ขนมปังฝรั่งเศส ลูกกวาด เป็นต้น

3.4 ความนุ่ม เช่น ขนมถ้วยฟู ขนมตาล ขนมปัง เป็นต้น

3.5 ความกรอบ เช่น คุกกี้ มันฝรั่งทอดกรอบ หมูแผ่น ข้าวตัง เป็นต้น

2.4 รสชาติ

โดยทั่วไปมนุษย์จะรับรู้ “รส” ควบคู่ไปกับการรับรู้ “กลิ่น” โดยใช้อวัยวะในช่องปากคือ ลิ้น เพดาน รวมทั้งช่องคอ และบางกรณีจะร่วมกับการเคี้ยวอาหารและได้ความรู้สึกรวม คือ

รสชาติ (flavor) เริ่มจากดมและสูด ซึ่งเป็นกลิ่นที่รู้สึกได้จากกลิ่นที่ระเหยออกมา จัดเป็นการรับกลิ่นโดยตรง ส่วนการรับกลิ่นอีกทางหนึ่งหรือทางอ้อม 2 คือการรับรู้กลิ่นระหว่างการ เคี้ยวอาหาร กลืนอาหาร/กลิ่นในเนื้ออาหารจะเข้าสู่จมูกทางช่องคอ ขึ้นต่อมาหรืออาจจะคู่กันก็คือ การรับรู้ทางกายภาพ เช่น สี ขนาด รูปร่าง ความละเอียด ความกรอบ ซึ่งจะรับรู้โดยใช้ตา ช่องปาก ฟัน หู ลักษณะเนื้อสัมผัสที่รับรู้ที่มีผลต่อสภาวะจิตให้รายงานต่อรสชาติได้ ถือเป็นผลทาง จิตวิทยา ส่วนความรู้สึทางด้านรสนิยมใช้ประสาทรับรู้รสที่ลิ้นและเพดาน เรียกว่า ต่อมรับรส (taste bud) ทั้งหมดรวมเป็น “รสชาติ”

2.5. เสียง

เสียง (noise) เป็นคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสโดยอาศัยประสาทสัมผัสด้านการได้ยิน เช่น เสียงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเคี้ยวอาหาร จะสามารถแสดงถึงลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารได้ เช่น ความกรอบ หรือความแข็งของผลิตภัณฑ์อาหาร (สุธีรา เข้มทอง. 2558 : 183-187)

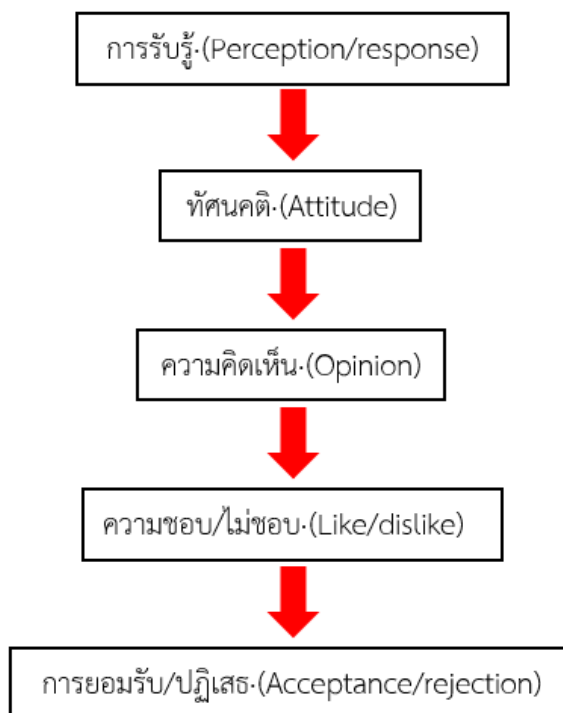
3. การทดสอบความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค

เป็นการทดสอบเพื่อหาความชอบของผู้ทดสอบชิมโดยใช้ความรู้สึของผู้ทดสอบชิมโดยตรง ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์

3.1 การทดสอบการยอมรับ

1. ขั้นตอนการพัฒนาความรู้สึของผู้บริโภค

การวิเคราะห์การยอมรับผลิตภัณฑ์เป็นวิธีการที่ผู้บริโภคเท่านั้นบอกได้และวัดโดยวิทยาศาสตร์ไม่ได้ถึงแม้จะวัดได้ แต่อาจจะไม่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้ เพราะถือว่าเป็นข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์ มาจากขั้นตอนการตอบสนองของมนุษย์ Human (sense) (ดั่งภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการพัฒนาความรู้สึกของมนุษย์ต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์
ที่มา : ปราณี (2547)

1.1 การรับรู้ (Perception / Response)

การรับรู้ของประสาทสัมผัสของมนุษย์ เป็นความสามารถขั้นพื้นฐานของมนุษย์ (primary response) ทุกคนที่มีประสาทสัมผัสที่มีการกระตุ้นอยู่ตลอดเวลาเพื่อการเจริญ การเติบโต การมีชีวิตรอด การบริโภคอาหาร เป็นต้น และมนุษย์จะเปลี่ยนประสิทธิภาพการรับรู้ไปตามสภาพแวดล้อมได้ต่อไป

1.2 ทัศนคติ (Attitude)

มนุษย์อยู่ในฐานะผู้บริโภคสินค้าต่างๆ ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อม สังคม วัฒนธรรมนวัตกรรม จึงเพิ่มประสิทธิภาพการรับรู้ โดยนำเอาทัศนคติเข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจ ทำให้มีทัศนคติ ในการรับรู้สนองต่อผลิตภัณฑ์ทั้งด้านบวกและด้านลบ หรือไม่มีทัศนคติใดๆ ปล่อยให้ส่วนรวมชักนำไป เช่น ทัศนคติต่อสีธรรมชาติ ทัศนคติต่อการไม่แต่งสีในอาหาร มนุษย์แต่ละกลุ่มให้ความรู้สึกแตกต่างกัน เช่น เด็กมีทัศนคติทางบวกต่อสีสังเคราะห์ เพราะมีสีสดใสถูกใจ ผู้ใหญ่สนใจเรื่องความปลอดภัย มักมีทัศนคติทางบวกต่อการใช้สีธรรมชาติมากกว่าสีสังเคราะห์ ทัศนคติที่มาตามนวัตกรรม เช่น สังคมในเมือง ครอบครัวขนาดเล็กอาศัยในห้องชุด ไม่นิยมอาหารที่ต้องปรุงเองใช้เวลา

ดังนั้นจึงมีการผลิตอาหาร ประเภทอุ่น (precooked) food) หรือ อาหารวัยรุ่น (teen-food) เพื่อตอบสนองต่อกลุ่มผู้บริโภค

1.3 ความคิดเห็น (Opinion)

อิทธิพลจากความคิดเห็น และการอภิปรายในสังคมที่เกี่ยวข้องก่อให้เกิดข้อมูลที่มีผลให้เกิดการพัฒนาการรับรู้ไปสร้างทัศนคติ และสะสมเป็นความคิดเห็น (opinion) ซึ่งช่วยตัดสินใจเลือกอาหาร โดยอาศัยประเด็นต่างๆ ร่วมวิเคราะห์ เช่น ราคา คุณภาพ ระยะเวลา ถูกสถานที่ ถูกข้อกำหนด (specification) และถูกงาน ถูกหน้าที่ของผลิตภัณฑ์

1.4 ความชอบ/ไม่ชอบ (Like/dislike)

ก่อนนำไปสู่ความรู้สึกตามธรรมชาติของมนุษย์ขั้นสุดท้ายในการตัดสินใจใช้เงิน แลกซื้อผลิตภัณฑ์ หรือตัดสินใจบริโภคอาหาร มักจะสืบเนื่องมาจากการรับรู้ด้านความชอบว่าชอบหรือไม่หรือ พอใจหรือไม่ เป็นความรู้สึกที่ดูเหมือนง่าย แต่ค่อนข้างซับซ้อน เพราะเป็นการเชื่อมโยงที่มาตั้งแต่การรับรู้ ผ่านทัศนคติ ผ่านความเห็น แล้วขยายผลเป็นความชอบ แต่ก็คงมีหลายคนเหมือนกันที่ความชอบอยู่เหนือเหตุผล หรือบอกเหตุผลไม่ได้เช่นกัน ผู้บริโภคกลุ่มนี้ต้องวิเคราะห์ที่มาของความชอบต่อไปว่า มาจากอะไร เช่น อาจจะมาจากรู้สึกด้านความภักดีต่อตราสินค้า (brand loyalty) ความคุ้นเคยจากโฆษณา ข้อมูลวิชาการ หรือกิจกรรมที่มีนักวิชาการเข้ามาเกี่ยวข้อง เป็นต้น

1.5 การยอมรับ/การปฏิเสธ (Acceptance/Rejection)

การยอมรับ-ปฏิเสธ ผลิตภัณฑ์ อาจใกล้เคียงกับความรู้สึกชอบ-ไม่ชอบ แต่ในนี้หมายถึง การยอมรับ-ปฏิเสธ ที่มาจากอิทธิพลเชื่อมโยงและถ่ายทอดเชิงบูรณาการ (integrated sense) จาก การรับรู้ -> ทัศนคติ -> ความเห็น -> ความชอบ/ไม่ชอบ -> การตัดสินใจรับ (ซื้อบริโภค ผลิตภัณฑ์)

จากพัฒนาการ 5 ขั้นตอนของการตอบสนองจนไปสู่การยอมรับ และปฏิเสธ ผลิตภัณฑ์จะเห็นว่า เป็นคุณสมบัติเฉพาะของผู้บริโภคแต่ละคน แต่ละกลุ่ม ซึ่งจะมาฝึกฝนไม่ได้ จึงต้องให้เป็นผู้บริโภค (consumer) ทำหน้าที่เป็นผู้ทดสอบ (assessor) เท่านั้น ดังนั้น เชื่อว่าผลิตภัณฑ์ที่จะนำออกสู่ตลาดได้ต้องผ่านการทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคเสียก่อน จึงจะไม่หลงทางหรือไม่เป็นผลิตภัณฑ์ตาบอด (blind product)

3.2 สิ่งที่ควรคำนึงถึงสำหรับการทดสอบความชอบ/การยอมรับนั้นเกี่ยวข้องกับดังต่อไปนี้

1. การเลือกผู้ทดสอบ (Panel selection) โดยทั่วไปถ้าพูดถึงถึงการเลือกผู้ทดสอบเพื่อทดสอบ ความคิดเห็น มักพิจารณาจากช่วงอายุ (Age) ศาสนา (Religion) เพศ (Sex) รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับ ผลิตภัณฑ์ที่จะทดสอบ

2. การฝึกฝนผู้ทดสอบ (Panel training) ไม่มีความจำเป็นต้องฝึกฝนผู้ทดสอบในเรื่องเทคนิค หรือ ความสามารถแต่อย่างไรก็ตาม ควรแนะนำบอกกล่าวกับผู้ทดสอบในเรื่องของวิธีการทดสอบ แบบสอบถาม คำชี้แจงระยะเวลาของการทดสอบ ก็ครั้งต่อวันและจำนวนตัวอย่าง

3. จำนวนผู้ทดสอบ (Panel size) โดยทั่วไปแล้วการทดสอบ Affective tests จะใช้ผู้ทดสอบ ประมาณ 20-100 คน ถ้าเป็นการทดสอบระดับ Pilot consumer panel อาจจะใช้ประมาณ 20 คน และถ้าเป็นการทดสอบกับผู้บริโภคทั่วไปจะใช้ประมาณ 100 คน

4. วิธีการทดสอบการยอมรับหรือการทดสอบผู้บริโภค

วิธีการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคมี 2 ระดับได้แก่การทดสอบการตอบสนองเบื้องต้น และการทดสอบการยอมรับแบบเจาะจงเฉพาะด้าน การค้นคว้าอิสระครั้งนี้จะใช้การทดสอบการยอมรับ (acceptance test) โดยการใช้สเกลความพอใจ (hedonic scale) ซึ่งเป็นการทดสอบการตอบสนอง เบื้องต้นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ประกอบการทดสอบการยอมรับ (acceptance) และการทดสอบความชอบกว่า (preference) รายละเอียดมีดังนี้

1. การทดสอบความชอบ (preference tests) การเลือกตัวอย่างที่ชอบกว่าหรือ ตัวอย่างที่ยอมรับกว่า เป็นรูปแบบของการทดสอบการตอบสนองของผู้บริโภค (consumer response) เมื่อต้องการเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างตั้งแต่ 2 ตัวอย่างขึ้นไป และลักษณะการใช้งานมักจะใช้กับงาน การควบคุมคุณภาพ การปรับปรุงคุณภาพมากกว่าการทำผลิตภัณฑ์ใหม่รูปแบบการทดสอบที่อาศัยหลักการทดสอบความชอบ (กว่า)

2. การทดสอบการยอมรับ (acceptance test) การทดสอบการยอมรับ (อย่างไร) หรือการทดสอบระดับความพอใจของผู้บริโภคสามารถทำได้หลายรูปแบบ เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะผู้บริโภค แต่โดยส่วนใหญ่แล้วมักจัดรูปแบบทดสอบพร้อมกับ สเกลกำหนดระดับความชอบ เช่น สเกลความพอใจ (hedonic scale) สเกลรอยยิ้ม (smiley scale) สเกลพอดี (just about right scale) โดยการใช้สเกลความพอใจ (hedonic scaling) เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมมากที่สุดซึ่งรู้จักกันในอีกชื่อหนึ่งว่า degree of liking scale การใช้สเกลแบบฮีโดนิคนั้นจะอยู่บนหลักการที่ว่าความชอบของผู้บริโภคนั้นสามารถถูกจัดจำแนกได้โดยค่าของการตอบสนอง (ความชอบและไม่ชอบ) ที่เกิดขึ้นสามารถใช้สเกลแบบฮีโดนิค 9 จุด (9-point hedonic scales) ได้ง่ายมากและการแปลผลก็กระทำได้ง่ายได้รับการยอมรับในการประเมินอาหารเครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ไม่ใช่อาหารอย่าง

แพร่หลาย สเกลแบบฮีโดนิคมีสเกลทั้งแบบตัวเลข (numerical hedonic scale) และแบบตัวหนังสือ (verbal hedonic scale) ซึ่งมีหลายระดับ เช่น 3 จุด 5 จุด 7 จุด และ 9 จุด แสดงใน (ตารางที่ 1)

นอกจากนี้การใช้สเกลแบบฮีโดนิคเป็นการทดสอบการยอมรับอย่างแท้จริง โดยแสดงออกมาในรูปปฏิกิริยาของผู้ทดสอบในระดับการชอบหรือไม่ชอบของผลิตภัณฑ์ซึ่งกำหนดให้ภายใต้สภาวะที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด โดยความชอบเพียงอย่างเดียวไม่สามารถช่วยให้ผู้พัฒนาขึ้นได้รับการยอมรับ หากต้องการทราบทิศทางของลักษณะของผลิตภัณฑ์ว่าควรปรับปรุงหรือเพิ่มเติมในส่วนใดนั้นอาจใช้การทดสอบแบบ just about right scales (JAR) ซึ่งเป็นสเกลที่ใช้วัดต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อความเข้ม ของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่สนใจของผลิตภัณฑ์ ทำให้ทราบทิศทางในการปรับปรุงหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ในการทำ JAR จะให้ผู้ทดสอบทำการทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์ และถามระดับความพอดีของคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ โดยมีระดับในการทดสอบ เช่น อ่อนไป พอดี เข้มไป หรือแนวโน้มที่ ต้องการให้ปรับปรุงหรือพัฒนาในคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์เช่น ปรับให้เพิ่มขึ้นมาก ปรับให้เพิ่มขึ้น เล็กน้อย พอดี ปรับให้ลดลงเล็กน้อย ปรับให้ลดลงมาก ซึ่งแบบทดสอบที่มีคำถามในลักษณะดังกล่าว เรียกว่า degree of change scale (DCS) แสดงใน(ตารางที่ 2)

โดยการใช้สเกลพอดีในลักษณะนี้ ในการแปลผลจาก JAR นั้น อาจพิจารณาได้จากระดับความพอดีที่ตั้งเกณฑ์ไว้ เช่น ถ้าค่าความพอดีมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าเท่ากับร้อยละ 70 (cut-off point) ไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะดังกล่าว แต่หากมีค่าไม่ถึงให้พิจารณาค่า net effect ประกอบซึ่งค่า net scores แสดงถึงขนาดและทิศทางของความแตกต่างระหว่างความพอดีตัวอย่าง ซึ่งหาได้จากผลต่างระหว่างผลรวมของร้อยละความรู้สึกที่เข้มไปกับผลรวมของร้อยละความรู้สึกที่อ่อนไป หากค่า net effect มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 20 อาจยังไม่ต้องการทำการปรับปรุงในคุณลักษณะนั้นๆ แต่หากมีค่ามากกว่าร้อยละ 20 ให้พิจารณาปรับตามทิศทางของความรู้สึกที่มีค่ามากกว่า

ตารางที่ 1 สเกลที่ใช้ในการทดสอบการยอมรับของวิธีการทดสอบสเกลแบบฮีโดนิค

สเกลตัวเลข	สเกลตัวหนังสือ
9 จุด	1 ไม่ชอบเลย (dislike extremely) 2 ไม่ชอบมาก (dislike very much) 3 ไม่ชอบปานกลาง (dislike moderately) 4 ไม่ชอบเล็กน้อย (dislike slightly) 5 เฉยๆ (neither like nor dislike) 6 ชอบเล็กน้อย (like slightly) 7 ชอบปานกลาง (like moderately) 8 ชอบมาก (like very much) 9 ชอบเป็นพิเศษ (like extremely)
7 จุด	1 ไม่ชอบมาก (dislike very much) 2 ไม่ชอบปานกลาง (dislike moderately) 3 ไม่ชอบเล็กน้อย (dislike slightly) 4 เฉยๆ (neither like nor dislike) 5 ชอบเล็กน้อย (like slightly) 6 ชอบปานกลาง (like very much) 7 ชอบมาก (like very much)
5 จุด	1 ไม่ชอบมาก (dislike very much) 2 ไม่ชอบ (dislike) 3 เฉยๆ (neither like nor dislike) 4 ชอบ (like) 5 ชอบมาก (like very much)
3 จุด	1 ไม่ชอบ (dislike) 2 เฉยๆ (neither like nor dislike) 3 ชอบ (like)

ตารางที่ 2 สเกลความพอดี (JAR) ที่ใช้ในการทดสอบหาทิศทางความพอดีของผลิตภัณฑ์

สเกลตัวเลข	สเกลตัวหนังสือ
5 จุด	1
	2
	3
	4
	5

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริลดา (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกกะเพราไก่ลดไขมันโดยใช้แป้งบุกร่วมกับแซนแทนกัม โดยใช้แป้งบุกร่วมกับแซนแทนกัมขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (1-4 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 28 วัน โดยพบว่าสูตร ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกกะเพราไก่ลดไขมัน คือการใช้เนื้ออกไก่เป็นส่วนผสมหลักในอัตราส่วนร้อยละ 100 และมีส่วนผสมอื่น ๆ คือ มันแข็งหมู น้ำตาลทราย เกลือ พริกชี้หนู กระเทียม ใบกะเพรา มิกซ์ฟอสเฟต สารทดแทนไขมัน และแป้งสาลี ในอัตราส่วนร้อยละ 10.00, 2.50, 1.50, 5.00, 5.00, 7.00, 0.10, 8.00 และ 10.00 ของส่วนผสมหลักตามลำดับ มีการใช้ผงเพรกในอัตราส่วนร้อยละ 0.50 ของส่วนผสมหลัก ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกกะเพราไก่ลดไขมัน พบว่า ขณะเก็บรักษาเป็นเวลา 28 วัน ที่อุณหภูมิตู้เย็นผลิตภัณฑ์มีแนวโน้ม ของปริมาณน้ำอิสระคงที่ ปริมาณกรดไทโอบาร์บิทริกเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง จนวันที่ 24 แล้วลดลงจนสิ้นสุดการเก็บ รักษา มีค่าความแข็งคงที่และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) มีค่าความยืดหยุ่น ค่าการยึดติดเป็นกาว ค่า ความเป็นยางเหนียว และค่าความยากง่ายในการเคี้ยวที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จนสิ้นสุดการเก็บ รักษา จุลินทรีย์ทั้งหมดมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 16 วัน และตรวจไม่พบแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศในการเจริญชนิดทนอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิ ปานกลางด้านการยอมรับ ของผู้บริโภคที่มีอายุระหว่าง 15-50 ปี โดยใช้แบบทดสอบความชอบแบบ 9 ระดับ พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับ ต่อคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

ชนิษฐ์ณิชา และประภาศรี (2558) ได้ศึกษาการนำน้ำมันรำข้าวมาใช้ในผลิตภัณฑ์ไก่ยอ โดยเตรียมให้เป็นน้ำมันรำข้าวแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาใช้ในการผลิตไก่ยอ โดยแปร อัตราส่วน มันไก่ : น้ำมันรำข้าวแช่เยือกแข็ง เป็น 4 ระดับ คือ 100 : 0 (สูตรควบคุม), 50 : 50, 25 : 75 และ 0 : 100 ประเมินผลคุณภาพผลิตภัณฑ์ไก่ยอ จากความคงตัวของอิมัลชัน การเสียน้ำหนักหลังการปรุงสุก สี ลักษณะเนื้อ สัมผัส และทดสอบทางประสาทสัมผัสร่วมกับการทดสอบความพอดีด้วยวิธี Just About Right (JAR) ผลการศึกษา พบว่าการใช้น้ำมันรำข้าวแช่เยือกแข็งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความคงตัวของอิมัลชัน ค่าลักษณะเนื้อสัมผัสด้าน springiness cohesiveness และ adhesiveness ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ($p < 0.05$) แต่ลักษณะเนื้อสัมผัสด้าน hardness chewiness และค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าสีแดง (0^*) และค่าสีเหลือง (6^*) ลดลง โดยผลิตภัณฑ์ไก่ยอสูตรที่มีอัตราส่วน มันไก่ : น้ำมันรำข้าวแช่เยือกแข็ง ที่ 25 : 75 มีคะแนนความชอบโดยรวมไม่ แตกต่างจากสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$)

กรรวิ (2559) ได้ศึกษางานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไก่ยอลดฟอสเฟตพร้อมบริโภคน้ำใน รีทอร์ทเพาซ์ ในขั้นแรกศึกษาการลดปริมาณฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์ไก่ยอที่ผ่านการให้ความร้อน ระดับสเตอริไลซ์ในเครื่องฆ่าเชื้อแบบใช้น้ำร้อนแบบใช้การพ่นไอน้ำ โดยใช้สารทดแทนฟอสเฟต 2 ชนิด คือ SPI และ PPI ปริมาณชนิดละ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 2, 4 และ 6 โดยน้ำหนักรวม ผลการศึกษา พบว่า ผลิตภัณฑ์ไก่ยอพร้อมบริโภคน้ำในรีทอร์ทเพาซ์ สามารถลดปริมาณฟอสเฟตลงจากเดิมร้อยละ 0.2 เหลือ 0.1 โดยน้ำหนักรวม โดยจะใช้ SPI ปริมาณร้อยละ 4 โดยน้ำหนักรวมเป็นสารทดแทนฟอสเฟต ผลิตภัณฑ์ไก่ยอลดฟอสเฟตที่ได้มีความคงตัวของอิมัลชันสูง มีการสูญเสีย น้ำหนักหลังการให้ความร้อน ระดับสเตอริไลซ์ต่ำ มีเนื้อสัมผัส สี ความชุ่มน้ำ และกลิ่นรสที่ผู้บริโภคนยอมรับ โดยผู้บริโภคให้คะแนน ความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ในระดับชอบเล็กน้อย หลังจากนั้นศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการให้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์ โดยแปรอุณหภูมิและเวลาของการให้ความร้อนเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ 124 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที, 124 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที และ 121 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 8 นาที ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการให้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์ของ ผลิตภัณฑ์ไก่ยอลดฟอสเฟตในรีทอร์ทเพาซ์ คือ การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 124 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 1 นาที ผลิตภัณฑ์ไก่ยอที่ผ่านการให้ความร้อนรูปแบบนี้มีค่า F, เท่ากับ 6.36 นาที มีสีเข้มขึ้น เล็กน้อย มีค่าค่าโครงสร้างเนื้อสัมผัส และคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านไม่แตกต่าง จากผลิตภัณฑ์ไก่ยอลดฟอสเฟตที่ผ่านการให้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรซ์ หลังจากนั้นทำการศึกษาอายุ การเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไก่ยอลดฟอสเฟตที่บรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ 2 ชนิด คือ รีทอร์ทเพาซ์แบบทึบ ที่มีชั้นของอะลูมิเนียมพอยล์เป็น

ส่วนประกอบ และรีทอร์ทเพาซ์แบบใสที่ไม่มีชั้นอะลูมิเนียมพอยล์เป็นส่วนประกอบ โดยการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส เป็น ระยะเวลา 4 สัปดาห์ ประเมินคุณภาพจากการสูญเสียน้ำหนัก ค่าสี ค่าเค้าโครงสร้างลักษณะเนื้อสัมผัส ค่าพีเอช ค่า TBARS และคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสทุกๆ 1 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า ค่าสีเป็นค่าคุณภาพที่บ่งบอกถึงการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ไก่อลดฟอสเฟตที่บรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ทั้ง สองชนิดได้ชัดเจนที่สุด โดยเมื่อคำนวณอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไก่อลดฟอสเฟตที่บรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ทั้งสองชนิด จากการเปลี่ยนแปลงค่าสีโดยรวม (AE) ตามหลักจลนพลศาสตร์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ไก่อลดฟอสเฟตที่บรรจุในรีทอร์ทเพาซ์แบบทึบและแบบใส สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสได้นาน 12.56 และ 12.39 สัปดาห์ ตามลำดับ รวมถึงการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไก่อลดฟอสเฟตที่บรรจุในรีทอร์ทเพาซ์แบบทึบและแบบใส โดยการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไก่อที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ไก่อลดฟอสเฟตที่บรรจุในรีทอร์ทเพาซ์แบบทึบและแบบใสสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ไม่ต่ำกว่า 12 สัปดาห์ โดยตรวจไม่พบจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ไม่แสดงกลิ่นเหม็นหืน และมีการเปลี่ยนแปลงค่าเค้าโครงสร้างลักษณะเนื้อสัมผัสเล็กน้อย รวมถึงยังคงได้รับคะแนนความชอบในด้านต่างๆ อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ถึงชอบปานกลางตลอดการเก็บรักษา

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการพัฒนาสูตรไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน ศึกษาการคัดเลือกผงเครื่องเทศแกงเขียวหวานระหว่างบริษัทA และบริษัทB การศึกษาศึกษาประเภทของพริกที่มีผลต่อรสชาติและเนื้อสัมผัสของไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน ศึกษาลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยการเติมเติมสีผสมอาหารจากธรรมชาติ(สีเขียว) ใบโหระพา พริกแดงสด และพริกเขียวสด และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 วัตถุดิบ

1. ออกไก่ลอกหนังไม่มีกระดูก Chicken Breast without skin (SBB)
2. ออกไก่ติดหนังไม่มีกระดูก Chicken Breast with Skin (BB)
3. เนื้อน่องสะโพกไก่ไม่มีกระดูก Boneless Leg Meat (BL)
4. น้ำแข็ง Ice
5. เกลือ Salt
6. เครื่องเทศแกงเขียวหวาน
7. น้ำตาลหวาน 200 เท่า
8. โมโนโซเดียมกลูตาเมตหรือผงชูรส Monosodium glutamate
9. แป้งมันสำปะหลังโมดิฟายด์ MODIFIED TAPIOCA STARCH (20CL)
10. พริกเขียวสด Green Pepper
11. พริกแดงสด Red pepper
12. ใบโหระพา Sweet basil
13. สีผสมอาหารจากธรรมชาติ(สีเขียว) Chopper Chlorophyllin

3.2 สารเคมี

1. โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต sodium tripolyphosphate (STPP)
2. โซเดียมไนไตรท์ Sodium nitrite
3. โซเดียมอีริทอร์เบต sodium erythorbate
4. โซเดียมอะซิเตต Sodium Acetate

5. โซเดียมแลคเตท Sodium Lactate

6. SPF21

3.3 วัสดุและอุปกรณ์

3.3.1 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. เครื่องสับผสม Bowl Cutter
2. เครื่องอัดไส้กรอก Sausage Stuffer
3. ตู้อบ Smokehouses
4. กล้องโฟม
5. เครื่องบรรจุแบบสุญญากาศ
6. เครื่องชั่งตวงวัด 2 ตำแหน่ง
7. เวอร์เนียคาลิเปอร์ Vernier Caliper
8. ไส้เทียมคอลลาเจน Collagen Casings
9. ไม้แขวนไส้กรอก
10. รถแขวนไส้กรอก
11. อุปกรณ์เครื่องครัว เช่น มีด กะละมัง ช้อน เป็นต้น
12. เตาทอดไฟฟ้า

3.3.2 อุปกรณ์ในการซื้อเคราะห์ข้อมูล

1. โน้ตบุ๊ก Notebook
2. เครื่องพิมพ์

3.3.3 อุปกรณ์ซอฟต์แวร์ในการประมวลผล

1. โปรแกรม Microsoft Excel
2. โปรแกรม Microsoft Word

3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

ตอนที่ 1 การเตรียมวัตถุดิบและการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น

1. ตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบเบื้องต้น

- 1.1 เนื้อไก่ มีสีชมพูอ่อน กดแล้วไม่ทิ้งรอยบุ๋มไว้ ไม่มีรอยซ้ำ ไม่เน่า ไม่มีกลิ่นไม่พึงประสงค์

1.2 ส่วนประกอบอื่นๆ เช่น เกลือ ผงชูรส น้ำตาลหวาน 200 เท่า ตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ต้องไม่มีรอยร้าว ไม่มีเชื้อรา และตรวจสอบ วันที่ผลิต วันหมดอายุ

2. การเตรียมวัตถุดิบ

2.1 ชั่งน้ำหนักส่วนผสม

ส่วนผสมที่ 1 เกลือ โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และโซเดียมไนไตรท์

ส่วนผสมที่ 2 เครื่องเทศแกงเขียวหวาน น้ำตาลหวาน 200 เท่า โซเดียมอีริทอร์เบต ผงชูรส โซเดียมอะซิเตต โซเดียมแลคเตท SPF21 อื่นๆ

ส่วนผสมที่ 3 แป้งมันสำปะหลังโมดิฟายด์ MODIFIED TAPIOCA STARCH (20CL)

ส่วนผสมที่ 4 พริกสด หรือพริกป่น

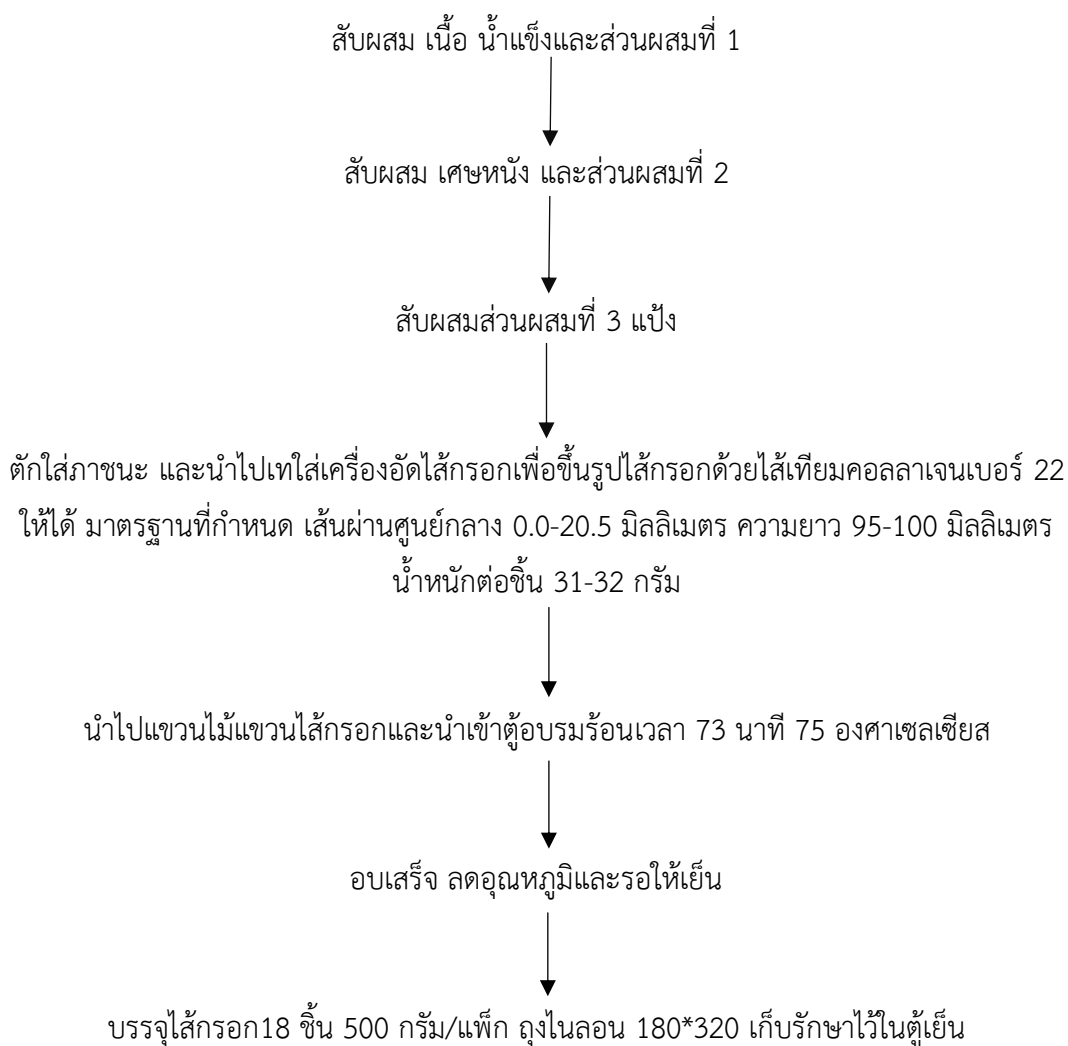
2.3 ชั่งน้ำหนักเนื้อไก่และน้ำแข็ง

ตารางที่ 3 การคัดเลือกเครื่องเทศผงปรุงรสแกงเขียวหวาน

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม (ร้อยละ)	
	สูตรที่ 1 (บริษัท A)	สูตรที่ 2 บริษัท B
เนื้อ A	47.751	47.857
เนื้อ B	20.608	20.650
หนัง	4.524	4.533
น้ำแข็ง	17.592	17.628
เกลือ	0.503	0.504
สาร A	0.302	0.302
สาร B	0.010	0.010
เครื่องเทศแกงเขียวหวาน	4.021	2.770
เครื่องเทศ A	0.005	0.005
สาร C	0.040	0.040
เครื่องเทศ B	0.101	0.151
สาร D	0.030	0.030
สาร E	0.040	0.040
สาร F	0.452	0.453
MODIFIED TAPIOCA STARCH (20CL)	8.000	5.037

ที่มา : บริษัท ไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป จำกัด มหาชน (2567)

วิธีการผลิตไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน



ภาพที่ 3. กระบวนการผลิตไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน

ที่มา : บริษัท ไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป จำกัด มหาชน (2567)

นำผงเครื่องเทศแกงเขียวหวานของบริษัทที่มีความชอบมากที่สุดมาศึกษา และพัฒนาต่อดังต่อไปนี้

3. ศึกษาประเภทของพริกที่มีผลต่อรสชาติและเนื้อสัมผัสของไส้กรอกฮอทดอกแกงเขียวหวาน

ปรับสูตรครั้งที่ 1 ศึกษาประเภทของพริกที่มีผลต่อรสชาติและเนื้อสัมผัสของไส้กรอกฮอทดอกแกงเขียวหวาน โดยการเติมพริกสดร้อยละ 1.000 และเติมพริกป่นร้อยละ 0.900 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ศึกษาประเภทของพริกที่มีผลต่อรสชาติและเนื้อสัมผัสของไส้กรอกฮอทดอกแกงเขียวหวาน

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม (ร้อยละ)	
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
เนื้อ A	31.587	30.968
เนื้อ B	17.900	17.549
หนัง	23.164	22.710
น้ำแข็ง	16.320	16.000
เกลือ	0.256	0.516
สาร A	0.316	0.310
สาร B	0.010	0.010
เครื่องเทศแกงเขียวหวาน	4.212	4.129
เครื่องเทศ A	0.005	0.005
สาร C	0.042	0.041
เครื่องเทศ B	0.105	0.103
สาร D	0.032	0.031
สาร E	0.042	0.041
สาร F	0.474	0.465
Chopper Chlorophyllin	-	0.052
MODIFIED TAPIOCA STARCH (20CL)	4.212	4.129
พริกเขียวสด	1.053	-
พริกป่น	-	0.981

ที่มา : บริษัท ไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป จำกัด มหาชน (2567)

4. ศึกษาลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยการเติมใบโหระพา เติมสีผสมอาหารจากธรรมชาติ(สีเขียว) พริกแดงสดและพริกเขียวสด

ปรับสูตรครั้งที่ 2 ศึกษาลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยการเติมใบโหระพา เติมสีผสมอาหารจากธรรมชาติ(สีเขียว) การเติมพริกสดสีแดงและสีเขียว โดยปริมาณใบโหระพา สูตรที่ 1 ร้อยละ 2.035 สูตรที่ 3 ร้อยละ 2.036 ปริมาณเติมสีผสมอาหารจากธรรมชาติ(สีเขียว) สูตรที่ 1 ร้อยละ 0.051 สูตรที่ 2 ร้อยละ 0.512 และปริมาณพริกสดสีแดงและปริมาณพริกสดสีเขียวใส่ในปริมาณที่เท่ากันคือ สูตรที่ 1 ร้อยละ 1.018 สูตรที่ 2 ร้อยละ 1.023 และสูตรที่ 3 ร้อยละ 1.018 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ศึกษาลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสการเติมใบโหระพา เติมสีผสมอาหารจากธรรมชาติ(สีเขียว) พริกแดงสดและพริกเขียวสด

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม (%)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
เนื้อ A	30.527	30.699	30.543
เนื้อ B	17.299	17.396	17.308
หนัง	22.387	22.513	22.398
น้ำแข็ง	15.772	15.861	15.781
เกลือ	0.763	0.767	0.764
สาร A	0.305	0.307	0.305
สาร B	0.010	0.010	0.10
เครื่องเทศแกงเขียวหวาน	4.070	5.117	4.072
เครื่องเทศ A	0.003	0.003	0.003
สาร C	0.041	0.041	0.041
เครื่องเทศ B	0.102	0.102	0.102
สาร D	0.031	0.031	0.031
สาร E	0.041	0.041	0.041
สาร F	0.458	0.460	0.458
Chopper Chlorophyllin	0.051	0.512	-
MODIFIED TAPIOCA STARCH (20CL)	4.070	4.093	4.072
พริกเขียวสด	1.018	1.023	1.018
พริกแดงสด	1.018	1.023	1.018
ใบโหระพา	2.035	-	2.036

ที่มา : บริษัท ไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป จำกัด มหาชน (2567)

ตอนที่ 2 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน มาทอด (ทอดอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที ด้วยเตาทอดไฟฟ้า) เพื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบความชอบระดับ 9 คะแนน (9 - point hedonic scale) ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน โดยมีคะแนนความชอบ 1-9 คะแนน (คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุดและคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) โดยทำการทดสอบคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน มีผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลองดังต่อไปนี้

1 ผลการวิจัยการคัดเลือกเครื่องเทศผงปรุงรสแกงเขียวหวานระหว่างบริษัท A และบริษัท B

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ 9 point Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 10 คน ตารางที่ 6 คะแนนการประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน ทั้ง 2 บริษัท

รหัสตัวอย่าง	ทรีตเมนต์	
	สูตรที่ 1 (บริษัท A)	สูตรที่ 2 (บริษัท B)
ลักษณะปรากฏ	6.10±1.30 ^b	6.50±0.67 ^a
สี	5.20±0.60 ^a	4.90±0.70 ^b
กลิ่น	6.30±0.90 ^a	5.40±0.92 ^b
รสชาติ	6.40±0.92 ^a	4.90±0.83 ^b
เนื้อสัมผัส	7.10±0.99 ^a	6.50±0.79 ^b
ความชอบโดยรวม	7.50±0.50 ^a	5.20±0.75 ^b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวน 10 คน

อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนบ่งบอกถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ 9 point Hedonic scale (คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุดและคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 10 คน ทดสอบคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน พบว่าคะแนนลักษณะปรากฏของสูตรที่ 2 (บริษัท B) สูงกว่า สูตรที่ 1 (บริษัท A) แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และคะแนนสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูตรที่ 1 (บริษัท A) มากกว่า

สูตรที่ 2 (บริษัท B)แตกต่างกันทางนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากตารางที่ 6 จึงนำสูตรที่ผ่านการคัดเลือกไปศึกษาในตอนต่อไป

2. ผลการวิจัยศึกษาประเภทของพริกที่มีผลต่อรสชาติและเนื้อสัมผัสของไส้กรอกฮอทดอกแกงเขียวหวาน

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ 9 point Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 15 คน ตารางที่ 7 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอทดอกแกงเขียวหวาน ทั้ง 2 สูตร

รหัสตัวอย่าง	ทรีตเมนต์	
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
ลักษณะปรากฏ	6.2±1.17 ^a	5.90±0.83 ^b
สี	5.8±0.75 ^a	4.9±0.70 ^b
กลิ่น	6.50±0.67 ^a	5.10±0.70 ^b
รสชาติ	6.50±0.81 ^a	5.20±0.75 ^b
เนื้อสัมผัส	7.00±0.88 ^a	6.20±1.07 ^b
ความชอบโดยรวม	7.10±0.83 ^a	5.20±0.60 ^b

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวน 12 คน

อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนบ่งบอกถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอทดอกแกงเขียวหวาน โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ 9 point Hedonic scale (คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุดและคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 15 คน ทดสอบคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอทดอกแกงเขียวหวาน พบว่าสูตรที่ 2 มีกลิ่นพริกที่ฉุน จึงทำให้กลิ่นของแกงเขียวหวานลดลง ทำให้มีผลต่อรสชาติของไส้กรอกฮอทดอกแกงเขียวหวาน จึงมีผลต่อคะแนนความชอบโดยรวม สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากตารางที่ 7 จึงนำสูตรที่ผ่านการคัดเลือกไปศึกษาในตอนต่อไป

3. ผลการวิจัยศึกษาลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยการเติมใบโหระพา เต็มสี ผสมอาหารจากธรรมชาติ(สีเขียว) พริกแดงสดและพริกเขียวสด

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสความชอบ โดยรวม โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ 9 point Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 20 คน ตารางที่ 8 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวานทั้ง 3 สูตร

รหัสตัวอย่าง	ทรีตเมนต์		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	6.25±1.01 ^{ab}	4.75±2.28 ^c	6.65±1.08 ^a
สี	7.00±1.05 ^a	3.85±1.90 ^c	6.40±1.28 ^b
กลิ่น	5.80±1.06 ^{ab}	5.60±1.39 ^{bc}	6.35±1.06 ^a
รสชาติ	5.50±1.28 ^b	5.35±1.42 ^{bc}	6.40±1.20 ^a
เนื้อสัมผัส	6.05±1.32 ^c	6.45±1.07 ^{ab}	6.50±1.43 ^a
ความชอบโดยรวม	6.30±1.19 ^b	5.40±1.83 ^c	7.00±1.05 ^a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวน 20 คน

อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนบ่งบอกถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนบ่งบอกถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ 9 point Hedonic scale (คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุดและคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 20 คน ทดสอบคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ โดยรวม คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน พบว่าคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อยถึงชอบเล็กน้อย โดย สูตรที่ 1 และ สูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏมากกว่า สูตรที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คะแนนความชอบด้านสีอยู่ในระดับไม่ชอบปานกลางถึงชอบปานกลาง โดย สูตรที่ 1 และ สูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบมากกว่า สูตรที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

คะแนนความชอบด้านกลิ่นอยู่ในระดับเฉยๆถึงชอบเล็กน้อย โดยสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบมากกว่า สูตรที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คะแนนความชอบด้านรสชาติอยู่ในระดับเฉยๆถึงชอบเล็กน้อย โดยสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบมากกว่า สูตรที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย โดย สูตรที่ 2 และ สูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบมากกว่า สูตรที่ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับเฉยๆถึงชอบปานกลาง โดย สูตรที่ 1 และ สูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบมากกว่าสูตรที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4. การคำนวณต้นทุนการผลิตไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน

ตารางที่ 9 ต้นทุนเฉลี่ยแต่ละกระบวนการ

กระบวนการ	กิโลกรัม	YIELD %	ราคาบาท/กิโลกรัม
Total batch	200	100	6310.76
CHOPPING	192.57	98	8304.84
STUFFING	188.67	98	8422.28
COOKING	169.78	90	11023.99
CHILLING & CUTTING	169.80	98	11023.42
FG	164.74	99	11020.67

วิธีการคำนวณต้นทุนเฉลี่ยแต่ละกระบวนการ

1. CHOPPING

ร้อยละของผลผลิตเริ่มต้น 100% มีจำนวนวัตถุดิบ 196.44 กิโลกรัม/ครั้ง

ร้อยละของผลผลิตหลังกระบวนการ CHOPPING 98%

มีจำนวนวัตถุดิบ $(196.44 \times 98\%) / 100\% = 192.52$ กิโลกรัม/ครั้ง

จำนวนวัตถุดิบเริ่มต้น 196.44 กิโลกรัม/ครั้ง คิดเป็นราคา 8304.84 บาท

จำนวนวัตถุดิบหลังกระบวนการ CHOPPING เท่ากับ 192.52 กิโลกรัม/การผลิต

ต้นทุนเฉลี่ยต่อถุงของกระบวนการ CHOPPING = $(8304.84 / 192.52)$

= 43.14 บาท/ถุง

2. STUFFING

จากกระบวนการ CHOPPING มีจำนวนวัตถุดิบคงเหลือ 192.52 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 98%

ร้อยละของผลผลิตกระบวนการ STUFFING 98%

มีจำนวนวัตถุดิบคงเหลือ $(192.52 \times 98\%) / 100\% = 188.67$ กิโลกรัม/ครั้ง

จากวัตถุดิบกระบวนการ CHOPPING เท่ากับ 192.52 กิโลกรัม/การผลิต และมีต้นทุนเฉลี่ยต่อ
ถุงเท่ากับ 43.14 บาท/ถุง ราคาไส้เทียมเท่ากับ 14.41 บาท

คาราวัตถุดิบรวมของกระบวนการ STUFFING

เท่ากับ $192.52 \times 43.14 = 8305.31$ บาท/ครั้ง

ต้นทุนเฉลี่ยต่อถุงของกระบวนการ STUFFING

เท่ากับ $(8305.31 / 188.67) + 14.41 = 58.43$ บาท/ถุง

3. COOKING

จากกระบวนการ STUFFING มีจำนวนวัตถุดิบคงเหลือ 188.67 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 98%

ร้อยละของผลผลิตกระบวนการ COOKING 90%

มีจำนวนวัตถุดิบคงเหลือ $(188.67 \times 90\%) / 100\% = 169.80$ กิโลกรัม/ครั้ง

จากวัตถุดิบกระบวนการ STUFFING เท่ากับ 188.67 กิโลกรัม/การผลิต และมีต้นทุนเฉลี่ยต่อ
ถุงเท่ากับ 58.43 บาท/ถุง

คาราวัตถุดิบรวมของกระบวนการ COOKING

เท่ากับ $188.67 \times 58.43 = 11023.99$ บาท/ครั้ง

ต้นทุนเฉลี่ยต่อถุงของกระบวนการ COOKING

เท่ากับ $(11023.99 / 169.80) = 64.92$ บาท/ถุง

4. CHILLING & CUTTING

จากกระบวนการ COOKING มีจำนวนวัตถุดิบคงเหลือ 169.80 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 90%

ร้อยละของผลผลิตกระบวนการ CHILLING & CUTTING 98%

มีจำนวนวัตถุดิบคงเหลือ $(169.80 \times 98\%) / 100\% = 166.40$ กิโลกรัม/ครั้ง

จากวัตถุดิบกระบวนการ COOKING เท่ากับ 169.80 กิโลกรัม/การผลิต และมีต้นทุนเฉลี่ยต่อ
ถุงเท่ากับ 64.92 บาท/ถุง

คาราวัตถุดิบรวมของกระบวนการ CHILLING & CUTTING

เท่ากับ $169.80 \times 64.92 = 11023.42$ บาท/ครั้ง

ต้นทุนเฉลี่ยต่อถุงของกระบวนการ CHILLING & CUTTING

เท่ากับ $(11023.42 / 166.40) = 66.23$ บาท/ถุง

5. สรุปราคาขายทั้งหมดของกระบวนการ

จากกระบวนการ CHILLING & CUTTING มีจำนวนวัตถุดิบคงเหลือ 166.40 กิโลกรัม
คิดเป็นร้อยละ 98%

ร้อยละของผลผลิตกระบวนการผลิต 99%

มีจำนวนวัตถุดิบคงเหลือ $(166.40 \times 99\%) / 100\% = 164.40$ กิโลกรัม/ครั้ง

จากวัตถุดิบกระบวนการ CHILLING & CUTTING เท่ากับ 166.40 กิโลกรัม/การผลิต และมี
ต้นทุนเฉลี่ยต่อถุงเท่ากับ 66.23 บาท/ถุง ราคาของ NY15/LLDPE 65, 220x330 mm 1.71 บาท
สติ๊กเกอร์ 5x7 พื้นขาว 0.08บาท

คาราวัตถุดิบรวมของกระบวนการผลิต

เท่ากับ $166.40 \times 66.23 = 11020.67$ บาท/ครั้ง

ต้นทุนเฉลี่ยต่อถุงของกระบวนการผลิต

เท่ากับ $(11020.67 / 164.40) + 1.71 + 0.08 = 68.26$ บาท/ถุง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน สามารถสรุปผลการทดลอง และมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 point hedonic scale ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน โดยมีการทดลองศึกษาการคัดเลือกผงเครื่องเทศแกงเขียวหวานระหว่างสูตรที่ 1 (บริษัท A) และ สูตรที่ 2 (บริษัท B) พบว่าผู้บริโภครู้สึกว่าค่าคะแนนด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของสูตรที่ 1 (บริษัท A) มากกว่าสูตรที่ 2 (บริษัท B) เนื่องจากสูตรที่ 2 (บริษัท B) มีกลิ่นเหม็นเขียว ดังนั้นสูตรที่ 1 (บริษัท A) ที่ใช้เครื่องเทศแกงเขียวหวาน เป็นสูตรสำหรับการปรับปรุงไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวานต่อไป

จากผลการทดลองการปรับปรุงสูตรไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน โดยมีการเติมพริกเขียวสด เป็นสูตรที่ 1 และพริกป่น เติมสีผสมอาหารจากธรรมชาติ(สีเขียว) เป็นสูตรที่ 2 โดยมีการทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 15 คน พบว่า ผู้บริโภครู้สึกว่าค่าคะแนนด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูตรที่ 1 มากกว่าสูตรที่ 2 เนื่องจากมีกลิ่นของพริกป่นรบกวนกลิ่นแกงเขียวหวาน จึงทำให้ผลไม่ไปตามที่ต้องการ และพบว่าคุณลักษณะด้านสี กลิ่น เครื่องเทศแกงเขียวหวาน รสชาติความเค็ม ที่ทิศทางไปทางน้อยไป จึงควรปรับปรุงสูตรไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวานต่อไป

จากผลการทดลองแนวทางการปรับปรุงสูตร มีการเติมพริกสีแดงและสีเขียว และมีการเติมใบโหระพา และเติมสีผสมอาหารจากธรรมชาติ(สีเขียว) เป็นสูตรที่ 1 เติมสีผสมอาหารจากธรรมชาติ(สีเขียว) เป็นสูตรที่ 2 และเติมใบโหระพา เป็นสูตรที่ 3 โดยมีการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน พบว่า สูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2 ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน สูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2 ได้รับคะแนนความชอบลดลง อาจเนื่องมาจากผสมอาหารจากธรรมชาติ(สีเขียว) มีผลต่อผลิตภัณฑ์

ข้อเสนอแนะ

1. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวานสามารถนำไปพัฒนาต่อได้
2. ควรลวกใบโหระพาก่อนนำไปสับผสมเพื่อลดกลิ่นเหม็นเขียว
3. ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวควรมีการตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ควบคู่กับการประเมินด้านประสาทสัมผัสด้วย

ปัญหาและอุปสรรค

1. เครื่องเทศแกงเขียวหวานมีจำกัดและเวลาเครื่องเทศแกงเขียวหวานหมดต้องรอซัพพายเออร์ส่งมาให้ใหม่
2. การคำนวณแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกหรือบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) ต้องคำนวณมือจึงทำให้การคำนวณช้า

อ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2511. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ไม้กระบอกออกดอก มอก. 22.98-259.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร.

เขมจิรา ทับกลาง. (2565). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไก่จ้อ. สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการอาหาร.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 4-10

จารุพร ตั๊โงสง. (2565). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไก่จ้อ และการจัดทำป้ายบ่งชี้เพื่อลดการจัดเตรียมสินค้าภายในคลังสินค้า. สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการอาหาร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 9-11.

จารุวรรณ รัตนา. (2567). การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นไก่ต้นทุ่นดำ. สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและการจัดการ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 6-17

สุจินดา ศรีวัฒนะ. (2556). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเวียนนาลดโซเดียม. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุธีรา เข้มทอง. (2558). การควบคุมคุณภาพอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 183-187.

พรทิพย์ โกมลปานิก สุทธิรักษ์ แซ่ลิ้ม และเขาวลิต อุปฐาก. (2565). การพัฒนาสูตรข้าวเกรียบรสแกงเขียวหวาน. วารสารพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม, 2(2), 57-66.

ศิริลดา ไกรลมสม. (2558). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกกะเพราไก่ลดไขมันโดยใช้แป้งร่วมกับแซนแทนกัม. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, 31(1), 77-87.

อภิรดา พรปิ่นณวิษญ์ เบญจวรรณ เขื่อนเพชร และกรรณิการ์ ฟุ้งเจริญศักดิ์. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่อิมัลชันลดไขมันโดยใช้คาร์ราจีแนนและโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, 6(2), 126-136.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

รูปภาพประกอบขั้นตอนการผลิตไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน



ภาพที่ 4 ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน สูตรที่ 1 (บริษัทA)

ที่มา : บริษัท ไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) (2567)



ภาพที่ 5 ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน สูตรที่ 2 (บริษัทB)

ที่มา : บริษัท ไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) (2567)



ภาพที่ 6 ไส้กรอกฮอตดอกแกงเขียวหวาน สูตรที่ 1

ที่มา : บริษัท ไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) (2567)



ภาพที่ 7 ไส้กรอกฮ็อทดอกแกงเขียวหวานสูตรที่ 2
ที่มา : บริษัท ไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) (2567)



ภาพที่ 8 ไส้กรอกฮ็อทดอกแกงเขียวหวาน สูตรที่ 1
ที่มา : บริษัท ไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) (2567)



ภาพที่ 9 ไส้กรอกฮ็อทดอกแกงเขียวหวาน สูตรที่ 2
ที่มา : บริษัท ไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) (2567)



ภาพที่ 10 ไส้กรอกฮ็อตดอกแกงเขียวหวาน สูตรที่ 3
ที่มา : บริษัท ไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) (2567)

ภาคผนวก ข.

ภาพเอกสารการประเมินด้านประสาทสัมผัส

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-Point Hedonic scale

ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์ ไม้กรอกชอตดอกแกงเขียวหวาน

ชื่อผู้ทดสอบ วันที่

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างต่อไปจากซ้ายไปขวา ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแล้วให้คะแนนความชอบตามลำดับ
คะแนนที่ได้กำหนดไว้ด้านล่างตามปัจจัยคุณภาพและวันปากระหว่างตัวอย่าง

โดยกำหนดดังนี้ 9= ชอบมากที่สุด 8=ชอบมาก 7=ชอบปานกลาง 6=ชอบเล็กน้อย 5=เฉยๆ 4=ไม่ชอบเล็กน้อย

3=ไม่ชอบปานกลาง 2= ไม่ชอบมาก 1= ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	control	S4	S5	S6
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				
หมายเหตุ				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ภาพที่ 11 แบบทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-Point Hedonic scale

ที่มา : บริษัท ไทยฟู้ดส์ กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) (2567)

