รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

Research and Development Project of Innovation Production of Meals Ready-to-Eat (MRE) for Disaster Victims in Emergency

โดย

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

เงินอุดหนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

Research and Development Project of Innovation Production of Meals Ready-to-Eat (MRE) for Disaster Victims in Emergency

โดย

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

เงินอุดหนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

บทคัดย่อ

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยเป็นหน่วยงานกลางด้านการบริหารจัดการสาธารณภัยของประเทศ มีภารกิจประการหนึ่งในการพัฒนาการจัดการในภาวะฉุกเฉินให้เป็นไปอย่างมีมาตรฐาน เพื่อให้ผู้ประสบภัยได้รับความช่วยเหลือบรรเทาทุกข์อย่างรวดเร็ว ทั่วถึง และทันต่อเหตุการณ์ จึงได้จัดทำโครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน และพัฒนาต่อยอดเพื่อให้สามารถขยายผลการผลิตในจำนวนมาก มีคุณภาพ และมีราคาถูก ซึ่งมีผลการดำเนินงานโดยสรุป ดังนี้

1. ดำเนินการสำรวจและสอบถามความคิดเห็นของประชาชนที่เคยเกิดสาธารณภัยทั่วประเทศ จำนวน 975 คน เกี่ยวกับเมนูอาหารที่เหมาะสมกับผู้ประสบสาธารณภัยในการนำมาผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน ผลการสำรวจ พบว่า เมนูที่ควรนำมาผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานสูงสุด 4 อันดับแรก ได้แก่ ไข่พะโล้ ไก่ผัดกระเทียม แกงเขียวหวานไก่ และข้าวหุงสุก ดังนั้น จึงเลือก 4 เมนูดังกล่าวมาวิจัยและพัฒนาเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

2. การพัฒนาสูตรอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน จำนวน 4 เมนู จะคิดสูตรการผลิตที่แตกต่างกันอย่างละ 3 สูตร/เมนูอาหาร หลังจากนั้นจะใช้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้านอาหารจำนวน 10 คน ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 – point Hedonic Scale โดยการทดสอบชิมทั้งหมด 6 ด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตที่เหมาะสมที่สุด

3. กระบวนการผลิตจะใช้เครื่องฆ่าเชื้อรีทอร์ทแบบการพ่นน้ำร้อน (Water Spray Retort) ในการฆ่าเชื้ออาหาร โดยเลือกใช้ถ้วยพลาสติกชนิด PP/EVOH/PP ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 103 มิลลิเมตร ความสูง 46 มิลลิเมตร ประกอบกับการปิดผนึกด้วยฟิล์มทนความร้อนและแรงดันเป็นบรรจุภัณฑ์ หลังจากนั้น ได้ดำเนินการหาสภาวะฆ่าเชื้อที่เหมาะสม พบว่า เวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ (ค่า F_0) ของไข่พะโล้ ไก่ผัดกระเทียม แกงเขียวหวานไก่ และข้าวหุงสุก อยู่ที่ 6.1 6.1 6.1 และ 3.7 นาที ตามลำดับ และระยะเวลาทั้งหมดในการฆ่าเชื้อ (Process Time) ของไข่พะโล้ ไก่ผัดกระเทียม แกงเขียวหวานไก่ และข้าวหุงสุก อยู่ที่ 43 53 53 และ 30 นาที ตามลำดับ

4. การออกแบบฉลากบรรจุภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ชั้นนอก ได้ออกแบบภายใต้แนวคิด “ลายไทย” ซึ่งเป็นศิลปะที่มีความวิจิตรงดงาม และลายเส้นสายที่เป็นอัตลักษณ์ของไทยสื่อสารออกมาด้วยความชดช้อยหรูหรา นำเสนอความงดงามในรูปแบบไทยคลาสิกที่มีความหรูหราและมีกลิ่นอายของความเป็นไทย เลือกใช้โทนสีเหลืองทองเพื่อเพิ่มความหรูหราและสื่อถึงแสงสว่าง และสีน้ำเงินสื่อถึงความมั่นคงและการปกป้อง ทั้งนี้ การแสดงเนื้อหาบนฉลากบรรจุภัณฑ์ได้ออกแบบให้สอดคล้องตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 367) พ.ศ. 2557 เรื่อง การแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุ

5. การทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน มีกลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งสิ้น 101 คน ผลการทดสอบ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีระดับความชอบต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน อยู่ในระดับเฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย เรียงลำดับคะแนนจากน้อยไปหามาก ดังนี้ 1) ข้าวหุงสุก (5.71 คะแนน) อยู่ในระดับเฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย 2) ไก่ผัดกระเทียม (5.82 คะแนน) อยู่ในระดับเฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย 3) แกงเขียวหวานไก่ (5.91 คะแนน) อยู่ในระดับเฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย และ 4) ไข่พะโล้ (6.41 คะแนน) อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง

6. จากผลการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงสูตรการผลิต และได้ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสอีกครั้งโดยผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร จำนวน 10 คน เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความชอบระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงสูตรการผลิต ผลการทดสอบ พบว่า คะแนนความชอบโดยรวมหลังการปรับปรุงสูตรการผลิตมีค่าสูงกว่าก่อนการปรับปรุงสูตรการผลิตทุกเมนูอาหาร ซึ่งยืนยันได้ว่าอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินได้รับการพัฒนา/ปรับปรุงสูตรการผลิตให้ดียิ่งขึ้น

7. การตรวจสอบความปลอดภัยทางอาหาร โดยการส่งตรวจวิเคราะห์ความปลอดภัยทางอาหาร ผลการทดสอบ พบว่า ผลิตภัณฑ์ไข่พะโล้ ไก่ผัดกระเทียม แกงเขียวหวานไก่ และข้าวหุงสุก มีผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยอาหารอยู่ในระดับ “ผ่าน” ทุกเมนู นอกจากนี้ อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยยังได้รับเลขสารบบอาหาร (เลข อย.) ตามกฎหมาย จากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

8. การผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์ จะคำนึงถึงปริมาณและพลังงานที่ผู้ประสบภัยจะได้รับ จึงทำการผลิต ดังนี้ 1) ไข่พะโล้ น้ำหนักสุทธิ 200 กรัม/น้ำหนักเนื้อของผลิตภัณฑ์ 120 กรัม 2) ไก่ผัดกระเทียม น้ำหนักสุทธิ 200 กรัม/น้ำหนักเนื้อของผลิตภัณฑ์ 150 กรัม 3) แกงเขียวหวานไก่ น้ำหนักสุทธิ 200 กรัม/น้ำหนักเนื้อของผลิตภัณฑ์ 100 กรัม และ 4) ข้าวหุงสุกพร้อมรับประทาน น้ำหนักสุทธิ 150 กรัม โดยกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยได้ว่าจ้างสถาบันอาหารในการดำเนินการผลิตต้นแบบ จำนวน 720 ชิ้น แบ่งเป็น 1) ไข่พะโล้ 120 ชิ้น 2) ไก่ผัดกระเทียม 120 ชิ้น 3) แกงเขียวหวานไก่ 120 ชิ้น และ 4) ข้าวหุงสุก 360 ชิ้น โดยภายหลังการผลิตจะมีการนำผลิตภัณฑ์มาบ่มเป็นเวลา 14 วัน เพื่อตรวจสอบความผิดปกติของผลิตภัณฑ์ ก่อนนำไปแจกจ่ายแก่ผู้ประสบภัย

9. กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยได้นำต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานไปแจกจ่ายแก่ผู้ประสบภัยในเขตกรุงเทพและปริมณฑล และทำการสำรวจความพึงพอใจ ผลการสำรวจ พบว่า ผู้ประสบภัยมีความพึงพอใจโดยรวมต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง โดยเมนูกับ เฉลี่ยที่ 7.05 คะแนน และเมนูข้าวหุงสุก เฉลี่ยที่ 6.90 คะแนน นอกจากนี้ ผู้ประสบภัยเห็นว่าบรรจุภัณฑ์มีความสวยงามน่าประทับใจ และปริมาณอาหารมีความเหมาะสม รวมถึงเห็นว่ามีความเหมาะสมที่จะเป็นทางเลือกหนึ่งในการช่วยเหลือผู้ประสบภัย

Abstract

The research and development project of innovation production of meals ready-to-eat (MRE) for disaster victims in emergency aims to research and develop innovative MRE and create a prototype of MRE to help the disaster victims in emergency which can be further developed to mass production, high quality, and low cost. The conclusion of the project are as follows;

1. The major MRE demand survey is multistage sampling with 975 Thai people who used to be affected by disasters. The results showed that majority of the respondents prefer the emergency food as follows 1) egg pa-low 2) stir fried chicken with garlic 3) chicken green curry and 4) prompt steamed rice. As a result of this, the project had initiated to conduct the 4 menus to produce MRE prototypes.

2. The development of MRE recipes, all 4 menus were created 3 different recipes for each menu. And then, 10 food experts do a sensory testing by using the 9-point hedonic scale method (ranking score 1 to 9) which examines 6 factors including appearance, color, smell, taste, texture and overall preference to select the best recipes for each menu.

3. For the production process, water spray retort was provided to sterilize food. The PP/EVOH/PP plastic cup (103 x 46 mm.) sealed heat and pressure resistant film were selected as the packaging. Time required to eliminate all microorganisms (F_0) of egg pa-low, stir fried chicken with garlic, chicken green curry, and prompt steamed rice were 6.1, 6.1, 6.1, and 3.7 minutes, respectively and the total process time were 43, 53, 53, and 30 minutes, respectively.

4. The packaging label and packaging bag were designed under the concept of "Thai Painting" which represents a beautiful and elaborate art. The lines express the unique of Thailand with elegance and luxury. Blue-yellow tone was chosen to represent a security and protection. In addition, the content on packaging label was designed in accordance with the Notification of the Thai Ministry of Public Health (No. 367) B.E. 2557 (2014) Re: Labeling of Prepackaged Foods.

5. For the consumer satisfaction survey to MRE, we use the sampling of 101 testers. The results showed that most consumers satisfied MRE in like slightly to like moderately level. The scores were ranked from least to greatest as follows: 1) prompt steamed rice was 5.71 points (neither like nor dislike to like slightly level) 2) stir fried chicken with garlic was 5.82 points (neither

like nor dislike to like slightly level) 3) chicken green curry was 5.91 points (neither like nor dislike to like slightly level) and 4) egg pa-low was 6.41 points (like slightly to like moderately level).

6. From the results of the consumer satisfaction survey, the researcher has brought suggestions to improve the products. Then the improved products are conducted the sensory testing again by 10 food experts to compare the preference scores between before and after the products' improvement. The results showed that the scores after products' improvement for all 4 menus were higher than before. This result confirms that MRE for disaster victims in emergency has been developed.

7. The food safety was analyzed. The results showed that all 4 MRE menus get "Pass" for the standard of food safety. In addition, all 4 MRE menus also received a food serial number (FDA number) according to the law from the Food and Drug Administration.

8. Prototype production concern about the amount and energy that disaster victims will receive. Therefore, the production is done as follows: 1) egg pa-low, net weight 200 g./drained weight 120 g. 2) stir fried chicken with garlic, net weight 200 g./drained weight 150 g. 3) chicken green curry, net weight 200 g./drained weight 100 g. and 4) prompt steamed rice, net weight 150 g. By the way, the final prototypes were produced 720 cups, divided into 1) 120 cups of egg pa-low, 2) 120 cups of stir fried chicken with garlic, 3) 120 cups of chicken green curry and 4) 360 cups of prompt steamed rice. After the production, the final prototypes are incubated for 14 days to check product deformation before distributing to disaster victims in emergency.

9. Department of Disaster Prevention and Mitigation has distributed MRE prototypes to disaster victims in Bangkok metropolitan region and the satisfaction of disaster victims to MRE was conducted. The results showed that most disaster victims satisfied MRE in like slightly to like moderately level, with an average of 7.05 points for egg pa-low, stir fried chicken with garlic, and chicken green curry and an average of 6.90 points for prompt steamed rice. Lastly, disaster victims appreciated that the packaging was impressive and the amount of food is suitable. Furthermore, disaster victims agreed that MRE was one of alternative that could be distributed to the disaster victims in emergency.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน ภายใต้เงินอุดหนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากนายบุญธรรม เลิศสุขีเกษม อธิบดีกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ในฐานะผู้บริหารหน่วยงานที่สนับสนุนการขับเคลื่อนภารกิจการประเมินความเสี่ยงจากสาธารณภัย รองอธิบดีกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยทุกท่าน และผู้อำนวยการสำนักวิจัยและความร่วมมือระหว่างประเทศที่คอยกำกับ ดูแล และสนับสนุนการดำเนินงานด้านการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม ของสำนักวิจัยและความร่วมมือระหว่างประเทศด้วยดีเสมอมา คณะวิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

คณะวิจัยขอขอบพระคุณ ผศ. ดร.วรีสา ชูวัฒนกูล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่คอยให้คำปรึกษา/คำแนะนำในการดำเนินโครงการ และเป็นวิทยากรให้ความรู้ที่สำคัญและเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยโครงการนี้

คณะวิจัยขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ สกสว. ที่กำกับ ดูแล ติดตาม และให้คำแนะนำในการบริหารจัดการทุนวิจัย จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะวิจัยขอขอบสถาบันอาหารในการดำเนินการวิจัยร่วมกัน จนได้ต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

ท้ายนี้ คณะวิจัยคาดหวังว่าผลผลิตและผลจากการศึกษาวิจัยในโครงการนี้ จะสามารถนำไปขยายผลในการผลิตจริงเพื่อใช้เป็นสิ่งของช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินได้ในอนาคตอย่างเป็นรูปธรรม และช่วยส่งเสริมการจัดการสาธารณภัยในภาวะฉุกเฉินให้เป็นไปอย่างมีมาตรฐาน โดยผู้ประสบภัยได้รับความช่วยเหลือบรรเทาทุกข์อย่างรวดเร็ว ทั่วถึง และทันต่อเหตุการณ์ รวมถึงช่วยพัฒนาการจัดการในภาวะฉุกเฉินภายใต้การก้าวเข้าสู่ทศวรรษที่ 3 ของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ที่พร้อมจะเป็นหน่วยงานกลางในการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูง

คณะวิจัย

กันยายน 2565

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		**ก**
กิตติกรรมประกาศ		**จ**
สารบัญ		**ฉ**
สารบัญตาราง		**ฌ**
สารบัญรูปภาพ		**ฎ**
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
	1.4 วิธีการดำเนินการศึกษา	2
	1.5 เป้าหมาย/ผลงานหลักของโครงการ	3
	1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา	4
	1.7 นิยามศัพท์	5
บทที่ 2	**แนวคิดและการทบทวนวรรณกรรม**	**8**
	2.1 อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน	8
	2.2 เครื่องฆ่าเชื้อภายใต้ความร้อนและแรงดัน หรือรีทอร์ท (Retort)	9
	2.3 ผลของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท	17
	2.4 การกำหนดอายุผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม	20
	2.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory Testing)	21
	2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
บทที่ 3	**วิธีการดำเนินงาน**	**28**
	3.1 การทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรม	28
	3.2 การสำรวจความต้องการด้านอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน และเมนูที่เหมาะสมในการผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน	28
	3.3 การพัฒนาสูตรการผลิต พร้อมกำหนดเทคโนโลยีการผลิต และวัสดุบรรจุภัณฑ์	29
	3.4 การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเพื่อกำหนดค่าความคุมกระบวนการผลิต	30

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.5 การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	31
	3.6 การปรับปรุงสูตรการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	32
	3.7 วิเคราะห์คุณภาพความปลอดภัยอาหาร และการยื่นขอรับรองเลขสารบบอาหาร (เลข อย.)	32
	3.8 การออกแบบฉลากบรรจุภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ชั้นนอก	32
	3.9 ผลิตต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	33
	3.10 การฝึกอบรมบุคลากรให้มีความรู้เกี่ยวกับอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	34
	3.11 จัดประชุมเพื่อนำเสนอผลการศึกษาและส่งมอบต้นแบบผลิตภัณฑ์	34
	3.12 นำต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานแจกจ่ายแก่ผู้ประสบภัย	34
	3.13 จัดประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อหาแนวทางในการต่อยอดผลผลิตจากการวิจัย	34
บทที่ 4	**ผลการดำเนินงาน**	**35**
	4.1 ผลการสำรวจความต้องการด้านอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานและเมนูที่เหมาะสมในการผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	35
	4.2 ผลการพัฒนาสูตรอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	38
	4.3 ผลการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเพื่อกำหนดค่าความคุมกระบวนการผลิต	61
	4.4 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	71
	4.5 ผลการปรับปรุงสูตรการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	78
	4.6 ผลการตรวจสอบความปลอดภัยทางอาหาร และการยื่นขอรับรองเลขสารบบอาหาร (เลข อย.)	89
	4.7 ผลการออกแบบฉลากผลิตภัณฑ์อาหาร และบรรจุภัณฑ์ชั้นนอก	91

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	4.8 ผลการผลิตต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	92
	4.9 การเสริมสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	107
	4.10 การต่อยอดผลผลิตจากงานวิจัย	108
บทที่ 5	**สรุปผลการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะ**	**114**
	5.1 สรุปผลการดำเนินการ	114
	5.2 ปัญหาและข้อจำกัด	117
	5.3 ข้อเสนอแนะ	117
บรรณานุกรม		**119**
ภาคผนวก		**122**
	ภาคผนวก ก ประวัติผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร	123
	ภาคผนวก ข แบบสอบถามการทดสอบทางประสาทสัมผัส	128
	ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยอาหาร	131
	ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยอาหาร	136
	ภาคผนวก จ ต้นทุนการผลิต	141
	รายชื่อคณะวิจัย	143

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ผลผลิตที่ทำได้จริง ปี 2564	3
4.1	ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามความต้องการด้านอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน	35
4.2	ส่วนประกอบที่แสดงเป็นร้อยละของไข่พะโล้ จำนวน 3 สูตร ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรการผลิต	41
4.3	ส่วนประกอบที่แสดงเป็นร้อยละของไก่ผัดกระเทียม จำนวน 3 สูตร ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรการผลิต	43
4.4	สูตรส่วนประกอบที่แสดงเป็นร้อยละของแกงเขียวหวานไก่ จำนวน 3 สูตร ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรการผลิต	45
4.5	สูตรส่วนประกอบของที่แสดงเป็นร้อยละของข้าวหุงสุก จำนวน 3 สูตร ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรการผลิต	47
4.6	สรุปสูตรการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกทั้ง 4 เมนูอาหาร	60
4.7	ผลการศึกษาการกระจายตัวความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อ หรือ Temperature distribution (TD)	62
4.8	ปัจจัยที่ทำการควบคุมเพื่อให้อยู่ในเกณฑ์ขั้นตอนการปฏิบัติการด้วยเครื่องฆ่าเชื้อ	62
4.9	ผลการทดสอบการแทรกผ่านความร้อนของเมนูไข่พะโล้	64
4.10	ผลการทดสอบการแทรกผ่านความร้อนของเมนูไก่ผัดกระเทียม	65
4.11	ผลการทดสอบการแทรกผ่านความร้อนของเมนูแกงเขียวหวานไก่	67
4.12	ผลการทดสอบการแทรกผ่านความร้อนของเมนูข้าวหุงสุก	68
4.13	สรุปข้อมูลสำหรับปัจจัยควบคุมสำหรับการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารพร้อมรับประทาน	70
4.14	คุณลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	71
4.15	ร้อยละส่วนประกอบของการปรับปรุงสูตรการผลิตไข่พะโล้	78
4.16	ค่าควบคุมการผลิตไข่พะโล้หลังจากผ่านการต้มงวด	79
4.17	ร้อยละส่วนประกอบของการปรับปรุงสูตรการผลิตไก่ผัดกระเทียม	79
4.18	ร้อยละส่วนประกอบของการปรับปรุงสูตรการผลิตแกงเขียวหวานไก่	80
4.19	ร้อยละส่วนประกอบของการปรับปรุงสูตรการผลิตข้าวสวยหุงสุก	80
4.20	ผลการเปรียบเทียบคะแนนความชอบโดยรวมระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงสูตรการผลิต	87
4.21	สรุปสูตรการผลิตสุดท้ายที่จะนำไปผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานต้นแบบ	88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.22	สรุปเลขสารบบอาหาร (เลข อย.) ที่ได้รับการอนุมัติจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา	90
4.23	สูตรสำเร็จการผลิตไข่พะโล้	92
4.24	สูตรสำเร็จการผลิตไก่ผัดกระเทียม	96
4.25	สูตรสำเร็จการผลิตแกงเขียวหวานไก่	99
4.26	สูตรสำเร็จการผลิตข้าวหุงสุก	103
ก.1	ประวัติผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร	124
จ.1	แสดงต้นทุนการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	142

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	อาหาร MRE ของกองทัพสหรัฐอเมริกา	8
2.2	หลักการทำงานของเครื่องฆ่าเชื้อภายใต้แรงดันแบบใช้การพ่นน้ำร้อน	11
2.3	แสดงการอ่านค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในกราฟ Semilog scale	15
2.4	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์และเครื่องฆ่าเชื้อ	16
4.1	ผลการสำรวจเมนูที่เหมาะสมในการผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน	36
4.2	เมนูอาหารที่ได้รับคัดเลือก ได้แก่ 1) ไข่พะโล้ 2) ไก่ผัดกระเทียม 3) แกงเขียวหวาน และ 4) ข้าวหุงสุก	37
4.3	เครื่องรีทอร์ทแบบใช้การพ่นน้ำร้อน	39
4.4	ถ้วยพลาสติกชนิด PP/EVOH/PP และการปิดผนึกด้วยฟิล์มทนความร้อนและแรงดัน	40
4.5	กระบวนการผลิตไข่พะโล้ ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรการผลิต	42
4.6	กระบวนการผลิตไก่กระเทียม ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรการผลิต	44
4.7	กระบวนการผลิตแกงเขียวหวานไก่ ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรการผลิต	46
4.8	กระบวนการผลิตข้าวหุงสุก ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรการผลิต	47
4.9	การพัฒนาสูตรการผลิตอย่างละ 3 สูตร/เมนูอาหาร เพื่อนำไปคัดเลือกสูตรการผลิต	49
4.10	ห้องทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory room)	50
4.11	ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิต	51
4.12	บรรยากาศการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิต	52
4.13	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตไข่พะโล้	53
4.14	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตไก่ผัดกระเทียม	54
4.15	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตแกงเขียวหวานไก่	56
4.16	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตข้าวหุงสุก	57
4.17	ตำแหน่งจุดร้อนช้าภายในเครื่องฆ่าเชื้อ	61
4.18	เงื่อนไขการทดสอบการแทรกผ่านความร้อน (HP) ของเมนูไข่พะโล้	63
4.19	เงื่อนไขการทดสอบการแทรกผ่านความร้อน (HP) ของเมนูไก่ผัดกระเทียม	65
4.20	เงื่อนไขการทดสอบการแทรกผ่านความร้อน (HP) ของเมนูแกงเขียวหวานไก่	66
4.21	เงื่อนไขการทดสอบการแทรกผ่านความร้อน (HP) ของเมนูข้าวหุงสุก	68
4.22	บรรยากาศการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับ 4 เมนูผลิตภัณฑ์	69
4.23	ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเมนูไข่พะโล้	73

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.24	ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเมนูไก่ผัดกระเทียม	74
4.25	ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเมนูแกงเขียวหวานไก่	75
4.26	ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเมนูข้าวหุงสุก	76
4.27	บรรยากาศการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	77
4.28	ผลการปรับปรุงสูตรการผลิตเมนูไข่พะโล้	82
4.29	ผลการปรับปรุงสูตรการผลิตเมนูไก่ผัดกระเทียม	83
4.30	ผลการปรับปรุงสูตรการผลิตเมนูแกงเขียวหวานไก่	84
4.31	ผลการปรับปรุงสูตรการผลิตเมนูข้าวหุงสุก	86
4.32	สัญลักษณ์เลขสารบบอาหาร	90
4.33	แบบฉลากผลิตภัณฑ์อาหาร และถุงบรรจุภัณฑ์ชั้นนอก	91
4.34	ไข่พะโล้พร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	95
4.35	ไก่กระเทียมพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	99
4.36	แกงเขียวหวานไก่พร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	103
4.37	ข้าวหุงสุกพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	105
4.38	อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินต้นแบบ	106
4.39	บรรยากาศการฝึกอบรมผ่านระบบ Zoom	107
4.40ก	บรรยากาศกิจกรรมการนำเสนอผลการศึกษาและส่งมอบผลิตภัณฑ์โครงการวิจัยและพัฒนาอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	108
4.40ข	บรรยากาศกิจกรรมการนำเสนอผลการศึกษาและส่งมอบผลิตภัณฑ์โครงการวิจัยและพัฒนาอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	109
4.41	ความพึงพอใจของผู้ประสบภัยที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (เมนูกับข้าว)	110
4.42	ความพึงพอใจของผู้ประสบภัยที่มีต่อข้าวหุงสุก	110
4.43	การแจกจ่ายอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	111
4.44	บรรยากาศการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อหาแนวทางในการต่อยอดผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนาอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน	113

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
ค.1	รายงานผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ไข่พะโล้	132
ค.2	รายงานผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ไก่ผัดกระเทียม	133
ค.3	รายงานผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่	134
ค.4	รายงานผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ข้าวหุงสุก	135
ง.1	ใบสำคัญการจดทะเบียนอาหารของผลิตภัณฑ์ไข่พะโล้	137
ง.2	ใบสำคัญการจดทะเบียนอาหารของผลิตภัณฑ์ไก่ผัดกระเทียม	138
ง.3	ใบสำคัญการจดทะเบียนอาหารของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่	139
ง.4	ใบสำคัญการจดทะเบียนอาหารของผลิตภัณฑ์ข้าวหุงสุก	140

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยของประเทศไทยได้กำหนดให้มีแผนการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ พ.ศ. 2558 ซึ่งมีนโยบายการบูรณาการความร่วมมือกับทุกภาคส่วน ในการพัฒนาศักยภาพการจัดการสาธารณภัยในภาวะฉุกเฉินให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล พร้อมทั้งการบรรเทาทุกข์และช่วยเหลือสงเคราะห์ผู้ประสบภัยอย่างรวดเร็ว ทั่วถึง และทันเหตุการณ์ ดังนั้นในภาวะฉุกเฉินหรือเมื่อเกิดสาธารณภัยขึ้น กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยเป็นหน่วยงานหลักในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยให้เป็นไปอย่างมีมาตรฐาน เพื่อลดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน ทรัพยากร สภาพแวดล้อม สังคม และประเทศให้มีผลกระทบน้อยที่สุด ภายใต้กลยุทธ์การเสริมสร้างระบบและแนวปฏิบัติในการบรรเทาทุกข์ในภาวะฉุกเฉิน

เนื่องด้วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิค-19) ทำให้ประชาชนต้องกักตัวอยู่ภายในที่อยู่อาศัย รวมไปถึงการที่ประเทศไทยประสบปัญหาการเกิดสาธารณภัยบ่อยครั้ง ซึ่งมีแนวโน้มการเกิดที่บ่อยขึ้นและรุนแรงมากขึ้น เช่น เหตุการณ์มหาอุทกภัย พ.ศ. 2554 ภัยจากแผ่นดินไหว จังหวัดเชียงราย พ.ศ. 2557 พายุปาบึก โพดุล และคาจิกิ พ.ศ. 2562 เป็นต้น ซึ่งการเกิดสาธารณภัยแต่ละครั้งจะเห็นได้ว่าประเทศไทยได้รับผลกระทบหลายด้าน ทั้งด้านชีวิต ทรัพย์สิน เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการดำรงชีพของผู้ประสบภัยที่ได้รับผลกระทบโดยตรง เช่น การประสบปัญหาในการจัดหาอาหารและน้ำเพื่อการดำรงชีพ การขาดแหล่งที่อยู่อาศัย รวมไปถึงระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ ถูกตัดขาด เป็นต้น จากปัญหาดังกล่าวทำให้หลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนได้ระดมกำลังเพื่อเข้าช่วยเหลือผู้ประสบภัย แต่การช่วยเหลือดังกล่าวยังขาดประสิทธิภาพและไม่ทั่วถึง ซึ่งกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยได้เล็งเห็นปัญหาดังกล่าว จึงให้ความสำคัญในการวิจัยและคิดค้นนวัตกรรมเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จากการพิจารณาปัจจัยในการดำรงชีพของผู้ประสบภัยพบว่าอาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ผู้ประสบภัยต้องการเป็นลำดับแรก แต่การแจกถุงยังชีพในปัจจุบัน เช่น บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป และข้าวสาร เป็นต้น เป็นการแจกจ่ายอาหารที่ต้องใช้ความร้อนเพื่อการปรุงอาหารเพิ่มเติม แต่เมื่อเกิดสาธารณภัยในภาวะฉุกเฉินพบว่า ที่อยู่อาศัย โครงสร้างสาธารณูปโภค การคมนาคม และการบริการพื้นฐานได้รับผลกระทบ ทำให้ไฟฟ้าและประปาถูกตัดขาด และสภาพพื้นที่ไม่เอื้ออำนวยในการประกอบอาหารปรุงสุก ดังนั้น การแจกจ่ายอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการดำรงชีพของผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน โดยอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (Meals Ready-to-Eat: MRE) มีข้อดีคือ 1) พร้อมรับประทานทันที โดยไม่ต้องอุ่นร้อน 2) สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานอย่างน้อย 12 เดือน โดยไม่ต้องแช่เย็น และไม่ต้องใส่วัตถุกันเสีย 3) สามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพอาหารด้านสี กลิ่น และรสจากความชื้น ออกซิเจน และการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ เมื่อนำมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง และ 4) มีน้ำหนักเบา พกพาสะดวก และลดพื้นที่ในการขนส่ง ทำให้สามารถขนส่งไปช่วยเหลือผู้ประสบภัยได้คราวละเป็นจำนวนมาก (ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา, 2565)

ดังนั้น เพื่อเป็นการส่งเสริมการจัดการสาธารณภัยในภาวะฉุกเฉินให้เป็นไปอย่างมีมาตรฐาน โดยผู้ประสบภัยได้รับความช่วยเหลือบรรเทาทุกข์อย่างรวดเร็ว ทั่วถึง และทันต่อเหตุการณ์ รวมถึงเป็นการพัฒนาการจัดการในภาวะฉุกเฉินภายใต้แผนการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ พ.ศ. 2558 ให้เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม มีมาตรฐาน และดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้จัดทำ “โครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน” ขึ้น โดยมีความคาดหวังว่าต้นแบบนวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปที่ได้รับจากโครงการวิจัยชิ้นนี้จะสามารถนำไปขยายผลในการผลิตจริงเพื่อใช้เป็นสิ่งของช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินได้ในอนาคตอย่างเป็นรูปธรรม

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อวิจัยและพัฒนานวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน
2. เพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่สามารถนำไปสู่การผลิตจำนวนมาก มีคุณภาพ และราคาถูกเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาสูตรการผลิตและสร้างต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน จำนวน 4 เมนู ได้แก่ ไข่พะโล้ ไก่ผัดกระเทียม แกงเขียวหวาน และข้าวหุงสุก ผลิตโดยใช้บรรจุภัณฑ์คือถ้วยพลาสติกชนิด PP/EVOH/PP ปิดผนึกด้วยฟิล์มทนความร้อนและแรงดัน และใช้กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อรีทอร์ท (Retort) ชนิดพ่นน้ำร้อน (Water Spray Retort)
2. ใช้วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory Testing) ในการประเมินผบเพื่อสรุปสูตรการผลิตที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด และสำรวจความพึงพอใจที่มีต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน
3. ตรวจสอบความปลอดภัยของอาหารทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ และยื่นขอรับเลขสารบบอาหาร (เลข อย.)

1.4 วิธีการดำเนินการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลและเอกสารอ้างอิง ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตอาหารสำเร็จรูปในปัจจุบัน
2. ทำการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลความต้องการของประชาชนที่เคยเกิดสาธารณภัยทั่วประเทศเกี่ยวกับความต้องการด้านอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน และสอบถามความเห็นเกี่ยวกับเมนูอาหารที่เหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน
3. วิจัยและพัฒนาสูตรในการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน พร้อมกำหนดเทคโนโลยีการผลิตและวัสดุบรรจุภัณฑ์
4. ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อสรุปสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด
5. ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเพื่อกำหนดค่าความคุมกระบวนการผลิต

6. ทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

7. ปรับปรุงสูตรการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

8. วิเคราะห์คุณภาพความปลอดภัยอาหาร และการยื่นขอรับรองเลขสารบบอาหาร (เลข อย.)

9. ออกแบบฉลากบรรจุภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ชั้นนอก

10. ผลิตต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

11. จัดประชุมเพื่อนำเสนอผลการศึกษาและประชาสัมพันธ์ให้หน่วยงานภายในกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทราบถึงผลผลิตของโครงการวิจัยที่จะนำไปใช้ในการช่วยเหลือผู้ประสบภัย

12. นำต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินไปแจกจ่ายแก่ผู้ประสบภัยในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล พร้อมทั้ง สำรวจความพึงพอใจของผู้ประสบภัยที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน

13. จัดอบรมเสริมสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

14. จัดประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อหาแนวทางในการต่อยอดผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนาอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

15. จัดทำสรุปผลการดำเนินงานและจัดทำรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

1.5 เป้าหมาย/ผลงานหลักของโครงการ

ตารางที่ 1.1 ผลผลิตที่ทำได้จริง ปี 2564

ผลผลิตตามที่ระบุในคำรับรอง	ผลผลิตที่ทำได้จริง ปี 2564					เชิงคุณภาพ
	เชิงปริมาณ				% ความก้าวหน้า	
	ผลผลิต	จำนวน		หน่วยนับ		
		ที่กำหนดไว้	ที่เกิดขึ้นจริง			
1. องค์ความรู้ใหม่	1. องค์ความรู้ใหม่ 1.1 การพัฒนานวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัย 1.2 เทคโนโลยีการผลิตอาหารด้วยเครื่องฆ่าเชื้อรีทอร์ท	1	1	เรื่อง	100%	องค์ความรู้ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตอาหารด้วยเครื่องฆ่าเชื้อรีทอร์ท และอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน
2. การพัฒนากำลัง	เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติหน้าที่ทำงานวิจัย	5	81	คน	100%	เจ้าหน้าที่กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยที่ปฏิบัติหน้าที่ทำงานวิจัยได้รับการพัฒนาความรู้และทักษะด้านการวิจัย เรื่องอาหาร

ผลผลิตตามที่ระบุในคำรับรอง	ผลผลิตที่ทำได้จริง ปี 2564						เชิงคุณภาพ
	เชิงปริมาณ					% ความก้าวหน้า	
	ผลผลิต	จำนวน		หน่วยนับ			
		ที่กำหนดไว้	ที่เกิดขึ้นจริง				
							สำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน
3. ผลงานตีพิมพ์	ผลงานตีพิมพ์ในวารสารสาระภัย (Disaster Profile) ซึ่งเป็นของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย	1	1	เรื่อง	100%		- ได้ตีพิมพ์บทความทางวิชาการ เรื่อง “อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน (MRE ปภ.)” ลงในวารสาร Disaster Profile เล่มที่ 13 ของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย - จัดทำเอกสารเผยแพร่ความรู้ (Booklet) เรื่อง “อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน” จำนวน 200 เล่ม
4. ต้นแบบผลิตภัณฑ์	นวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานในภาวะฉุกเฉิน	3	4	เมนู/ผลิตภัณฑ์	100%		ผลิตต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน จำนวน 4 เมนู ได้แก่ 1) ไข่พะโล้ 120 ชิ้น 2) ไก่ผัดกระเทียม 120 ชิ้น 3) แกงเขียวหวานไก่ 120 ชิ้น และ 4) ข้าวหุงสุก 360 ชิ้น
5. กระบวนการใหม่	- สูตรอาหาร 3 เมนู - กระบวนการอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานในภาวะฉุกเฉิน	3	4	เมนู/สูตร/เรื่อง	100%		กระบวนการและขั้นตอนการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่เมื่อเกิดภัยร้ายแรงสามารถสั่งผลิตได้อย่างรวดเร็ว และทันต่อเหตุการณ์

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

1. กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยมีต้นแบบนวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

2. สามารถนำไปต่อยอดสู่การผลิตจำนวนมาก มีคุณภาพ และราคาถูก

3. สามารถนำไปช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพและตรงตามหลักการด้านมนุษยธรรม

1.7 นิยามศัพท์

คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน ที่ควรทราบมีดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2557)

1. วอเตอร์แอคติวิตี้ (Water Activities ; a_w) หมายถึง ปริมาณน้ำในอาหารที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญหรือเพียงพอที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ ซึ่งเป็นสัดส่วนของความดันไอของน้ำในอาหาร (Vapor Pressure of the Food; p) กับความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ (Vapor Pressure of Pure Water; p_o) ที่อุณหภูมิเดียวกัน ดังสมการ

$$a_w = p / p_o$$

หรือ วัดได้จากความชื้นสัมพัทธ์เหนืออาหารในสภาวะสมดุล (Equilibrium Relative Humidity; ERH) หารด้วย 100 ดังสมการ

$$a_w = ERH / 100$$

ค่า a_w ถือเป็นค่าที่มีความสำคัญมาก เพราะเป็นค่าที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร สามารถแสดงค่าตัวเลขในช่วง 0 (แห้งสนิท) ถึง 1 (น้ำบริสุทธิ์) จุลินทรีย์ทุกชนิดสามารถเจริญได้ในอาหารที่มีช่วงของค่า a_w แตกต่างกัน เช่นเดียวกับค่า pH ถ้าอาหารมีค่า a_w 0.85 หรือต่ำกว่า จัดอยู่ในประเภทไม่มีอันตราย เพราะไม่มีน้ำอิสระมากพอไปทำให้จุลินทรีย์ที่ก่อโรคเจริญเติบโตได้ โดยจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญทางด้านสาธารณสุขที่ทำให้เกิดโรคและมีอาการเจ็บป่วยในผู้บริโภค (Pathogen) นั้นมักจะเจริญได้เมื่อมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.86 - 1.0 ดังนั้น จึงกำหนดค่า 0.85 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าค่า a_w ที่สุดที่แบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ต้องการใช้สำหรับผลิตสารพิษ (Toxin)

2. ค่าพีเอช (pH) หรือค่าความเป็นกรด-ด่าง ของอาหาร หมายถึง ค่าที่วัดในรูปความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน [H^+] คือ ส่วนกลับของลอการึทึม (Logarithm) ของความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนเป็นกรัม/สารละลายหนึ่งลิตร ($pH = -\log[H^+]$) แสดงความเป็นกรดหรือเบสของสารละลาย มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 14 จุลินทรีย์แต่ละชนิดสามารถเจริญได้ในอาหารที่มีช่วงของค่าพีเอชที่แตกต่างกัน ค่าพีเอช 4.6 ใช้เป็นเส้นแบ่งความเป็นกรดของอาหาร โดยอาหารที่มีพีเอชต่ำกว่าหรือเท่ากับ 4.6 จัดอยู่ในจำพวกอาหารที่เป็นกรด ส่วนอาหารที่มีพีเอชสูงกว่า 4.6 คืออาหารที่เป็นกรดต่ำ โดยค่า 4.6 นี้ได้มาจากค่าพีเอชที่ต่ำกว่าค่าพีเอชที่ต่ำสุด (Minimum pH) ที่แบคทีเรีย *Clostridium botulinum* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ก่อโรคที่สามารถเจริญได้ที่สภาวะไม่มีอากาศ (Anaerobe) และสามารถผลิตสารพิษนิวโรทอกซิน (Neurotoxin) ออกมาปนเปื้อนในอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท สารพิษนี้มีผลทำลายระบบประสาทการบริโภคอาหารที่มีสารพิษนี้ปนเปื้อนเข้าไปเพียง 1 ไมโครกรัม จะทำให้เกิดอาการป่วยที่เรียกว่า **โบทูลิซึ่ม (Botulism)** ทำให้มองเห็นภาพซ้อน คลื่นไส้ อาเจียน หน้ามืด เป็นอัมพาต หายใจขัด และเสียชีวิต เนื่องจากระบบหายใจล้มเหลว อาการจะเกิดขึ้นใน 12 - 36 ชั่วโมงหลังจากบริโภคอาหาร และอาจจะเสียชีวิตภายใน 3 - 6 วัน

3. อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ หมายถึง อาหารที่มีสมบัติครบตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- อาหารที่ผ่านกรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อนภายหลังหรือก่อนบรรจุและปิดผนึก และให้ความหมายรวมถึงอาหารอื่นที่มีกระบวนการผลิตในทำนองเดียวกันนี้
- มีค่าพีเอช มากกว่า 4.6 (pH > 4.6)
- มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water Activity) มากกว่า 0.85 (a_w > 0.85)
- เก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่เป็นโลหะหรือวัตถุอื่นที่คงรูป หรือไม่คงรูปที่สามารถป้องกันไม่ให้อากาศภายนอกเข้าไป ในภาชนะบรรจุได้
- สามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ

4. ภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (Hermetically Sealed Container) หมายถึง บรรจุภัณฑ์อาหารประเภทที่เมื่อบรรจุอาหารและปิดผนึกสนิทแล้ว จะสามารถป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และป้องกันการซึมผ่านเข้าออกของน้ำและอากาศได้ ไม่มีการรั่วซึม หรือปริแตก โดยทั่วไปแบ่งบรรจุภัณฑ์ตามความคงรูป ออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1) บรรจุภัณฑ์ชนิดคงรูป (Rigid Packaging) เช่น กระป๋องโลหะ ขวดแก้วที่ฝามียางรองด้านในหรือวัสดุอื่นที่สามารถกันอากาศเข้าออกได้ พลาสติกแข็งตัว ซึ่งส่วนมากเป็นพลาสติกฉีด

2) บรรจุภัณฑ์ชนิดกึ่งอ่อนตัว (Simi-rigid Packaging) เช่น ถาด ถ้วย หรือกระป๋องพลาสติก (Retortable Plastic Tray, Cup or Can) พลาสติกขึ้นรูปด้วยการเป่า

3) บรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัว (Flexible Packaging) ไม่สามารถรักษามิติและรูปทรงได้ จึงต้องมีอุปกรณ์ช่วยในระหว่างการบรรจุ มักทำจากพลาสติก กระดาษ ฟิล์ม ฟอล์ย หรือวัสดุเหล่านี้รวมกัน (Laminate) เช่น ถุงรีทอร์ท (Retort Pouch) เป็นต้น

5. การฆ่าเชื้อแบบเชิงการค้า (Commercial Sterilization) หมายถึง การแปรรูปอาหารด้วยความร้อน (Thermal Processing) ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารปราศจากเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและไม่มีจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียของอาหารซึ่งสามารถเจริญในอาหารภายใต้สภาวะการเก็บรักษาปกติที่อุณหภูมิห้อง นั่นคือ ทำให้อาหารอยู่ในสภาวะปลอดเชื้อแบบเชิงการค้า (Commercial Sterility) การฆ่าเชื้อแบบเชิงการค้านี้ ไม่ได้เป็นการทำให้ปลอดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Sterilization) เพื่อคงคุณภาพของอาหารไว้ไม่ให้เสื่อมสภาพเนื่องจากความร้อนที่สูงเกินไป แต่อาจเหลือจุลินทรีย์บางชนิด เช่น แบคทีเรียที่ทนร้อนสูง (Thermophilic Bacteria) รวมทั้งสปอร์ของแบคทีเรีย (Bacterial Spore) ที่ทนร้อน อย่างไรก็ตาม จุลินทรีย์ที่เหลือรอดนี้ จะไม่สามารถเจริญได้ภายใต้สภาวะการเก็บรักษาและขนส่งปกติ ทำให้อาหารเก็บรักษาได้นานที่อุณหภูมิห้อง และปลอดภัยต่อการบริโภค

6. การศึกษาการทดสอบการกระจายอุณหภูมิในเครื่องฆ่าเชื้อ (Temperature Distribution; TD) หมายถึง การศึกษาการกระจายความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อ เพื่อดำเนินการหาประสิทธิภาพของเครื่องฆ่าเชื้อ และความสัมพันธ์ของการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ต่อการกระจายความร้อนภายในเครื่องฆ่าเชื้อซึ่งต้องใช้วิธีการและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสม เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องฆ่าเชื้อสามารถฆ่าเชื้อได้ตามกรรมวิธีที่กำหนด (Scheduled Process)

7. การศึกษาการแทรกผ่านความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อ (Heat Penetration; HP) หมายถึง การศึกษาการแทรกผ่านความร้อนจากภายนอกเข้าไปสู่จุดร้อนช้าที่สุดของผลิตภัณฑ์อาหารขณะทำการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อ ซึ่งต้องทำการศึกษาในทุกสูตรของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่มีสูตรแตกต่างกันจะมีการแทรกผ่านความร้อนไปยังจุดที่ร้อนช้าที่สุดในผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ทำให้ได้อุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อของผลิตภัณฑ์แต่ละสูตรการผลิตแตกต่างกัน เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อตามอุณหภูมิและเวลาที่กำหนดอยู่ในสภาวะปลอดเชื้อแบบเชิงการค้า ยกเว้นกรณีเลือกศึกษาในสูตรที่ใช้อุณหภูมิและเวลามากที่สุด (Worst Case Scenario) ก็สามารถใช้ผลการศึกษานี้เป็นตัวแทนสูตรอื่น ๆ ได้ ก่อนเริ่มกระบวนการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนควรตรวจสอบอุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อและการกระจายอุณหภูมิตามแนวทางการศึกษาการกระจายอุณหภูมิให้เสร็จสมบูรณ์ก่อน

8. ปัจจัยวิกฤต (Critical Factor) หมายถึง คุณสมบัติ/ลักษณะปัจจัยองค์ประกอบต่าง ๆ ทั้งทางกายภาพและเคมีที่มีผลกระทบต่อการแทรกผ่านความร้อน ในผลิตภัณฑ์และกระบวนการฆ่าเชื้อ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทอยู่ในสภาวะปลอดเชื้อแบบเชิงการค้า เช่น ภาชนะบรรจุ ผลิตภัณฑ์ เครื่องฆ่าเชื้อ และสภาวะแวดล้อมในกระบวนการฆ่าเชื้อ

9. F_0 (Sterilizing Value) หมายถึง ระยะเวลา (นาที) สำหรับการทำลายสปอร์ของเชื้อคลอสตริเดียม โบทูลินั่ม *(Clostridium botulinum)* ซึ่งต้องใช้อุณหภูมิในการทำลายสปอร์เทียบเท่า 250 °F หรือ 121.1 °C และจุลินทรีย์นี้มีค่า Z เท่ากับ 18 °F หรือ 10 °C

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน คณะผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรม แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างองค์ความรู้ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตอาหารด้วยเครื่องฆ่าเชื้อรีทอร์ท และอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน ดังนี้

2.1 อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน

อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (Meals Ready-to-Eat: MRE) คือ อาหารที่ผ่านกระบวนการผลิตเรียบร้อยพร้อมบริโภคในภาชนะบรรจุปิดสนิทได้ทันทีโดยไม่ต้องอุ่นร้อนหรือปรุงสุกเพิ่มเติม ผลิตโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อาหาร ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อนระดับสเตอริไลซ์อย่างรวดเร็ว ทำให้ใช้ระยะเวลาสั้นกว่าอาหารที่บรรจุกระป๋อง ผลิตภัณฑ์อาหารจึงมีคุณภาพดีทั้งในด้านสี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อ และที่สำคัญคืออาหารจะปลอดเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค (Pathogen) และเก็บที่อุณหภูมิห้องได้นานกว่า 1 ปี โดยที่ไม่ต้องใส่สารกันบูด (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2553)

ต้นกำเนิดของอาหาร MRE พัฒนาขึ้นโดยกองทัพสหรัฐอเมริกาสำหรับ กองกำลังพิเศษและหน่วยลาดตระเวนในสงครามเวียดนาม นอกจากนี้ ยังมีการแจกจ่ายอาหาร MRE ให้กับพลเรือนในช่วงที่เกิดภัยธรรมชาติ (สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ, 2556)

รูปที่ 2.1 อาหาร MRE ของกองทัพสหรัฐอเมริกา

2.1.1 วัสดุบรรจุภัณฑ์

โครงการวิจัยนี้จะใช้การบรรจุอาหารด้วยถ้วยพลาสติก ชนิด PP/EVOH/PP และปิดผนึกด้วยฟิล์มทนความร้อนและแรงดัน ซึ่งมีข้อดี ดังนี้

ข้อดีของการใช้ถ้วยพลาสติก ชนิด PP/EVOH/PP (วีระ โชติธรรมาภรณ์, 2564)

- ข้อดีของการใชรีทอรทเพาชในการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารที่มีต่อผู้ผลิต

ก) มีความแข็งแรงยืดหยุ่น ทนต่อการแตกหัก

ข) น้ำหนักเบา ประหยัดพื้นที่ในการเก็บและขนส่ง

ค) สามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและแก๊ส

ง) สามารถพิมพ์ฉลากหรือวันหมดอายุลงบนถ้วยได้โดยตรง

จ) สามารถทนความร้อนได้ถึง 121 องศาเซลเซียส และสามารถนำเข้าเครื่องไมโครเวฟที่ระดับ 1,100 วัตต์ เป็นระยะเวลา 5 นาที

- ข้อดีของการใช้รีทอรทเพาชในการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารที่มีต่อผู้บริโภค

ก) สะดวกในการรับประทาน กล่าวคือฝาสามารถฉีกได้ง่าย (Easy Pill) และรับประทานได้ทันที

ข) คุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพของอาหาร เนื่องจากใช้เวลาในการฆ่าเชื้อน้อย จึงมีการสูญเสียสารอาหารน้อย และมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสน้อย

ข้อจำกัดของการใช้ถ้วยพลาสติก ชนิด PP/EVOH/PP (วีระ โชติธรรมาภรณ์, 2564)

ก) ราคาค่อนข้างสูง

ข) การควบคุมการให้ความร้อนจะยุ่งยาก เช่น จำเป็นต้องควบคุมปริมาณอากาศที่เหลืออยู่ในถ้วยและอากาศในเครื่องฆ่าเชื้อ ตลอดจนชั้นวางแบบพิเศษภายในเครื่องฆ่าเชื้อ ที่จะต้องเอื้ออำนวยต่อการหมุนเวียนและกระจายความร้อนภายในเครื่องดังกล่าว

ค) ภาชนะมักฉีกขาดง่าย จำเป็นต้องอาศัยการปกป้องจากภาชนะบรรจุชั้นนอก เช่น กล่องกระดาษอีกชั้นหนึ่ง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยระหว่างการขนส่ง

2.1.2 การบรรจุและการปิดผนึก (Filling and Sealing)

การบรรจุและการปิดผนึก จัดเป็นขั้นตอนที่สำคัญของกระบวนการผลิต เนื่องจากปริมาณและความหนาของผลิตภัณฑ์ในถ้วยพลาสติก จะมีผลต่อการให้ความร้อนในกระบวนการฆ่าเชื้อ นอกจากนั้นบริเวณรอยปิดผนึกต้องสะอาดไม่มีอาหารปนเปื้อน เพราะจะทำให้การปิดผนึกไมสนิทแน่น หลังจากที่บรรจุอาหารใสถุงเรียบร้อยแล้ว จำเป็นต้องไล่อากาศออกจากถ้วย เนื่องจากถ้ามีอากาศอยู่ในถ้วยจำนวนมาก การกระจายความร้อนจะไมดี การฆ่าเชื้อจะไมสมบูรณและยังมีผลทำให้รอยปิดผนึกแตกไดในระหว่างการฆ่าเชื้อ นอกจากนี้ ออกซิเจนที่ค้างอยู่ในถุงยังเป็นสาเหตุของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Oxidation) ของอาหารด้วยการทำให้อาหารเสื่อมสภาพ จึงควรไล่อากาศก่อนโดยบรรจุขณะร้อนหรือบรรจุแบบสุญญากาศ การปิดผนึกเป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดการปนเปื้อนขึ้นได้อีกครั้ง ซึ่งเกิดจากรอยปิดผนึกไมสนิท ถึงแม้ว่าการฆ่าเชื้อจะสมบูรณก็ตาม ซึ่งการปิดผนึกจะนิยมใช้แผ่นร้อนเพื่อให้ปากถ้วยกับฟิล์มปิดผนึกเชื่อมติดกัน (วาณี ชนเห็นชอบ, 2554)

2.2 เครื่องฆ่าเชื้อภายใต้ความร้อนและแรงดัน หรือรีทอร์ท (Retort)

การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมรับประทานสำเร็จรูปโดยใช้ความร้อนเป็นทางเลือกหนึ่งที่ใช้ในการถนอมอาหาร โดยหลังการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนจะทำให้อาหารสามารถเก็บไว้ได้นานในสภาวะที่เหมาะสม และทำให้อาหารปราศจากเชื้อโรคที่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคและไม่มีจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียซึ่งสามารถเจริญในอาหารภายใต้สภาวะอุณหภูมิปกติของการเก็บรักษา (สถาบันอาหาร, 2562) ทั้งนี้เมนูอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัย จัดเป็นอาหารคาว

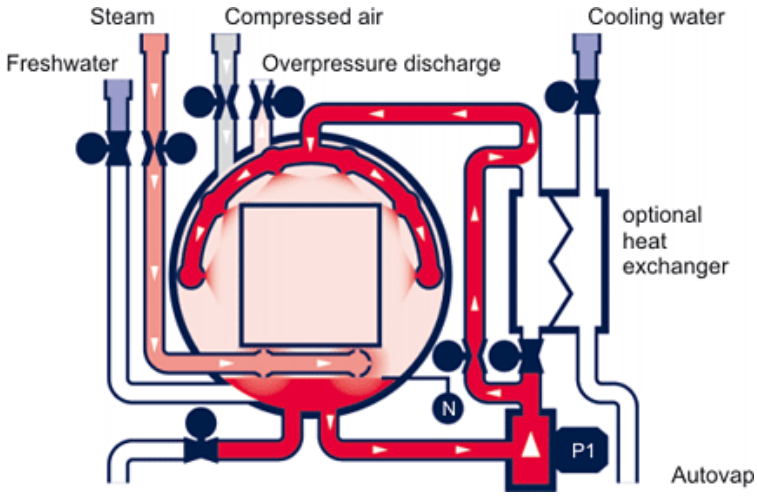
ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ (ค่าความเป็นกรด-ด่าง; pH มากกว่า 4.6 และค่า water activity; a_w มากกว่า 0.85) และเป็นเมนูอาหารที่ไม่สามารถปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างได้ ซึ่งทำการบรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิท โดยจำเป็นต้องให้ความร้อนที่ระดับสเตอริไลซ์ (Sterilization) เพื่อฆ่าเชื้อ หรือเป็นการให้ความร้อนแก่อาหารในระดับที่สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ในอุตสาหกรรมอาหารจะใช้ “กระบวนการการฆ่าเชื้อเชิงการค้า (Commercial sterilization)” เพื่อทำลายเซลล์และสปอร์ของจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษ จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย ดังนั้นอาหารที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อเชิงการค้าแล้วอาจหลงเหลือสปอร์และจุลินทรีย์ที่ไม่ก่อให้เกิดโรคแต่ทนความร้อนสูง (Thermophile) แต่ไม่สามารถเจริญได้ภายใต้สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ (ประภาศรี เทพรักษา, 2547 และ ศศิมน ปรีชา, 2555)

เมื่อผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานผ่านการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการการฆ่าเชื้อเชิงการค้าแล้วจะสามารถจัดเก็บในสภาวะอุณหภูมิปกติได้ แต่อย่างไรก็ตามหากเกิดการฆ่าเชื้อไม่สมบูรณ์อาจทำให้เกิดโรคโบทูลิซึ่ม (Botulism) ที่ส่งผลอย่างมากต่ออาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิทที่ผลิตในครัวเรือนและผลิตทางการค้า เนื่องจากเมื่อเซลล์แบคทีเรียคลอสตริเดียม โบทูลินัม (*Clostridium botulinum*) เจริญจะผลิตสารพิษที่ทำให้เกิดโรคโบทูลินั่ม ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เสียชีวิตได้ (สถาบันอาหาร, 2562) ดังนั้นในการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อเชิงการค้าที่สมบูรณ์และมีการรับรองกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยผู้กำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

สำหรับเมนูอาหารที่ทำการวิจัยและพัฒนาต้องได้รับการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด (Scheduled process) โดยให้ค่า F_0 (Sterilizing value) ไม่ต่ำกว่า 3 นาที ซึ่งเพียงพอในการทำลายสปอร์ของเชื้อคลอสทริเดียม โบทูลินั่ม (*Clostridium botulinum*) โดยอุณหภูมิและเวลาที่กำหนดจะต้องมีการศึกษาทดสอบการกระจายความร้อนหรืออุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อ (Heat distribution) และอัตราการแทรกผ่านความร้อน (Heat penetration) ณ สถานที่ผลิตแห่งนั้น ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ หรือเงื่อนไขที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355, 2556) นอกจากนี้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 420) พ.ศ. 2563 ในข้อกำหนดเฉพาะ 3 สำหรับการผลิตอาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำที่ผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยทำให้ปลอดเชื้อในเชิงการค้า กรณีฆ่าเชื้ออาหารหลังการบรรจุ ต้องมีรายงานผลการศึกษาที่ดำเนินการโดยผู้กำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Process Authority; PA) ซึ่งผลการศึกษาการกระจายอุณหภูมิ ในเครื่องฆ่าเชื้อ (Temperature distribution study) และผลการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนในผลิตภัณฑ์อาหาร (Heat penetration study) ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยการกำหนดเป้าหมายของกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ ต้องศึกษาภายใต้ปัจจัยเกี่ยวกับสปอร์ของจุลินทรีย์ที่เป็นเป้าหมาย ได้แก่ เชื้อคลอสทริเดียม โบทูลินั่ม และในทุกกรรมวิธีการผลิต ผู้ผลิตต้องจัดทำกรรมวิธีการผลิตที่กำหนด (Scheduled process) ภายใต้ปัจจัยวิกฤตที่ต้องควบคุม บนพื้นฐานปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดและขนาดของภาชนะบรรจุ ส่วนประกอบหรือสูตรของอาหาร เป็นต้น ซึ่งปัจจัยวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการฆ่าเชื้อต้องมีระดับความปลอดภัยที่เท่ากันหรือเข้มงวดกว่าที่กำหนดในรายงานผลการศึกษาของผู้กำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

2.2.1 เครื่องฆ่าเชื้อภายใต้ความร้อนและแรงดันแบบใช้การพ่นน้ำร้อน (Water Spray Retort)

ในการศึกษานี้จะเป็นการพัฒนาสูตรอาหารโดยใช้เครื่องฆ่าเชื้อแบบใช้การพ่นน้ำร้อน (Water Spray Retort) ซึ่งเป็นเครื่องฆ่าเชื้อแบบใช้การพ่นน้ำร้อนที่ถูกออกแบบเพื่อให้สามารถฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์บรรจุอาหารได้ทุกชนิด เช่น อะลูมิเนียมเพ้าท์ ขวดแก้ว ขวดพลาสติก และถ้วยพลาสติก เป็นต้น เครื่องฆ่าเชื้อแบบใช้การพ่นน้ำร้อนถูกออกแบบมาเพื่อเป็นการประหยัดน้ำ และมีข้อดี คือ สามารถลดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน (Thermal Shock) โดยมีหลักการทำงาน คือ น้ำร้อนจะถูกปั๊มจากด้านล่างเครื่องเข้าสู่หัวพ่นน้ำทั้งด้านบนและด้านข้าง โดยที่ไอน้ำจะถูกพ่นเข้าผสมกับละอองน้ำร้อนจากท่อกระจายไอน้ำด้านล่างโดยตรง พร้อมกับใช้อากาศอัดเพื่อให้เกิดความดันส่วนเพิ่มในตัวเครื่องฆ่าเชื้อ เพื่อเป็นการรักษารูปทรงและความสมบูรณ์ของผนึกบรรจุภัณฑ์ไม่ให้เกิดการฉีกขาดขณะฆ่าเชื้อ เมื่อขั้นตอนการฆ่าเชื้อแล้วเสร็จน้ำร้อนจะถูกทำให้เย็นเพื่อลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะการควบคุมความดันจนกระทั่งถึงจุดที่ภาชนะบรรจุสามารถทนต่อความกดดันของบรรยากาศในสภาวะนั้น ๆ ได้โดยไม่เสียรูปทรงเดิม



รูปที่ 2.2 หลักการทำงานของเครื่องฆ่าเชื้อภายใต้แรงดันแบบใช้การพ่นน้ำร้อน

2.2.2 ทฤษฎีการแทรกผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อ

การใช้เครื่องฆ่าเชื้อแบบใช้การพ่นน้ำร้อน (Water Spray Retort) ต้องคำนึงถึงการคำนวณเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่มีลักษณะเกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์อยู่ 3 ค่า คือ ค่า D Z และ F ซึ่งตัวแปรเหล่านี้บอกให้ทราบถึงความทนทานต่อความร้อนของแบคทีเรียและประสิทธิภาพของความร้อนที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์เป้าหมาย ดังนี้

- ค่า D (decimal reduction time หรือ death rate constant)

ความสามารถในการทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์ ถูกกำหนดให้แสดงอยู่ในรูปของค่า “D” (D value) ซึ่งหมายถึงระยะเวลาเป็นนาทีที่ใช้ในการทำลายสปอร์ของจุลินทรีย์ลง 90 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนสปอร์ที่มีอยู่ โดยที่อุณหภูมิหนึ่งๆ จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีค่า D แตกต่างกัน ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อค่า D ได้แก่ ชนิดของสปอร์และชนิดของอาหารที่สปอร์แขวนลอยอยู่ เป็นต้น

- ค่า Z (Z value)

ถ้าหาค่า D ของสปอร์ตัวเดียวกันที่หลายอุณหภูมิ แล้วแสดงข้อมูลที่ได้ในรูปของกราฟระหว่าง log ของค่า D กันอุณหภูมิที่ใช้ในการหาค่า D แต่ละค่า เราจะได้ Thermal death time curve (TDT) ค่า Z คือ จำนวน °F หรือ °C ที่ต้องการเพื่อเปลี่ยน TDT ไป 1 Cycle หรืออุณหภูมิที่ทำให้ค่า D เปลี่ยนไปเป็น 10 เท่า

- ค่า F (Sterilizing Value)

คือ จำนวนนาทีที่อุณหภูมิหนึ่งใช้เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทราบจำนวนในอาหารภายใต้สภาวะที่กำหนด ในการกล่าวถึงค่า F นั้นต้องบอกอุณหภูมิอ้างอิงและบอกค่า Z ของจุลินทรีย์ที่เป็นเป้าหมายด้วยเสมอ สัญลักษณ์ที่ใช้แทนคือ $\mathbf{F}_{\mathbf{T}}^{\mathbf{z}}$ ถ้าค่าอุณหภูมิที่ใช้อ้างอิงเป็น 250 °F และจุลินทรีย์นั้นมีค่า Z เท่ากับ 18 °F จะได้ $\mathbf{F}_{\mathbf{250}}^{\mathbf{18}}$ และมักใช้สัญลักษณ์เป็น F_0 ซึ่งคือจำนวนนาทีที่ 250 °F ที่ใช้เพื่อทำลายจุลินทรีย์ดังกล่าวลดลงจำนวนหนึ่ง

กระบวนการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อขึ้นกับข้อมูลการแทรกผ่านความร้อนในอาหาร ซึ่งเมื่อนำมาเชื่อมโยงโดยทางคณิตศาสตร์กับข้อมูลความทนทานต่อความร้อนของจุลินทรีย์ (thermal death time data) จะให้เวลาในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิจำเพาะหนึ่ง ๆ วิธีการที่ใช้มักเรียกว่า “Process calculation methods” วิธีที่นิยมใช้มี 2 วิธี คือ general หรือ graphical methods และ formula method ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีคิดแบบ Formula method

- General หรือ Graphical method

เป็นการหาค่า Lethality ของกระบวนการฆ่าเชื้อที่สภาวะหนึ่งๆ ทำได้หลายวิธีโดยมีหลักการเดียวกันคือ วัดอุณหภูมิที่จุดร้อนช้าที่สุดของอาหารในกระป๋องที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลาที่ฆ่าเชื้อตลอดช่วงเวลาการให้ความร้อนและช่วงต้นของการทำให้เย็น นั่นคือ จนอุณหภูมิที่จุดร้อนช้าลดลงมาถึง 200 °F (เนื่องจากอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 200 °F จะไม่มีผลในการฆ่าเชื้อ)

- Formula method *ใช้ในงานวิจัยนี้*

Formula method เป็นวิธีใช้หา Process time (B_B) ที่ภาวะอุณหภูมิของ Retort (RT) และอุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารกระป๋อง (IT) การหาระยะเวลาในการฆ่าเชื้อวิธีนี้จะอาศัยการคำนวณโดยข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาพลอตบนกระดาษ semilogarithmic โดยเริ่มต้นตั้งแต่เวลาที่เปิดไอน้ำเป็นต้นไปจนสิ้นสุดการทำให้เย็น เวลาที่อุณหภูมิของ Retort ขึ้นถึงอุณหภูมิที่ต้องการ (come-up time) มีกระบวนการ ดังนี้

1) การศึกษาการทดสอบการกระจายอุณหภูมิในเครื่องฆ่าเชื้อ (Temperature Distribution; TD) หมายถึง การศึกษาการกระจายความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อ เพื่อดำเนินการหาประสิทธิภาพของเครื่องฆ่าเชื้อ และความสัมพันธ์ของการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ต่อการกระจายความร้อนภายในเครื่องฆ่าเชื้อซึ่งต้องใช้วิธีการและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสม เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องฆ่าเชื้อสามารถฆ่าเชื้อได้ตามกรรมวิธีที่กำหนด (Scheduled Process) (สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ, 2547)

2) การศึกษาการแทรกผ่านความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อ (Heat Penetration; HP) หมายถึง การศึกษาการแทรกผ่านความร้อนจากภายนอกเข้าไปสู่จุดร้อนช้าที่สุดของผลิตภัณฑ์อาหารขณะทำการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อ ซึ่งต้องทำการศึกษาในทุกสูตรของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่มีสูตรแตกต่างกันจะมีการแทรกผ่านความร้อนไปยังจุดที่ร้อนช้าที่สุดในผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ทำให้ได้อุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อของผลิตภัณฑ์แต่ละสูตรการผลิตแตกต่างกัน เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อตามอุณหภูมิและเวลาที่กำหนดอยู่ในสภาวะปลอดเชื้อแบบเชิงการค้า ยกเว้นกรณีเลือกศึกษาในสูตรที่ใช้อุณหภูมิและเวลามากที่สุด (Worst Case Scenario) ก็สามารถใช้ผลการศึกษานี้เป็นตัวแทนสูตรอื่น ๆ ได้ ก่อนเริ่มกระบวนการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน ควรตรวจสอบอุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อและการกระจายอุณหภูมิตามแนวทางการศึกษาการกระจายอุณหภูมิให้เสร็จสมบูรณ์ก่อน (สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ, 2547)

การศึกษา Heat Penetration จะได้มาซึ่ง Heat Penetration Curve ซึ่งได้จากจะเป็นการพล็อตข้อมูลบนกระดาษ 3-Cycle semilogarithmic โดยพล็อตข้อมูลอุณหภูมิบนสเกล logarithmic และเวลาบนสเกลปกติ หลักการของวิธีคือการหา Heating Curve จากสมการการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ คือ

$$\text{Log (RT-CT)} = -t / f_h + \log (j\,(RT - IT))$$

เมื่อ CT คือ อุณหภูมิภายในกระป๋องที่จุดร้อนช้าที่สุด (°F)
RT คือ อุณหภูมิของหม้อฆ่าเชื้อ (°F)
IT คือ อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารกระป๋อง (°F)

เมื่อพลอตระหว่าง log(RT-CT) กับเวลา จะได้กราฟเส้นตรงที่มี slope เท่ากับ $-t / f_h$ ซึ่งก็คือเวลาที่ Heating Curve เปลี่ยนไป 1 log cycle หรือ 90%

สำหรับการพลอตกราฟ เราสามารถพลอตค่า CT โดยตรงได้ โดยกลับหัวท้ายของกระดาษกราฟ 180 องศา และให้กำหนดค่าบนบรรทัดบนสุดของ cycle บนสุดด้วยค่า (RT - 1) และบรรทัดแรกสุดของ cycle ถัดลงมาเป็น (RT - 10) และ (RT - 100) ตามลำดับ แล้วพลอตอุณหภูมิบนสเกล logarithmic นี้ ส่วนเวลาจะเริ่มจากซ้ายไปขวาคือตั้งแต่เริ่มทำการเปิดไอน้ำจนกระทั่งสิ้นสุดการให้ความร้อน ลากเส้นตรงผ่านข้อมูลที่มีอุณหภูมิ

ตั้งแต่ 212 °F เป็นต้นไป ซึ่งจะพบว่าในช่วงแรกอุณหภูมิจะเพิ่มอย่างช้าๆ ช่วงนี้คือ “lag” (j) ที่อาหารที่จุดร้อนช้าที่สุด (Cold Point) มีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ lag นี้จะมากหรือน้อยขึ้นกับลักษณะการถ่ายโอนความร้อน ถ่ายโอนได้ช้า เช่น ในการนำความร้อน เราจะพบว่าส่วนโค้งนี้จะกว้างและกางออก ถ้าอาหารสามารถถ่ายโอนความร้อนได้เร็วแบบการพาความร้อน ส่วนที่เป็นเส้นโค้งจะสั้น Heating Curve ที่มีส่วนที่เป็นเส้นตรงเส้นเดียวนี้เรียกว่า “simple heating curve”

ในบางกรณีจะพบว่าอาหารนั้นมี Heating curve ส่วนที่เป็นเส้นตรงมากกว่า 1 เส้น ซึ่งจะเรียกว่า “broken heating curve” ตัวอย่างอาหารแบบนี้ เช่นอาหารที่มีลักษณะการถ่ายโอนความร้อนแบบผสม (complex heating)

คำจำกัดความของพารามิเตอร์ต่างๆ

- ค่า f_h และ f_c หมายถึง เวลาที่ต้องการสำหรับส่วนของกราฟที่เป็นเส้นตรงของ Heating Curve และ Cooling curve เปลี่ยนไป 1 log cycle หรือ 90% โดยค่า f_h และ f_c นี้จะบอกถึงความเร็วในการเพิ่มหรือลดของอุณหภูมิที่จุด cool point ตัวอย่างเช่น กระป๋อง 2 กระป๋องซึ่งมีขนาดต่างกัน ภายในบรรจุวัสดุชนิดเดียวกัน ค่า f_h ของกระป๋องขนาดเล็กจะมีค่าน้อยกว่าค่า f_h ของกระป๋องขนาดใหญ่ หมายถึง การถ่ายเทความร้อนไปยังจุด cold point ของกระป๋องขนาดเล็กจะดีกว่ากระป๋องขนาดใหญ่ ในกรณีที่ไม่ได้สร้าง Cooling curve อาจประมาณค่า $f_c = f_h$

- ค่า I‘T’ หมายถึง pseudo – initial temperature ซึ่งหมายถึงจุดตัดของส่วนที่เป็นเส้นตรงกับแกนอุณหภูมิที่เวลา corrected zero

- IT คือ อุณหภูมิเริ่มต้นของกระป๋อง

- ค่า j_h และ j_c คือ lag factor สำหรับ Heating curve และ Cooling curve เป็น lag time ก่อนที่ผลต่างของ (RT - CT) จะเป็นเส้นตรงคำนวณจาก

$$j = (RT - I‘T’)/(RT - IT)$$

j = 1 จะมีลักษณะการถ่ายโอนความร้อนเป็นแบบการพาความร้อน (pure convection)

j = 2 จะมีลักษณะการถ่ายโอนความร้อนเป็นแบบการนำความร้อน (pure conduction)

j มีค่าอยู่ระหว่าง 1-2 จะมีลักษณะการถ่ายโอนความร้อนเป็นแบบผสมระหว่างการพาความร้อนและการนำความร้อน โดยค่า j_h และ j_c จะบอกถึงลักษะการถ่ายโอนความร้อน

- CZ (corrected zero) คือ เวลาที่เริ่มต้นที่แก้ไขแล้ว จะคิดจาก 60% ของ come-up time

- Thermal diffusivity คือ สัมประสิทธิ์การแพร่ความร้อน (α) มีหน่วยเป็น (m^2/s) ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$$\alpha_h = 0.398/ ((1/R^2) + (0.427/H^2))f_h$$

$$\alpha_c = 0.398/ ((1/R^2) + (0.427/H^2))f_c$$

เมื่อ α_h คือ สัมประสิทธิ์การแพร่ความร้อนในช่วงของการให้ความร้อน (m^2/s)

α_c คือ สัมประสิทธิ์การแพร่ความร้อนในช่วงของการ Cooling (m^2/s)

R คือ รัศมีของบรรจุภัณฑ์ (m)

H คือ ความสูงบรรจุภัณฑ์ (m)

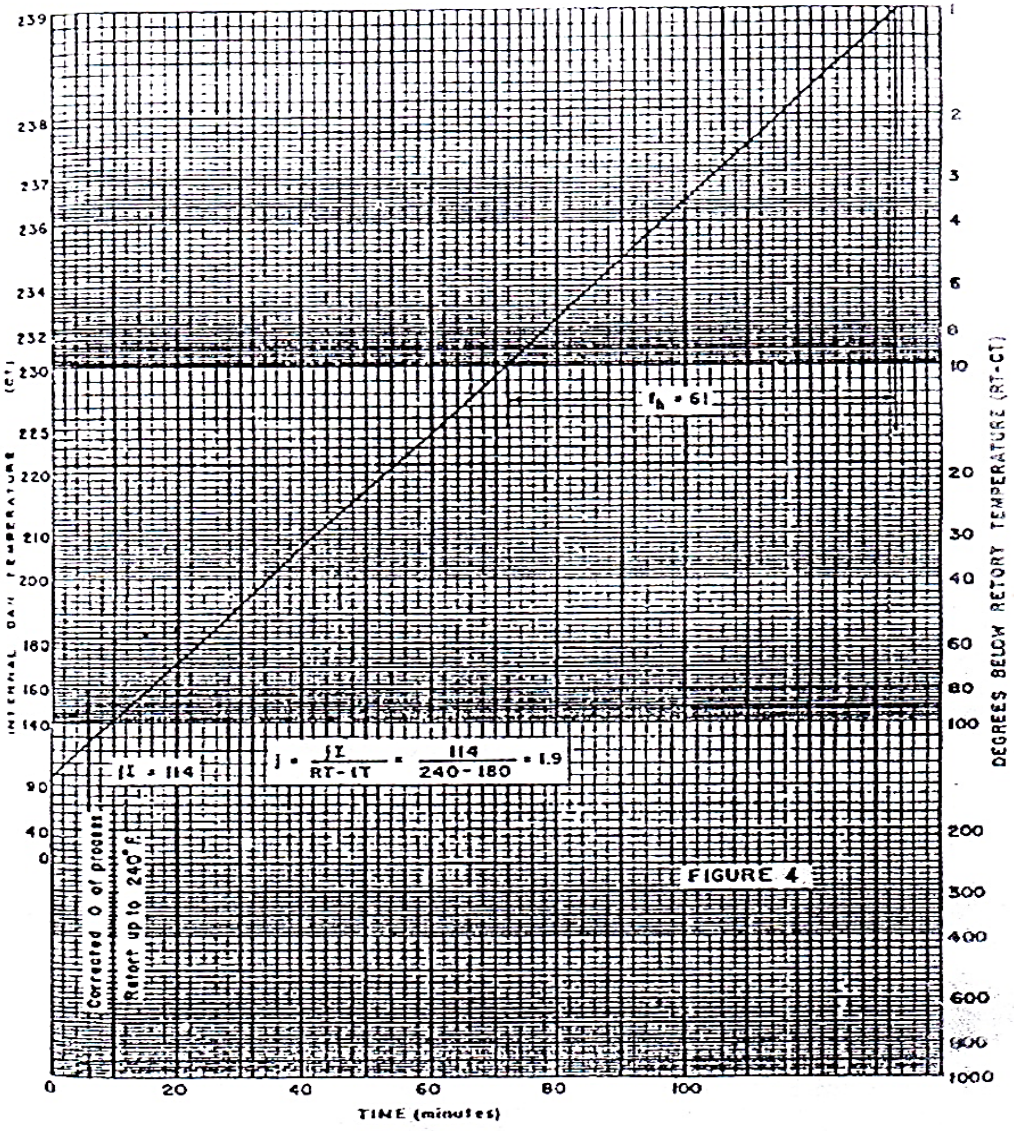
<u>ตัวอย่าง</u> ในการทดลองเก็บข้อมูลทาง Heat penetration ของอาหารในกระป๋องขนาด 303 x 406 mm. อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารเท่ากับ 180 °F อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อเท่ากับ 240 °F CUT เท่ากับ 10 นาที

CZ = 0.6 X 10 = 6 นาที

จากรูปที่ 2.3 อ่านค่า CZ = 6 นาที ได้ I'T' = 126

j = (RT- I'T')/(RT-IT) = 114/(240-180) = 1.9

f_h = 61



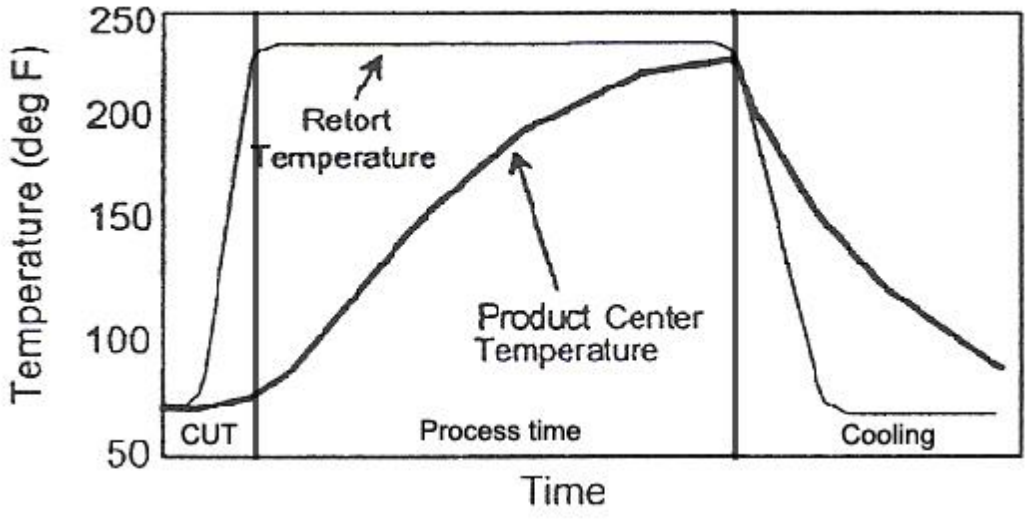
รูปที่ 2.3 แสดงการอ่านค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในกราฟ Semilog scale

ที่มา: สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ (2547)

การคำนวณค่า F_0 ต้องใช้ข้อมูลของอุณหภูมิและเวลาที่ได้จากการถ่ายเทความร้อนที่จุดร้อนช้าที่สุด ขั้นตอนการดำเนินการและปัจจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้ คือ

1) การติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิขณะฆ่าเชื้อ โดยนำชิ้นอาหารมาเสียบกับเทอร์โมคับเบิล ที่มีสายต่อเข้ากับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วัดอุณหภูมิภายในภาชนะบรรจุให้ตรงกับจุดร้อนช้าที่สุด ถ้าในภาชนะบรรจุที่เป็นถ้วยที่วางในแนวนอน จุดร้อนช้าที่สุดเป็นบริเวณกึ่งกลางความหนาของถ้วย

2) การเปลี่ยนแปลงขณะฆ่าเชื้อ ในสภาวะการฆ่าเชื้อในเครื่องฆ่าเชื้อประกอบไปด้วย ช่วงของการเพิ่มอุณหภูมิในเครื่องฆ่าเชื้อ (Come Up Time, CUT) ช่วงการให้ความร้อน (Process Time) และช่วงของการทำให้อาหารเย็น (Cooling) ซึ่งผลของการติดตามอุณหภูมิในผลิตภัณฑ์และเครื่องฆ่าเชื้อ แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์และเครื่องฆ่าเชื้อ

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (2557)

- ช่วงเวลาจากเริ่มให้ความร้อนแก่น้ำร้อนจนถึงเวลาที่อุณหภูมิในเครื่องฆ่าเชื้อสูงถึงอุณหภูมิที่กำหนดเรียกว่า come up time การควบคุมแรงดัน เพื่อไม่ให้น้ำร้อนเปลี่ยนแปลงไปเป็นไอน้ำเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการควบคุมการทำงานในหม้อฆ่าเชื้อชนิด water spray ความดันที่ใช้ควบคุมแรงดัน จะมาจากแรงดันลมจากภายนอก

- ช่วงการให้ความร้อน เป็นช่วงของการควบคุมอุณหภูมิ และเวลาให้เป็นไปตามที่กำหนด โดยการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบหลอดแก้ว (M.I.G. thermometer) ตลอดการฆ่าเชื้อ เวลาฆ่าเชื้อที่เหมาะสมได้จากการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน (Heat Penetration Test) และการคำนวณค่า F_0

- การทำให้อาหารเย็น หลังจากปิดน้ำร้อนเข้าเครื่องฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ภายหลังการฆ่าเชื้อควรถูกทำให้เย็นลงทันที เพื่อให้เกิด microbial shock ทำให้สปอร์ของจุลินทรีย์เสื่อมความสามารถในการเจริญ และรักษาคุณภาพของอาหารไม่ให้อาหารสุกเกินไประหว่างนี้ความดันในถุงอาหารจะสูงกว่าภายนอก จึงยังต้องใช้แรงดันลมจากภายนอกเพื่อควบคุมไม่ให้ถุงอาหารพองจนแตกได้

2.3 ผลของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท

คุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารโดยส่วนใหญ่จะลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะยกเว้นผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิดที่ต้องการระยะเวลาการเก็บรักษา หรือการบ่มที่เหมาะสมเพื่อให้ส่วนประกอบต่าง ๆ ในอาหารเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งอายุของผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะนับตั้งแต่เวลาผลิตจนถึงเวลาที่คุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารไม่เป็นที่ยอมรับ (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2550) ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุลงนั้น สามารถจำแนกการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ได้ ดังนี้

2.3.1 การเสื่อมเสียจากบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิท

โดยปกติแล้วการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ที่มีการบรรจุแบบปิดสนิทนั้นจะเป็นการควบคุมการเกิดจุลินทรีย์ที่เน่าเสีย และการออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งโดยปกติบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิทจะสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติได้ระยะเวลาขั้นต่ำ 12 เดือน (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2557) แต่ทั้งนี้ก็ยังคงเกิดการเสื่อมเสียได้จากกระบวนการผลิต หรือขั้นตอนการผลิตที่อาจจะไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งสามารถพบการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ 2 ทางด้วยกัน คือ ทางเคมีและจุลินทรีย์ (ผุสดี ตังวัชรินทร์, 2558)

2.3.1.1 การเสื่อมเสียทางเคมี การเสื่อมเสียชนิดนี้มักจะเกิดขึ้นกับภาชนะบรรจุผุกร่อน หรือเกิดจากปฏิกิริยาเคมีของอาหารกับภาชนะบรรจุ การเสื่อมเสียมักเกิดจากการบวมจากก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดขึ้น เรียกการเสื่อมเสียแบบนี้ว่า Hydrogen swell ซึ่งการเสื่อมเสียจะเกิดที่บรรจุภัณฑ์เพียงแค่รูเข็ม หรือรอยแยกของภาชนะบรรจุซึ่งทำ ให้เกิดรอยรั่วอาหารเสื่อมเสียเช่นเดียวกับการเสื่อมเสียหลังการผลิต

Shah *et al.* (2017) ได้ประเมินอายุการเก็บรักษาของ Rogan josh (อาหารพื้นเมืองของชาวอินเดีย) ที่บรรจุลงในรีทอร์ทเพาช์ ผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่ 121 องศาเซลเซียส โดยมีค่า F_0 เท่ากับ 11 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่า มีค่าความเป็นกรด - ด่างของผลิตภัณฑ์มีค่ามากขึ้น รวมทั้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดไขมันอิสระ และสารปฏิกิริยาไทโอบาร์บิทูริกที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ด้านความปลอดภัยทางจุลินทรีย์และลักษณะทางประสาทสัมผัสสามารถยอมรับได้ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา

2.3.1.2 การเสื่อมเสียโดยจุลินทรีย์ การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์โดยจุลินทรีย์มีปัจจัยในการเสื่อมเสียหลายอย่าง โดยสามารถสังเกตลักษณะภายในบรรจุภัณฑ์ได้ คือการบวมของภาชนะบรรจุ ไม่ว่าบวมด้านใดด้านหนึ่ง หรือทั้งสองด้าน ซึ่งจะเป็นตัวชี้ว่าอาหารข้างในนั้นเสื่อมเสีย การบวมโดยส่วนใหญ่มักเกิดจากการสร้างแก๊ส เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ ยกเว้นกลุ่มที่สร้างสปอร์จะผลิตกรด และเกิดความเปรี้ยวจากกรด ซึ่งเรียกว่า Flat sour spore forming bacteria จุลินทรีย์กลุ่มนี้มักจะทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมเสีย แต่ไม่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งสาเหตุของการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ในอาหารที่ผ่านความร้อนมีโอกาสเกิดขึ้นจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง ดังนี้

(1) Incipient spoilage เกิดจากการเจริญของแบคทีเรีย ยีสต์ รา ก่อนการฆ่าเชื้อ

(2) Post – process contamination เกิดจากการเจริญของจุลินทรีย์ที่เข้าไปในผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อแล้ว

(3) Under – processing เกิดจากการเจริญของแบคทีเรียที่เหลือรอดจากการให้ความร้อนในระหว่างกระบวนการฆ่าเชื้อที่ไม่เพียงพอ

(4) Thermophilic spoilage เกิดจากการเจริญของแบคทีเรียทนความร้อนที่เหลือรอดจากกระบวนการฆ่าเชื้อ สามารถเจริญและทำ ให้อาหารเสื่อมเสียได้หำกเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิการเก็บรักษาแบบปกติ

(5) Acid – tolerant spore – formers spoilage การเสื่อมเสียจากแบคทีเรียสร้างสปอร์กลุ่มทนกรด (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2557)

Rajkumar (2008) ทำการศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์แบบอ่อนตัวของ Chettinad (อาหารพื้นเมืองประเทศอินเดีย) จากเนื้อแพะ โดยทำการให้ความร้อนแบบสเตอริไลซ์ระดับฆ่าเชื้อเชิงการค้า และทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง (32±2 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 10 เดือน ผลคือ ไม่พบจุลินทรีย์ *Staphylococcus, Clostridium, Coliform,* ยีสต์และรา เนื่องจากการให้ความร้อนทำให้เชื้อไม่พึงประสงค์ตายลงและทำให้เก็บผลิตภัณฑ์ได้นาน นอกจากนี้การเก็บรักษายังคงมีผลต่อค่าของสี คือ ค่าความสว่าง และค่าความเป็นสีแดง พบว่า หลังจากการเก็บรักษานาน 4 เดือน ค่าความเป็นสีแดงจะลดลงและจะเพิ่มขึ้นจนถึงเดือนที่ 6 จะลดลงอีกครั้ง ด้านเนื้อสัมผัสพบว่าค่าความแข็ง ค่าความเหนียว ค่าความยืดหยุ่นและค่าการเคี้ยว จะมีการลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งค่ากรดไขมันอิสระหลังจากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มีการเพิ่มมากขึ้นของกรดไขมันไม่อิ่มตัว

2.3.2 ข้อกำหนดด้านจุลินทรีย์ของอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรดต่ำ คือ มีค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 4.6 และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้มากกว่า 0.85 จะต้องไม่มีจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิปกติ ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรดสูง คือ มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ กว่า 4.6 ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะตรวจพบแบคทีเรียที่เจริญโตได้ไม่เกิน 1,000 โคโลนี ต่ออาหาร 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส หรือ 55 องศาเซลเซียส และจะต้องตรวจพบยีสต์และราไม่เกิน 100 โคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม และตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม หรือตรวจแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 ต่ออาหาร 1 กรัม ในกรณีที่ตรวจด้วยวิธี MPN (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2557)

2.3.3 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารในภาชนะในบรรจุปิดสนิท

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในสภาวะปกติ โดยการเก็บผลิตภัณฑ์ที่ต้องการจะทดสอบไว้ที่สภาวะควบคุมปกติ ซึ่งจะต้องทำการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบคุณภาพเป็นระยะ จนกระทั่งผลิตภัณฑ์นั้นเสื่อมเสียคุณภาพจนไม่เป็นที่ยอมรับได้ ซึ่งมีการกำหนดให้ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นการเก็บรักษาจนถึงเวลาที่คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับ เป็นอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์นั้น (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2550)

Rajkumar (2008) ได้ทำ การพัฒนาผลิตภัณฑ์แกงเนื้อแพะ Chettinad โดยประยุกต์ใช้กระบวนการผลิตแบบ Retort pouch ได้ประเมินคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ จุลินทรีย์ ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (32±2 องศาเซลเซียส) พบว่า การประยุกต์ใช้อุณหภูมิสูง (Retort) มีค่า F_0 เท่ากับ 12.10 นาที

สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ 10 เดือน โดยไม่มีการเสื่อมเสียใดๆ ที่ส่งผลต่อคุณค่าโภชนาการและคุณภาพทางประสาทสัมผัสซึ่งผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่คล้ายกันสามารถนำมาแปรรูปโดยใช้เทคนิคข้างต้นได้

Bindu *et al.* (2004) ศึกษาการเก็บรักษาหอยแมลงภู่พร้อมรับประทานในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาช์ โดยกำหนดให้มีค่า F_0 เท่ากับ 9 นาที โดยใช้ความร้อนที่ 121 องศาเซลเซียส เท่ากับเวลา 10 นาที และทำการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน และทำการเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่าในช่วงระยะเวลา 6 เดือนแรก รสชาติยังคงเหมือนเดิมหลังจากนั้นรสชาติจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง แต่รสชาติหวานจะเปลี่ยนแปลงไปในช่วงระยะเวลาหลังจากการเก็บ 6 เดือน และการยอมรับโดยรวมจะเปลี่ยนแปลงไปหลังระยะเวลาการเก็บรักษาผ่านไป 6 เดือน

Delaquis *et al.* (1985) ศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์แฮมพาสเจอร์ไรส์ และแฮมสเตอริไลซ์ระหว่างการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แบบอ่อนตัว ซึ่งแฮมพาสเจอร์ไรซ์ได้รับความร้อนที่ 76 องศาเซลเซียส จนมีอุณหภูมิใจกลางที่ 71 องศาเซลเซียส จากนั้นทำให้เย็นและเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จากนั้นนำแฮมส่วนหนึ่งที่ได้จากการพาสเจอร์ไรซ์หลังแช่ในห้องเย็นแล้วนำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปเก็บที่สภาวะเย็นและปกติ ทำการตรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์ พบว่า แฮมสเตอริไรซ์มีอายุการเก็บรักษานานกว่าแฮมพาสเจอร์ไรซ์ โดยตรวจจากผลการทดลองที่เติมเชื้อ *C. sporogenes* ลงไปในผลิตภัณฑ์ แต่อย่างไรก็ตาม จากกระบวนการดังกล่าวการฆ่าเชื้อสเตอริไรซ์ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 10 นาที เก็บรักษาในสภาวะปกติ (30±1องศาเซลเซียส) ไม่เพียงพอต่อการทำลายเชื้อ *C. sporogenes* โดยพบว่าแฮมสเตอริไรซ์มีการบวมของภาชนะเกิดขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผ่านไป 30 วัน

Maheswara *et al.* (2011) ศึกษาการให้ความร้อนระดับฆ่าเชื้อเชิงการค้าแก่แกงปลาทูน่ากระป๋องสองชนิดที่แตกต่างกัน โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 70 นาที มีค่า F_0 ของกระป๋องสองชนิดที่แตกต่างกัน คือ กระป๋องที่ปราศจากโลหะ เท่ากับ 10.23 นาที และกระป๋องลักษณะบางเท่ากับ 10.13 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 5 เดือน และได้ตรวจวิเคราะห์ค่าทางชีวเคมี และค่าการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสพบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามีค่า total volatile base nitrogen และ trimethylamine nitrogen เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเนื่องจากอาจจะเกิดจากการแตกตัวของโปรตีน กรดอะมิโนหรือพันธะไนโตรเจนอื่น ๆ เช่น trimethylamine oxide, nucleic acids และ amines อีกทั้งตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามีค่าการออกซิเดชันของไขมันลดลง และมีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงอีกด้วย ทางด้านการยอมรับได้ทางประสาทสัมผัสพบว่ามีระดับคะแนนความชอบในด้าน สี กลิ่นผิดปกติ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ที่ 7 – 8 ใน 9 ระดับคะแนนความชอบ

2.4 การกำหนดอายุผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม

อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน จำเป็นต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ไม่น้อยกว่า 6 เดือน โดยศึกษาจากข้อมูลทางวิชาการ หรือการทบทวนวรรณกรรมทั้งใน และ/หรือต่างประเทศ ดังนี้

ชัยวุฒิ (2563) ได้ทำการศึกษาการแปรรูปเนื้อโคขุนคัดทิ้งตุ๋นยาจีนในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ โดยศึกษาระดับการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนตุ๋นยาจีนที่ค่าระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ (F_0) เท่ากับ 8 10 และ 12 นาที พบว่า ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อดังกล่าวสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนตุ๋นยาจีนปลอดเชื้อ โดยระยะเวลาในการฆ่าเชื้อเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความสว่าง ค่าองศาของสี ค่าความแข็ง ค่าความเหนียวคล้ายยาง และค่าความเคี้ยวได้ลดลง ($P<0.05$) แต่ค่าความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อเชิงการค้า 10 นาที ได้รับคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบมากที่สุด ($P<0.05$) โดยเฉพาะค่ากลิ่นเครื่องเทศ รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุด จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่สภาวะการเก็บรักษาปกติ พบว่าตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เสื่อมเสียและจุลินทรีย์ที่ทำให้ก่อโรค แต่อย่างไรก็ตาม คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ มีค่าความเป็นกรด - ด่าง ค่าความสว่าง ค่าความแข็ง และค่าแรงเฉือน มีแนวโน้มลดลง ตลอดอายุการเก็บรักษา 12 เดือน ($P<0.05$) ในขณะที่ค่าการเกาะรวมตัว ค่าการออกซิเดชันของไขมัน และค่าการย่อยสลายของโปรตีนเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา ($P<0.05$) นอกจากนี้คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ตลอดการเก็บรักษา 12 เดือน ไม่มีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ก่อนการเก็บรักษา ยกเว้นผลิตภัณฑ์มีกลิ่นเครื่องเทศลดลงเล็กน้อย ดังนั้น ผลิตภัณฑ์นี้จึงมีอายุการเก็บรักษาที่สภาวะปกติได้ไม่น้อยกว่า 1 ปี

กนกกานต์ และคณะ (2561) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำแกง น้ำซุปและน้ำซอสสำเร็จรูปตำรับอาหารไทยสี่ภาคโดยทำการบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ (Retort pouch) และทำการฆ่าเชื้อในเชิงพาณิชย์ ซึ่งอายุการเก็บรักษา 12 – 18 เดือน โดยคงคุณภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ปรุงสุกใหม่ บรรจุภัณฑ์มีความแข็งแรง สะดวกในการขนส่ง

Plodklaew และ Wattanachant (2019) ได้ทำการศึกษาสภาวะการผลิตที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารบรรจุในภาชนะแบบถาดพลาสติกที่ปิดสนิทโดยใช้วิธีฆ่าเชื้อแบบน้ำร้อนสเปรย์ โดยจากการศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมรับประทานที่มีความปลอดภัยสูง ซึ่งเป็นเมนูอาหารข้าวและไก่ทอดกระเทียมพริกไทยบรรจุในถาด 2 หลุม พบว่าเมื่อสภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อคือที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียสและความดัน 1.5 บาร์ โดยใช้ระยะเวลา Come-up-time รวม 25 นาที และระยะเวลาฆ่าเชื้อ คือ 45 นาที และ หลังจากการฆ่าเชื้อทางผู้วิจัยได้ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา รวม 12 เดือน

Shah และคณะ (2017) ได้ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร Rogan josh หรือแกงเนื้อของเมือง Kashmir ประเทศอินเดียโดยทำการบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ พบว่า เมื่อทำการฆ่าเชื้อของอาหารที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่ F_0 เป็นเวลา 7 – 11 นาที ผลิตภัณฑ์อาหาร Rogan josh

มีอายุการเก็บรักษาได้ถึง 12 เดือนที่สภาวะอุณหภูมิปกติ โดยผลการทดสอบของอายุการเก็บรักษาพบว่าค่าวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง, ค่าของแรงเฉือน และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีแนวโน้มที่ลดลง อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บรักษานานขึ้น พบว่า ปริมาณของกรดไขมันอิสระและค่า TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำการฆ่าเชื้อในสภาวะ F_0 มีค่าเท่ากับ 9 ให้ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่สูงที่สุด

Lee และคณะ (2015) ได้ทำการวิจัยการประเมินคุณภาพและประมาณการอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ซอสบรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์แล้วทำการฆ่าเชื้อในเชิงพาณิชย์ โดยมีเมนูซอสดังต่อไปนี้ ซอสโกชูจังไก่ ซอสกิมจิ ซอสแฮมเนื้อ และซอสซัลซ่าเนื้อ จากนั้นทำการประมาณการอายุการเก็บรักษาแบบสภาวะเร่งทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์ โดยทำการคำนวณจากสมการถดถอยที่ได้จากผลของค่า TBA value จากการคำนวณ พบว่าซอสโกชูจังไก่และซอสกิมจิมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 37 เดือน ส่วนซอสแฮมเนื้อมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 38 เดือน และซอสซัลซ่าเนื้อมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 41 เดือน

2.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory Testing)

ไพโรจน์ วิริยจารี (2545) ได้อธิบายไว้เกี่ยวกับความสำคัญในการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส (Sensory Testing) ไว้ว่า ผู้บริโภคสามารถเลือกผลิตภัณฑ์บนพื้นฐานของความรู้สึกอย่างมีเหตุมีผลเบื้องต้นต่อการยอมรับบนพื้นฐานของความคิดเห็นทั่วไปที่สอดคล้องกับการใช้งาน โดยความคิดในการเลือกนั้นจะตั้งอยู่บนพื้นฐานของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่กำหนด ซึ่งมนุษย์นั้นจะใช้การรับรู้ต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ในหลาย ๆ อย่างเพื่อที่จะตัดสินใจยอมรับผลิตภัณฑ์โดยรวมนั้น โดยทั่วไปการรับรู้ทางด้านผลิตภัณฑ์ของมนุษย์มักพิจารณาในลักษณะดังต่อไปนี้ ลักษณะที่ปรากฏ (Appearance) กลิ่น (Oder) เนื้อสัมผัส (Texture) รสชาติ (Tested) และความชอบโดยรวม (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2545)

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เป็นเครื่องมือในเชิงการวิเคราะห์ความรู้สึกของผู้ทดสอบชิมหรือกลุ่มเป้าหมาย ค่าที่ประเมินด้วยวิธีนี้ขึ้นกับวัตถุประสงค์ ความถูกต้องแม่นยำของผู้ทดสอบ ความสามารถของผู้ทดสอบชิมในการทดสอบแต่ละครั้ง ความมั่นใจในการทดสอบ ความสนใจของผู้ทดสอบชิม ตลอดจนอารมณ์และลักษณะทั่วไปของผู้ทดสอบชิมซึ่งล้วนแต่มีผลต่อการประเมินทางประสาทสัมผัสทั้งสิ้น (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2545) โดยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เป็นเครื่องมือเชิงวิเคราะห์ความรู้สึกของผู้ทดสอบชิมหรือกลุ่มเป้าหมาย ค่าที่ประเมินด้วยวิธีนี้ขึ้นกับวัตถุประสงค์ ความถูกต้องแม่นยาของผู้ทดสอบ ความสามารถของผู้ทดสอบชิม ตลอดจนอารมณ์และลักษณะทั่วไปของผู้ทดสอบชิม โดยทั้งหมดนี้ล้วนแล้วแต่มีผลต่อการประเมินทางประสาทสัมผัสทั้งสิ้น

โดยทั่วไปผู้ทดสอบชิมหรือผู้ประเมินทางด้านประสาทสัมผัส สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ ผู้ทดสอบชิมในระดับห้องปฏิบัติการ (Laboratory Panel) และผู้ทดสอบบริโภค (Consumer Panel) ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้ควรพิจารณาองค์ประกอบหลายๆอย่างรวมทั้งเวลา เงินทุนและความสะดวกต่าง ๆ จึงทำให้เกิดผู้ทำสอบชิมขึ้นอีกหนึ่งประเภทที่เรียกว่าผู้ทดสอบชิมจำลองผู้บริโภค (Consumer-type Panel)

โดยพื้นฐานแล้ว ความแตกต่างหลักระหว่างกลุ่มผู้ทดสอบชิมทั้งสามประเภท คือ จำนวนบุคคลที่ใช้ในระหว่างการประเมินและวิธีของการคัดเลือกและฝึกฝน (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2545)

โดยปกติสังคมจะประกอบด้วยผู้คนที่มีความแตกต่างกันในด้านการดำเนินชีวิตทำให้มีพื้นฐานที่แตกต่างกันรวมทั้งประสบการณ์ที่ไม่เหมือนกันและการรับรู้ต่าง ๆ ก็ยังมีความแตกต่างกันอีกด้วย (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2545) เนื่องจากความแตกต่างดังกล่าว เป็นไปได้ยากที่จะคาดหวังว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคร้อยเปอร์เซ็นต์ ดังนั้น เพื่อประกันความมั่นใจของผู้บริโภค ผู้ผลิตจึงต้องทำการวัดดัชนีบางอย่างที่มีผลต่อการรับรู้ผลิภัณฑ์จากผู้บริโภคโดยทั่วไป เพราะฉะนั้นผู้ผลิตจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบธรรมชาติถึงความต้องการของผู้บริโภค ที่ใช้ผลิตภัณฑ์ทั้งในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต

วิธีการทดสอบทางสัมผัสแบบวิธี 9-point Hedonic Scale

วิธีการทดสอบทางสัมผัสแบบเชิงปริมาณจะใช้เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย คำถามเกี่ยวกับการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์รวมทั้งหมด 6 ด้าน ได้แก่

1) ลักษณะปรากฏ ได้แก่ ความน่าสนใจ รูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ ขนาดของผลิตภัณฑ์

2) สี ได้แก่ ความเข้ม-อ่อน ของผลิตภัณฑ์

3) กลิ่น ได้แก่ กลิ่นหอมของวัตถุดิบ เครื่องแกง เครื่องเทศสมุนไพรที่ใช้ของผลิตภัณฑ์

4) รสชาติ ได้แก่ รสหวาน รสเค็ม รสเปรี้ยว ความเผ็ด ความกลมกล่อมของผลิตภัณฑ์

5) เนื้อสัมผัส ได้แก่ ความนุ่ม เหนียว แข็งกระด้าง ของผลิตภัณฑ์ เมื่อได้สัมผัสขณะเคี้ยว

6) ความชอบโดยรวม ได้แก่ ความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โดยรวม เมื่อพิจารณาหลายปัจจัยประกอบกัน

จากนั้นให้ผู้ทดสอบประเมินคะแนนความชอบ 9 ระดับ แบบวิธี 9-point Hedonic Scale ซึ่งเป็นการทดสอบการยอมรับอย่างแท้จริง โดยแสดงออกมาในรูปปฏิกิริยาของผู้ทดสอบในระดับการชอบหรือไม่ชอบของผลิตภัณฑ์ซึ่งกำหนดให้ภายใต้สภาวะที่กำหนด (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2545) โดยมีระดับความชอบดังนี้

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

ภายหลังจากการเก็บข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) มีประโยชน์ในกรณีที่ต้องการทราบรายละเอียดของข้อกำหนดของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หนึ่ง ๆ หรือเปรียบเทียบระหว่างหลาย ๆ ผลิตภัณฑ์ร่วมกัน ใช้ในงานการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อวิเคราะห์ว่า ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่นี้จะสามารถเข้าใกล้ประชากรกลุ่มเป้าหมายได้อย่างไร หรือใช้ในการประเมินความเหมาะสมของตัวอย่างที่จะนำมาใช้เป็นต้นแบบ (prototype product) เป็นต้น (ประเทือง โชคประเสริฐ, 2553) โดยมีการกำหนดค่าสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ตัวแปรระดับความคิดเห็น ได้แก่ การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ด้าน และความชอบโดยรวม รวม 6 ด้าน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้มาตรวัด

อันตรภาค และเนื่องจากผู้วิจัยได้กำหนดค่าคะแนนในแต่ละระดับ และต้องการทราบค่าเฉลี่ยคะแนนของแต่ละระดับความคิดเห็น สถิติที่ใช้จึงได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean)

เมื่อได้ผลวิเคราะห์ทางสถิติจากผู้ประเมินแล้ว จะได้คะแนนความชอบเฉลี่ยของแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมในแต่ละสูตร ทำให้สามารถเลือกสูตรที่มีความชอบมากที่สุดในแต่ละเมนูได้ พร้อมทั้งได้ความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์นั้นๆ รวมถึงข้อเสนอแนะอื่นๆ อันจะเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ในการปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

ข้อดีของการทดสอบแบบวิธี 9-point Hedonic Scale

การทดสอบแบบ 9-point Hedonic Scale เป็นการทดสอบที่ง่ายและเข้าใจได้ง่ายสุด โดยมีข้อดีดังนี้

1) เป็นวิธีที่ใช้การตรวจสอบอย่างมีประสิทธิภาพในความแตกต่างน้อย ๆ ในระดับของความชอบในอาหารที่คล้ายกัน และใช้ตรวจสอบความแตกต่างได้อย่างหยาบ ๆ แม้ว่าเมื่อเวลาผู้ประเมินและสภาวะการทดสอบมีความแปรปรวน

2) การทดสอบนี้ใช้แบบสอบถามและข้อเสนอแนะที่ง่าย ซึ่งทำให้มีเหตุผลที่รู้จักคิด และทำให้ผลิตภัณฑ์นั้น ๆ สามารถลาดับต่อการประเมินครั้งแรกได้

3) สเกลแบบ Hedonic Scale สามารถแสดงให้เห็นความแตกต่างในกลุ่มของลักษณะความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์และยังสามารถช่วยกำหนดระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์ได้

4) เป็นวิธีที่มีประโยชน์ในการตรวจสอบการยอมรับโดยเฉพาะ อาหารที่ไม่ปกติ หรือไม่ใช่การทดสอบเปรียบเทียบตัวอย่าง

5) การวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลจากการทดสอบแบบ Hedonic Scale มีความง่ายแม้ว่าประชากรตัวอย่างจะมาก

ข้อด้อยของการทดสอบแบบวิธี 9-point Hedonic Scale

แม้ว่าผู้ใช้ส่วนใหญ่อาจจะพบว่าการใช้ Hedonic Scale มีประโยชน์มาก แต่การทดสอบนี้ก็ยังมีข้อด้อยดังนี้

1) โดยเฉพาะประเทศที่ไม่ได้ใช้ภาษาอังกฤษเป็นการสื่อความหมายความจำเป็นในการแปลความหมายของระดับในสเกลเป็นสิ่งที่สำคัญ เช่นคำว่า “Like Very Much” ในภาษาอังกฤษเหมือนกับภาษาไทยที่ว่า “ชอบมาก” จริงหรือไม่

2) ผู้ทดสอบผู้บริโภคถูกคาดเดาได้ในการตอบสนองบนพื้นฐานของการแสดงอย่างฉับพลันในความคิดของเขา ซึ่งเป็นการป้องกันความคิดของผู้บริโภคจากการสะท้อนถึงคุณภาพผลิตภัณฑ์อย่างแท้จริง การแสดงออกของผู้บริโภคจริง ๆ จะอยู่บนพื้นฐานของทัศนคติของผู้บริโภคและความชอบที่คาดเดา คำถามมีอยู่ว่าคำถามมีอยู่ว่าอะไรและอะไรเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคตัดสินใจที่จะสะท้อนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์จำเพาะก่อนทำการตัดสินใจสุดท้าย เนื่องจากผู้บริโภคที่ทำการทดสอบแบบ Hedonic Scale ปกติจะเป็นผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนมาก่อน ดังนั้น จึงสะท้อนความรู้สึกของเขาที่อยู่บนพื้นฐานการแสดงออกแบบกว้าง ๆ ความเป็นไปได้

ในการเกิดความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้นได้ในการตอบสนองของผู้บริโภค จึงต้องใช้จำนวนผู้บริโภคจำนวนมากที่ต้องการในการทดสอบผู้บริโภค

3) การลำดับสเกลแบบ Hedonic Rating Scale ไม่สามารถที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุประสงค์ในการควบคุมคุณภาพ เพราะว่าความแปรปรวนมากที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการประเมิน ดังนั้น ผู้ทดสอบชิมที่เคยผ่านการฝึกฝนที่แสดงถึงงานการควบคุมคุณภาพไม่ควรจะทำการใช้ Hedonic Scale เลย เนื่องจากผู้ทดสอบกลุ่มนี้มีแนวโน้มการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์อย่างลึกซึ้ง ดังนั้นการทดสอบแบบ Hedonic Scale จะถูกโน้มน้าวโดยการฝึกฝนที่เฉพาะของผู้ประเมิน มีผลทำให้การยอมรับหรือความชอบของผู้บริโภคไม่เป็นตัวแทนที่ดีต่อไปในการรับรู้ของผู้บริโภคต่อคุณผลิตภัณฑ์

นอกจากข้อจำกัดข้างต้นแล้วการทดสอบเชิงพรรณนาแบบ Hedonic Scaling พบว่า มีการประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางมากที่สุดในวิธีการประเมินทางประสาทสัมผัส อย่างไรก็ตาม ไม่มีความแน่นอนว่าผู้ใช้การทดสอบนี้จะตะหนักในข้อจำกัดเพียงพอหรือไม่ เพื่อการระวังจริงในการที่ใช้การทดสอบนี้ไม่ถูกในการเป็นเครื่องมือในการประเมินทางประสาทสัมผัส (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2545)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกศริน แก้วมณี และ ดร.วัชรี หาญเมืองใจ (2558) ศึกษางานวิจัยเรื่องการผลิตและการทดสอบประสาทสัมผัสของข้าวหมากจากข้าวเหนียวกล้องและข้าวเหนียวกล้องงอก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตข้าวหมาก และการทดสอบประสาทสัมผัสของข้าวหมากที่ผลิตได้จากข้าวเหนียวกล้องและข้าวเหนียวกล้องงอกจากข้าวสายพันธุ์ท้องถิ่น 3 สายพันธุ์ คือ ข้าวขาว กข6 ข้าวเหนียวดำสันกำแพง และข้าวเหนียวดำดอยมูเซอ โดยการทดสอบประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale ผลการวิจัยพบว่า ข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวขาว กข6 และข้าวเหนียวกล้องงอก ได้รับการยอมรับในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุด และเมื่อพิจารณาในแต่ละคุณสมบัติพบว่าข้าวเหนียวดำสันกำแพงมีการยอมรับในด้านลักษณะปรากฏ และสี มากที่สุด โดยข้าวหมากจากข้าวเหนียวกล้อง กข6 : สันกำแพง (1:1) ได้รับการยอมรับมากที่สุดในระดับ 6 และข้าวหมากที่ผลิตจากส่วนผสมของข้าวเหนียวดำมูเซอ คือ กข6:ดอยมูเซอ (3:1) ที่ผลิตจากข้าวกล้องงอก มีการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด และข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวกล้องงอกให้ผลการยอมรับที่มากกว่าข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวกล้อง

ขวัญหทัย แช่ทอง และลลิดา เลิศกิจสมบูรณ์ (2544) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์แกงไตปลาแห้งบรรจุกระป๋องจากการศึกษาแกงไตปลาแห้งที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป พบว่า มีองค์ประกอบทางเคมี คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักดังนี้ ปริมาณเกลือ 6.02 ไขมัน 1.45 เถ้า 13.18 โปตีน 24.15 คาร์โบไฮเดรต 23.78 ความชื้น 37.44 จากการวิเคราะห์พบว่า มีค่า A_w เท่ากับ 0.75 pH เท่ากับ 6.16 ซึ่งระดับ A_w และ pH ดังกล่าว ทำให้แกงไตปลาแห้งจัดอยู่ในจำพวกอาหารกึ่งแห้งประเภทกรดต่ำ ซึ่งมีความเสี่ยงต่อจุลินทรีย์จำพวก Halophilic bacteria ยีสต์และรา จากการนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมาพัฒนาให้เป็นแกงไตปลาบรรจุกระป๋อง แล้วนำมาศึกษาการใช้ความร้อนที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อของแกงไตปลาแห้ง โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิ 95 100 และ 115 °C โดยกำหนดให้อุณหภูมิแกนกลางกระป๋องเท่ากับ 85 °C นาน 5 นาที ผลจากการทดสอบเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Sterility test

พบว่า สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในสภาพปลอดภัยเชื้อทางการค้าได้จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 95 °C นาน 21 นาที มีคะแนนความชอบสูงสุด และยังเป็นสภาวะที่สามารถลดต้นทุนการผลิต ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ภายหลังการให้ความร้อนในสภาวะที่เหมาะสม พบว่า มีค่า A_w เท่ากับ 0.75 ค่า pH เท่ากับ 6.72 ความชื้น ร้อยละ 37.84 ปริมาณเกลือ ร้อยละ 6.16 ไขมัน ร้อยละ 1.39 เถ้า ร้อยละ 12.22 โปรตีน ร้อยละ 21.27 และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 22.08 และจากการศึกษาการให้ความร้อนที่อุณหภูมิน้ำเดือด พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อเท่ากับ 48 นาที

คนิดา ราชปัก และดวงกมล เสริมสันติธรรม (2543) ได้ทดลองหากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง การวิจัยนี้ได้มีการทดลองหาสูตรน้ำแกงเผ็ด เพื่อให้ได้ลักษณะทางประสาทสัมผัสของน้ำพริกแกงเผ็ดพร้อมปรุงที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด โดยจากผลการทดลองสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดคือ น้ำพริกแกงเผ็ดสำเร็จรูป 6% น้ำกะทิ 50% น้ำตาลทราย 1.2% น้ำปลา 3.3% น้ำ 38.3% น้ำมันถั่วเหลือง 1.2% การศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง วัตถุประสงค์เพื่อต้องการหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหารที่เป็นกรดต่ำ ซึ่งน้ำแกงเผ็ดมี pH 5.28 บรรจุกระป๋องขนาด 307 x 113 ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C เวลา 20 นาที นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปวิเคราะห์จุลินทรีย์ (Clostridium spp. และ Flat sour ประเภท Mesophilic) ไม่พบการเจริญจุลินทรีย์ และมีลักษณะปรากฏที่ดี ตำแหน่ง Cold point ของกระป๋องอยู่ที่จุดกึ่งกลาง และ มีค่า F_0 เท่ากับ 10.77 ทั้งนี้ค่า F_0 ดังกล่าวเป็นค่าที่เหมาะสมกับการศึกษาในครั้งนี้เท่านั้น

จิรรัชต์ กันทะขู้ (2549) ได้ศึกษาการแปรรูปหอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์ เริ่มตั้งแต่การศึกษาการจัดวัตถุดิบเพื่อรักษาคุณภาพ โดยเก็บวัตถุดิบเพื่อรักษาคุณภาพ โดยเก็บรักษาหอยเป๋าฮื้อแบบทั้งตัวและแบบแกะเปลือกเอาเครื่องในออกที่อุณหภูมิ 0 °C และ 10 °C พบว่า ค่า pH ของหอยเป๋าฮื้อที่เก็บที่ทุกสภาวะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ค่า firmness ลดลงเมื่อเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น โดยหอยเป๋าฮื้อที่เก็บแบบทั้งตัวมีค่า firmness ต่ำกว่าแบบแกะเปลือกเอาเครื่องในออกพบแบคทีเรียที่ต้องการอากาศ $>10^6$ cfu/g เมื่อเก็บหอยเป๋าฮื้อแบบทั้งตัวและแบบแกะเปลือกเอาเครื่องในออกที่อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 6 และ 9 วัน ตามลำดับ และที่ 10 °C เป็นเวลา 3 และ 4 วัน ตามลำดับ แต่ไม่พบแบคทีเรียที่สร้างเอนไซม์ฮิสติดีนดีคาร์บอกซีเลส และไม่พบฮิสตามีนตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาหอยเป๋าฮื้อที่ทุกสภาวะการเก็บ ต่อมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหอยเป๋าฮื้อเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 °C 100 °C และ 120 °C เป็นเวลา 2-240 นาที พบว่า ปริมาณ cooking loss เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อนเช่นเดียวกับค่า degree of browning โดยหอยเป๋าฮื้อที่ผ่านการให้ความร้อนที่ 80 °C เกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าที่ 100 °C และ 120 °C ซึ่งสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดหลังจากให้ความร้อนที่ 100° เป็นเวลา 60 นาที และ 20 นาที ที่ 120 °C การเปลี่ยนแปลงค่า water-holding capacity (WHC) มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส โดยพบว่า 10 นาทีแรกของการให้ความร้อนทุกอุณหภูมิ ค่า WHC และค่า toughness มีค่าลดลง และค่อนข้างที่ตลอดระยะเวลาการให้ความร้อนเมื่อให้ความร้อนที่ 80 °C ในขณะที่การให้ความร้อนที่ 100 °C และ 120 °C เป็นเวลา 60 นาที ขึ้นไป ค่า WHC เพิ่มขึ้น และที่ค่า toughness ลดลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจาก

คอลลาเจนเปลี่ยนไปเป็นเจลาติน น้ำถูกจับไว้ในเนื้อนุ่มขึ้น rate constant ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณ cooking loss ค่า degree of browning ค่า WHC และค่า toughness เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิการให้ความร้อน และค่า Ea ของการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 6.23, 6.33, 7.09 และ 13.34 kcal.mol^{-1} K^{-1} ตามลำดับ ในการศึกษาการแทรกผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์หอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาช์ โดยการให้ความร้อนที่ 110 °C เป็นเวลา 50 นาที ได้ heat penetration parameters คือ F_0= 6.7 นาที และ j = 1.059 ซึ่งสามารถทำนายเวลาการฆ่าเชื้อตามวิธี Formula เพื่อให้ได้ F_0 = 4 นาที ดังนี้ เมื่ออุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารเท่ากับ 50 °C ต้องให้ความร้อนที่ 114 °C และ 121 °C เป็นเวลา 23 นาที และ 7 นาที ตามลำดับ และเมื่ออุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารเท่ากับ 70°ต้องให้ความร้อนที่ 114 และ 121 °C เป็นเวลา 22 นาที เป็นเวลา 6 นาที ตามลำดับ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิเดียวกันแตกต่างกัน ($p<0.05$) โดยให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ 121 °C มากกว่าที่ 114 °C จึงเลือกภาวะดังกล่าวผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ทุกคุณลักษณะระหว่างการเก็บรักษาทุกเดือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p มากกว่า 0.05) และไม่พบจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายและทำให้เกิดการเน่าเสียตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

วรรณี ตั้งคำ และสายทอง สุทธิสงค์ (2546) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวหมกไก่บรรจุกระป๋อง โดยทำการศึกษาชนิดพันธุ์ข้าว และอัตราส่วนระดับน้ำที่เหมาะสมในการผลิตข้าวหมกไก่บรรจุกระป๋อง ชนิดข้าวที่ใช้ทำการศึกษา มี 2 พันธุ์ คือ ข้าวพันธุ์เสาไห้ และข้าวพันธุ์หอมมะลิ จากนั้นศึกษาอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่เหมาะสมในการผลิตข้าวหมกไก่บรรจุกระป๋อง โดยนำข้าว 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวพันธุ์หอมมะลิ และพันธุ์สาวไห้ผสมกับน้ำ ในอัตราส่วนข้าว : น้ำ คือ 1:0.8, 1:1.2 และ 1:1.6 จากนั้นนำไปผลิตข้าวหมกไก่บรรจุกระป๋อง โดยนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 118 °C คำนวณหาค่า F_0 โดยวิธี General Method และ Formular Method ทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale หลังจากนั้นนำมาทดสอบประสิทธิภาพของความร้อนในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ โดยวิธี Sterility Test และนำไปทดสอบกับผู้ทดสอบ 50 คน ในอำเภอหาดใหญ่ จากการศึกษา พบว่า ชนิดและอัตราส่วนข้าว : น้ำที่เหมาะสมในการผลิตข้าวหมกไก่บรรจุกระป๋อง คือ ข้าวหอมมะลิ อัตราส่วน 1:1.2 ส่วนค่า F_0 ที่คำนวณโดยวิธี General Method และ Formular Method เท่ากับ 18.60 และ 18.66 ตามลำดับ อีกทั้งเมื่อตรวจโดยวิธี Sterility Test ไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และพบว่าส่วนใหญ่ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 96 ในกระบวนการผลิตข้าวหมกไก่ก่อนบรรจุกระป๋อง ไม่ควรหุงข้าวให้สุกเกินไป เม็ดข้าวควรมีลักษณะสีขาวขุ่น เพื่อให้ข้าวสุกพอดีหลังการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 °C เป็นเวลา 85 นาที ถ้าข้าวสุกก่อนการฆ่าเชื้อ จะทำให้ข้าวเละและแฉะ ไม่น่ารับประทาน

อนลลักษณ์ โอฬาริโกวิท (2546) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพร้อมบริโภคในรีทอร์ทเพาช์ ในการวิจัยได้ศึกษาในข้าวสองพันธุ์ คือ ข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวชัยนาท 1 แต่ด้วยผลการทดสอบในข้าวชัยนาท 1 พบว่า ข้าวชัยนาท 1 เกิดการคืนตัวของแป้งสุกจนทำให้เกิดเนื้อสัมผัสของข้าวที่แข็งขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ผู้บริโภคสามารถยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในระยะเวลาอันสั้นกว่าการใช้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 จึงเลือกแนะนำข้าวพันธุ์ดังกล่าวในการผลิต จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ข้าวพร้อมบริโภค

ในรีทอร์ทเพาช์ ที่ผลิตจากข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อรีทอ์ทที่อุณหภูมิ 121 ℃ นาน 15 นาที พบว่า ความชอบด้านเนื้อสัมผัสค่อนข้างไม่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากข้าวยังมีเนื้อสัมผัสนุ่มเหมือนเดิม ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์

Rajkumar (2008) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์แกงเนื้อแพะ Chettinad โดยประยุกต์ใช้กระบวนการผลิตแบบ Retort pouch ได้ประเมินคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ จุลินทรีย์ ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง (32±2 องศาเซลเซียส) พบว่า การประยุกต์ใช้อุณหภูมิสูง (Retort) มีค่า F_0 เท่ากับ 12.10 นาที สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ 10 เดือน โดยไม่มีการเสื่อมเสียใด ๆ ที่ส่งผลต่อคุณค่าโภชนาการและคุณภาพทางประสาทสัมผัสซึ่งผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่คล้ายกันสามารถนำมาแปรรูปโดยใช้เทคนิคข้างต้นได้

Bindu *et al.* (2004) ศึกษาการเก็บรักษาหอยแมลงภู่พร้อมรับประทานในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาช์ โดยกำหนดให้มีค่า F_0 เท่ากับ 9 นาที โดยใช้ความร้อนที่ 121 องศาเซลเซียส เท่ากับเวลา 10 นาที และทำการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน และทำการเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่าในช่วงระยะเวลา 6 เดือนแรก รสชาติยังคงเหมือนเดิมหลังจากนั้นรสชาติจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง แต่รสชาติหวานจะเปลี่ยนแปลงไปในช่วงระยะเวลาหลังจากการเก็บ 6 เดือน และการยอมรับโดยรวมจะเปลี่ยนแปลงไปหลังระยะเวลาการเก็บรักษาผ่านไป 6 เดือน

Maheswara *et al.* (2011) ศึกษาการให้ความร้อนระดับฆ่าเชื้อเชิงการค้าแก่แกงปลาทูน่ากระป๋องสองชนิดที่แตกต่างกัน โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 70 นาที มีค่า F_0 ของกระป๋องสองชนิดที่แตกต่างกัน คือ กระป๋องที่ปราศจากโลหะ เท่ากับ 10.23 นาที และกระป๋องลักษณะบาง เท่ากับ 10.13 นาที จากนั้นทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 5 เดือน และได้ตรวจวิเคราะห์ค่าทางชีวเคมีและค่าการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสพบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามีค่า total volatile base nitrogen และ trimethylamine nitrogen เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเนื่องจากอาจจะเกิดจากการแตกตัวของโปรตีน กรดอะมิโนหรือพันธะไนโตรเจนอื่น ๆ เช่น trimethylamine oxide, nucleic acids และ amines อีกทั้งตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามีค่าการออกซิเดชันของไขมันลดลง และมีค่าความเป็นกรดด่างลดลงอีกด้วย ทางด้านการยอมรับได้ทางประสาทสัมผัส พบว่า มีระดับคะแนนความชอบในด้าน สี กลิ่นผิดปกติ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอยู่ที่ 7 – 8 ใน 9 ระดับคะแนนความชอบ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานของโครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน จะใช้วิธีการ “ดำเนินการวิจัยร่วม” ระหว่างกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กับสถาบันอาหาร โดยมีที่ปรึกษาโครงการคือ ผศ. ดร.วรีสา ชูวัฒนกูล อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คอยให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในการดำเนินการวิจัย ซึ่งแบ่งออกเป็นกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

3.1 การทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรม

ศึกษาข้อมูลและเอกสารอ้างอิง ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตอาหารสำเร็จรูปในปัจจุบัน ซึ่งได้รายงานไว้แล้วในบทที่ 2 ในหัวข้อดังต่อไปนี้

- อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน
- เครื่องฆ่าเชื้อภายใต้ความร้อนและแรงดัน หรือรีทอร์ท (Retort)
- ผลของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท
- การกำหนดอายุผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม
- การทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory Testing)
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 การสำรวจความต้องการด้านอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน และเมนูที่เหมาะสมในการผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน

ทำการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลความต้องการของประชาชนที่เคยเกิดสาธารณภัยทั่วประเทศเกี่ยวกับความต้องการด้านอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน และสอบถามความเห็นเกี่ยวกับเมนูอาหารที่เหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน การสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลความต้องการนี้จะเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยมีรูปแบบการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research Method) และใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม (Questionnaire) ผ่านระบบออนไลน์ (Google Form) จากกลุ่มตัวอย่าง คือ ประชาชนที่เคยประสบสาธารณภัยทั่วประเทศ จำนวน 1,140 คน ทำการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sampling) และทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ด้วยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) การแจกแจงความถี่ (Frequency) และการหาค่าร้อยละ (Percentage)

3.3 การพัฒนาสูตรการผลิต พร้อมกำหนดเทคโนโลยีการผลิต และวัสดุบรรจุภัณฑ์

3.3.1 การพัฒนาสูตรการผลิต

การพัฒนาสูตรอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน จะนำเมนูอาหารที่ได้รับจากการสำรวจในข้อ 3.2 มาคิดสูตรการผลิตที่แตกต่างกันอย่างละ 3 สูตร/เมนูอาหาร หลังจากนั้นจะให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้านอาหารจำนวน 10 คน **(ภาคผนวก ก)** ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งการทดสอบจะใช้เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) **(ภาคผนวก ข)** ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (Sensory Testing) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ของเมนูจำนวน 4 เมนู เมนูละ 3 สูตร รวมทั้งหมด 6 ด้าน ดังนี้

1) **ลักษณะปรากฏ** ได้แก่ ความน่าสนใจ รูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ ขนาดของผลิตภัณฑ์
2) **สี** ได้แก่ ความเข้ม-อ่อน ของผลิตภัณฑ์
3) **กลิ่น** ได้แก่ กลิ่นหอมของวัตถุดิบ เครื่องแกง เครื่องเทศสมุนไพรที่ใช้ของผลิตภัณฑ์
4) **รสชาติ** ได้แก่ รสหวาน รสเค็ม รสเปรี้ยว ความเผ็ด ความกลมกล่อมของผลิตภัณฑ์
5) **เนื้อสัมผัส** ได้แก่ ความนุ่ม เหนียว แข็งกระด้าง ของผลิตภัณฑ์ เมื่อได้สัมผัสขณะเคี้ยว
6) **ความชอบโดยรวม** ได้แก่ ความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โดยรวม เมื่อพิจารณาหลายปัจจัยประกอบกัน

การทดสอบทางประสารทสัมผัส (Sensory Testing) จะให้ผู้ทดสอบประเมินคะแนนความชอบ 9 ระดับ แบบวิธี 9-point Hedonic Scale ซึ่งเป็นการทดสอบการยอมรับอย่างแท้จริง โดยแสดงออกมาในรูปปฏิกิริยาของผู้ทดสอบในระดับการชอบหรือไม่ชอบของผลิตภัณฑ์ซึ่งกำหนดให้ภายใต้สภาวะที่กำหนด (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2545) โดยมีระดับความชอบ ดังนี้

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

ภายหลังจากการเก็บข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) มีประโยชน์ในกรณีที่ต้องการทราบรายละเอียดข้อกำหนดของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หนึ่ง ๆ หรือเปรียบเทียบระหว่างหลาย ๆ ผลิตภัณฑ์ร่วมกัน ใช้ในงานการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อวิเคราะห์ว่า ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่นี้จะสามารถเข้าใกล้ประชากรกลุ่มเป้าหมายได้อย่างไร หรือใช้ในการประเมินความเหมาะสมของตัวอย่างที่จะนำมาใช้เป็นต้นแบบ (Prototype Product) เป็นต้น (ประเทือง โชคประเสริฐ, 2553) โดยมีการกำหนดค่าสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ตัวแปรระดับความคิดเห็น ได้แก่ การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ด้าน และความชอบโดยรวม รวม 6 ด้าน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้มาตรวัดอันตรภาค และเนื่องจากผู้วิจัยได้กำหนดค่าคะแนนในแต่ละระดับ และต้องการทราบค่าเฉลี่ยคะแนนของแต่ละระดับความคิดเห็น สถิติที่ใช้จึงได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean)

3.3.2 กำหนดเทคโนโลยีการผลิต

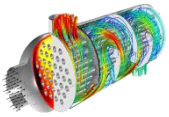
การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้เลือกใช้**เทคโนโลยีรีทอร์ท (Retort)** ซึ่งเป็นการฆ่าเชื้ออาหารที่อุณหภูมิ 121 °C ภายใต้ความดัน ด้วยเวลาน้อยที่สุดเพื่อทำลายสปอร์ของแบคทีเรีย *Clostridium Botulinum* ซึ่งทนความร้อนสูงและไม่ต้องการอากาศ โดยใช้**เครื่องรีทอร์ทแบบพ่นน้ำร้อน (Water Spray Retort)** ซึ่งเป็นเครื่องฆ่าเชื้อในอาหารแบบใช้การพ่นน้ำร้อน ที่ถูกออกแบบเพื่อให้สามารถฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์บรรจุอาหารได้หลายชนิด เช่น อะลูมิเนียมเพ้าท์ ขวดแก้ว ขวดพลาสติก และถ้วยพลาสติก เป็นต้น และมีข้อดี คือ สามารถลดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน มีหลักการทำงาน คือ น้ำร้อนจะถูกปั๊มจากด้านล่างเครื่องเข้าสู่หัวพ่นน้ำทั้งด้านบนและด้านข้าง โดยที่ไอน้ำจะถูกพ่นเข้าผสมกับละอองน้ำร้อนจากท่อกระจายไอน้ำด้านล่างโดยตรง พร้อมกับใช้อากาศอัดเพื่อให้เกิดความดันส่วนเพิ่มในตัวเครื่องฆ่าเชื้อ เพื่อเป็นการรักษารูปทรงและความสมบูรณ์ของผนึกบรรจุภัณฑ์ไม่ให้เกิดการฉีกขาดขณะฆ่าเชื้อ เมื่อเสร็จขั้นตอนการฆ่าเชื้อแล้ว น้ำร้อนจะถูกทำให้เย็นเพื่อลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะการควบคุมความดันจนกระทั่งถึงจุดที่ภาชนะบรรจุสามารถ ทนต่อความกดดันของบรรยากาศในสภาวะนั้น ๆ ได้ โดยที่บรรจุภัณฑ์ไม่เสียรูปทรง

3.3.3 วัสดุบรรจุภัณฑ์

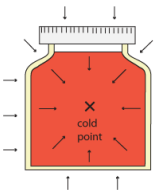
เพื่อให้ตอบสนองแก่การช่วยเหลือผู้ประสบภัย โดยคำนึงถึงความสะดวก ในการรับประทาน โครงการวิจัยนี้จึงเลือกใช้**ถ้วยพลาสติกชนิด** PP/EVOH/PP เนื่องจากถ้วยพลาสติกมีน้ำหนักเบา ทนต่อการแตกหักมีความแข็งแรงยืดหยุ่น สามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและแก๊ส ทนอุณหภูมิสูงโดยเฉพาะอุณหภูมิสำหรับการฆ่าเชื้อโดยใช้เครื่องฆ่าเชื้อภายใต้แรงดัน รวมทั้งสามารถรักษาคุณภาพของอาหาร และสะดวกในการใช้งาน (วีระ โชติธรรมาภรณ์, 2564) และประกอบกับการปิดผนึกด้วย**ฟิล์มทนความร้อนและแรงดัน** จึงมั่นใจได้ว่า บรรจุภัณฑ์ของอาหารจะสามารถทนความร้อนได้มากกว่า 121 °C และสามารถนำเข้าเครื่องไมโครเวฟ ที่ระดับ 1,100 วัตต์ เป็นระยะเวลา 5 นาที รวมทั้งสามารถรักษาคุณภาพของอาหาร และสะดวกในการเปิดฝารับประทานเนื่องจากเป็นฝาชนิดเปิดง่าย (Easy Pill)

3.4 การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเพื่อกำหนดค่าความคุมกระบวนการผลิต

การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์จะใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านการกำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 349 พ.ศ.2556 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นผู้ดำเนินการ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และมีกระบวนการผลิตที่มีมาตรฐานสอดคล้องตามกฎหมาย ซึ่งมีการศึกษาปัจจัยควบคุมกระบวนการผลิต ดังนี้



การกระจายตัวความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อ หรือ Temperature Distribution (TD) คือ การศึกษาเพื่อเป็นตัวช่วยในการกำหนดข้อปฏิบัติในการใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อทุกประเภทซึ่งเป็นการหาจุดที่ร้อน ช้าที่สุดภายในเครื่องฆ่าเชื้อ



การศึกษาการแทรกผ่านความร้อน หรือ Heat Penetration (HP) คือ การศึกษาอัตราเร็วที่ปริมาณความร้อนแทรกผ่านไปยังจุดร้อนช้าที่สุดในอาหาร

ค่า F_0 คือ เวลา (หน่วยเป็นนาที) ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ เพื่อให้อาหารปลอดจากเชื้อ ***Clostridium Botulinum***

ระยะเวลาทั้งหมดของกระบวนการฆ่าเชื้อ (Process Time) คือ เวลาทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ

3.5 การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน ดำเนินการด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อให้ทราบระดับพึงพอใจและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงสูตรการผลิต

การทดสอบความพึงพอใจ มีกลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งสิ้น 101 คน แบ่งเป็น 1) กลุ่มวัยทำงาน ได้แก่ บุคลากรของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จำนวน 56 คน 2) กลุ่มคนเปราะบาง ได้แก่ ประชาชนทั่วไปที่เป็นเด็กและผู้สูงอายุ จำนวน 34 คน และ 3) กลุ่มคนมุสลิม จำนวน 11 คน ซึ่งในจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 101 คนนี้ แบ่งเป็น ผู้ที่ทดสอบชิมไข่พะโล้ 34 คน ผู้ที่ทดสอบชิมไก่ผัดกระเทียม 35 คน ผู้ที่ทดสอบชิมแกงเขียวหวานไก่ 32 คน และในจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 101 คนนี้ ได้ทำการทดสอบชิมข้าวหุงสุก จำนวน 86 คน ดำเนินการทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory Testing) ของเมนูอาหารที่ได้รับการพัฒนาสูตร ทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความพึงพอใจโดยรวม โดยให้คะแนนสำหรับการประเมินการยอมรับด้วยวิธี 9 – point Hedonic Scale (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2545) โดยมีระดับความชอบดังนี้

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

ภายหลังจากการเก็บข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยสถิติเชิงอนุมานในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) เพื่อวัดค่าคะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน และใช่สถิติเชิงพรรณนา โดยการรวบรวมความคิดเห็นเพิ่มเติมด้านคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ในแต่ละสูตรที่ได้ชิม รวมถึงข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data) ในการปรับปรุงพัฒนาสูตรการผลิตต่อไป

3.6 การปรับปรุงสูตรการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

ผู้วิจัยจะนำข้อเสนอแนะที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน ในข้อ 3.5 มาปรับปรุงสูตรการผลิต และทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสอีกครั้งโดยผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร จำนวน 10 คน เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความชอบระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงสูตรการผลิต และเพื่อเป็นการยืนยันว่าอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินได้รับการพัฒนา/ปรับปรุงสูตรการผลิตให้ดียิ่งขึ้น

3.7 วิเคราะห์คุณภาพความปลอดภัยอาหาร และการยื่นขอรับรองเลขสารบบอาหาร (เลข อย.)

เมื่อได้สูตรการผลิตที่แน่นอนแล้ว ผู้วิจัยจะใช้สูตรดังกล่าวมาใช้เป็นสูตรหลักในการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน หลังจากนั้น จะส่งตัวอย่างอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินไปตรวจวิเคราะห์ความปลอดภัยทางอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ซึ่งตามประกาศได้กำหนดคุณภาพและมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1) ไม่มีสี กลิ่น หรือรส ที่ผิดจากสภาพของอาหารนั้น
2) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
3) ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
4) ไม่มีสารปนเปื้อนตามกำหนดของอาหารในภาชนะบรรจุที่ไม่เป็นโลหะ

เมื่อผ่านการวิเคราะห์ความปลอดภัยทางอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข จะนำตัวอย่างอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินไปยื่นขอเลขสารบบอาหาร (เลข อย.) จากสำนักงานคณะกรรมอาหารและยาต่อไป

3.8 การออกแบบฉลากบรรจุภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ชั้นนอก

การออกแบบฉลากบรรจุภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ชั้นนอกของอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน จะออกแบบและแสดงเนื้อหาบนฉลากบรรจุภัณฑ์ได้ออกแบบให้สอดคล้องตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 367) พ.ศ. 2557 เรื่อง การแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุ โดยมีแนวคิดในการออกแบบ 3 แนวคิด ดังนี้

แนวคิดที่ 1 คือ แนวคิด “ลายไทย”

ลายไทยศิลปะที่มีความวิจิตร งดงามและลายเส้นสายที่เป็นอัตลักษณ์ของไทย สื่อสารออกมาด้วยความชดช้อยหรูหรา ทางนักวิจัยและออกแบบจึงได้นำลายไทยมาใช้ในการออกแบบเพื่อนำเสนอความงดงามแบบไทย โดยงานออกแบบจะเป็นรูปแบบไทยคลาสิกที่มีความหรูหราและที่มีกลิ่นอายของความเป็นไทย เลือกใช้โทนสีเหลืองทอง เพิ่มความหรูหราและสื่อถึงแสงสว่างและสีน้ำเงิน ซึ่งสื่อถึงความมั่นคงและการปกป้องในการจัดวางให้ความสำคัญเท่ากัน เพื่อสื่อถึงความสำคัญของหน่วยงานกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยที่เป็นผู้ปกป้องและเป็นผู้นำแสงสว่างไปสู่ผู้ประสบภัย

แนวคิดที่ 2 คือ แนวคิด “วิถีไทย”

เป็นการถ่ายทอดวิถีชีวิตของคนไทยผ่านอาหารที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวันทั่วไป แต่เต็มไปด้วยเอกลักษณ์ ไม่ว่าจะเป็นชุมชนอาหารการกิน ความเชื่อความศรัทธา และวัฒนธรรมไทยที่สืบทอดกันมาแต่โบราณ เรามีศิลปะทุกแขนงที่สะท้อนความเป็นไทยอย่างชัดเจน ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์จึงได้นำภาพวาดลายเส้นวิถีของคนไทยในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกับพันธกิจของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยมาใช้ในการออกแบบเพื่อนำเสนอมุมมองชีวิตแบบวิถีไทย โดยงานออกแบบจะเป็นรูปแบบไทยคลาสสิกทันสมัยผสมผสานกับงานวาดแนวทันสมัยที่เป็นงานวาดแบบ Drawing ผสมกับงานเขียนแบบไทยๆที่มีกลิ่นอายของความเป็นไทย เลือกใช้โทนสีเหลืองทอง เพิ่มความหรูหราและสื่อถึงแสงสว่าง และมีสีน้ำเงินกรมท่าที่สื่อถึงความมั่นคงและการปกป้อง

แนวคิดที่ 3 คือ แนวคิด “รับขวัญ”

จากคำโบราณ “ขวัญเอยขวัญมา” ถ้าขวัญของผู้ใดอยู่กับตัว ผู้นั้นจะมีความสุขกายสบายใจเป็นปกติ แต่ถ้าขวัญของผู้ใดหลบลี้หนีหาย ผู้นั้นจะมีลักษณะอาการตรงกันข้าม จึงนำมาสู่ถุงรับขวัญ ซึ่งคนไทยเชื่อว่าพิธีสู่ขวัญคือพิธีหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมเพิ่งพลังใจให้เข้มแข็ง เมื่อมีขวัญที่มั่นคง พลังใจที่เข้มแข็งดีแล้ว ยิ่งส่งผลให้การประกอบภารกิจหน้าที่นั้น ๆ บรรลุผลสำเร็จได้ตามความมุ่งหมาย ซึ่งให้กำลังใจกันเมื่อประสบสาธารณภัยหรือเสริมให้มีความสุขยิ่งขึ้นไป การออกแบบบรรจุภัณฑ์จึงได้นำสัญลักษณ์พิธีสู่ขวัญต่าง ๆ มาใช้ในการออกแบบเพื่อส่งมอบขวัญและกำลังใจให้กับผู้ประสบภัย โดยงานออกแบบจะเป็นรูปแบบทันสมัยผสมผสานกับงานวาดกราฟฟิกที่มีกลิ่นอายของความเป็นไทยด้วยภาพประกอบพิธีสู่ขวัญ เลือกใช้โทนสีน้ำเงินกรมท่าปูพื้นสีเพื่อความมั่นคงและการปกป้องและใช้ลายเส้นสีเหลืองเพื่อให้รับรู้ถึงแสงสว่างจากการช่วยเหลือให้รู้สึกปลอดภัยมั่นคง

3.9 ผลิตต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจัดจ้างผู้รับจ้างผลิตอาหาร (Original Equipment Manufacturer: OEM) ในการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน เนื่องจากกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยขาดความรู้ ความเชี่ยวชาญในด้านการผลิตอาหารให้ปลอดภัยและมีคุณภาพ และขาดเครื่องมือในการผลิต จึงจำเป็นต้องจัดจ้างหน่วยงานอื่นเพื่อเข้ามาทำหน้าที่ในส่วนนี้ ซึ่งหน่วยงานดังกล่าวต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ในการวิจัยและผลิตอาหาร และเป็นหน่วยงานที่ได้รับอนุญาตให้เป็นสถานที่

ผลิตอาหารถูกต้องตามกฎหมาย ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการจัดจ้างสถาบันอาหารเป็นผู้รับจ้างผลิตอาหาร (Original Equipment Manufacturer: OEM) ให้แก่กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย เนื่องจากเป็นหน่วยงานที่มีคุณสมบัติครบถ้วนตามข้อกำหนดดังกล่าว

3.10 การฝึกอบรมบุคลากรให้มีความรู้เกี่ยวกับอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยได้วางแผนการฝึกอบรมบุคลากรให้มีความรู้เกี่ยวกับอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินด้วยการบรรยายและอภิปรายในรูปแบบออนไลน์ผ่านระบบ Zoom ภายใต้ **“โครงการพัฒนาศักยภาพบุคลากร ด้านนวัตกรรมการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน”** เพื่อเสริมสร้างองค์ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับนวัตกรรมการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินตามหลักวิชาการให้แก่บุคลากรของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และสามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้ที่ได้รับในการปฏิบัติงานด้านการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยได้ในอนาคต

3.11 จัดประชุมเพื่อนำเสนอผลการศึกษาและส่งมอบต้นแบบผลิตภัณฑ์

จัดประชุมเพื่อประชาสัมพันธ์ให้หน่วยงานภายในกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้ทราบถึงนวัตกรรมใหม่ที่จะนำไปใช้ในการช่วยเหลือผู้ประสบภัย และส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่ได้รับจากโครงการให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปแจกจ่ายแก่ผู้ประสบภัยต่อไป

3.12 นำต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานแจกจ่ายแก่ผู้ประสบภัย

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารภัยวางแผนนำต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินไปแจกจ่ายแก่ผู้ประสบภัยในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล พร้อมทั้งสำรวจความพึงพอใจของผู้ประสบภัยที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน

3.13 จัดประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อหาแนวทางในการต่อยอดผลผลิตจากการวิจัย

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารภัยวางแผนจัดประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อระดมความคิดเห็นจากบุคลากรภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาสังคม เกี่ยวกับแนวทางการต่อยอดจากผลการวิจัยให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดต่อการปฏิบัติงานด้านการจัดการความเสี่ยงจากสาธารณภัยของหน่วยงาน และเพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผลการดำเนินโครงการวิจัยของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารภัยให้เป็นที่แพร่หลาย

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการสำรวจความต้องการด้านอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน และเมนูที่เหมาะสมในการผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการสำรวจความต้องการเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบสาธารณภัยด้านอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน ในรูปแบบออนไลน์ (Google Form) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความคิดเห็นของประชาชนที่ประสบสาธารณภัยเกี่ยวกับความต้องการด้านอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน และต้องการทราบถึงเมนูอาหารที่ผู้ประสบภัยเห็นว่าเหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (MRE) เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน จำนวน 3 เมนู ผลการสำรวจสามารถสรุปได้ดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง: จากประชาชนที่เคยประสบสาธารณภัยทั่วประเทศ จำนวน 1,140 คน ทำการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sampling) (ตอบแบบสอบถาม จำนวน 975 คน คิดเป็น 85.53%)

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามความต้องการด้านอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน

1. **เพศ** **- ชาย (50.6%)** - หญิง (49.4%)	2. **อายุ** - ต่ำกว่า 13 ปี (14.9%) - 14 – 30 ปี (20.7%) - 31 – 45 ปี (23.1%) **- 45 – 60 ปี (23.2%)** - 60 ปี ขึ้นไป (18.2%)
3. **จังหวัด** - จังหวัดที่ตอบแบบสอบถามกลับ (88.16%) - จังหวัดที่ไม่ตอบแบบสอบถามกลับ (11.84%)	4. **อาชีพ** - รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ (13.7%) - นักเรียน/นักศึกษา (21.4%) - ค้าขาย (10.3%) - เกษตรกร (20.2%) **- รับจ้างทั่วไป (23.7%)** - อื่น ๆ (8.4%)
5. **รายได้ต่อเดือน** **- ไม่มีรายได้ (22.7%)** - ต่ำกว่า 5,000 บาท (10.5%) - 5,001 – 8,000 บาท (19.6%)	6. **ประเภทสาธารณภัยที่เคยประสบ** **- อุทกภัย (50.4%)** - ดินโคลนถล่ม (9.4%) - อัคคีภัย (23.1%)

- 8,001 – 12,000 บาท (14.2%) - 12,001 – 15,000 บาท (11.8%) - 15,001 บาท ขึ้นไป (21.3%)	- โรคระบาด เช่น โควิด-19 (36.8%) - ภัยแล้ง (31.3%) - ไฟป่า (13.5%) - วาตภัย (27.1%) - อื่น ๆ (1%)

ส่วนที่ 2 ความต้องการทางด้านอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (Meals Ready-to-Eat : MRE) เมื่อประสบสาธารณภัยในภาวะฉุกเฉิน

1. ท่านรู้จักอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (MRE) หรือไม่

รู้จัก (41.8%) **ไม่รู้จัก (47.5%)** ไม่แน่ใจ (10.7%)

2. ท่านเคยรับประทานอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (MRE) หรือไม่

เคยรับประทาน (32.0%) **ไม่เคยรับประทาน (57.2%)** ไม่แน่ใจ (10.8%)

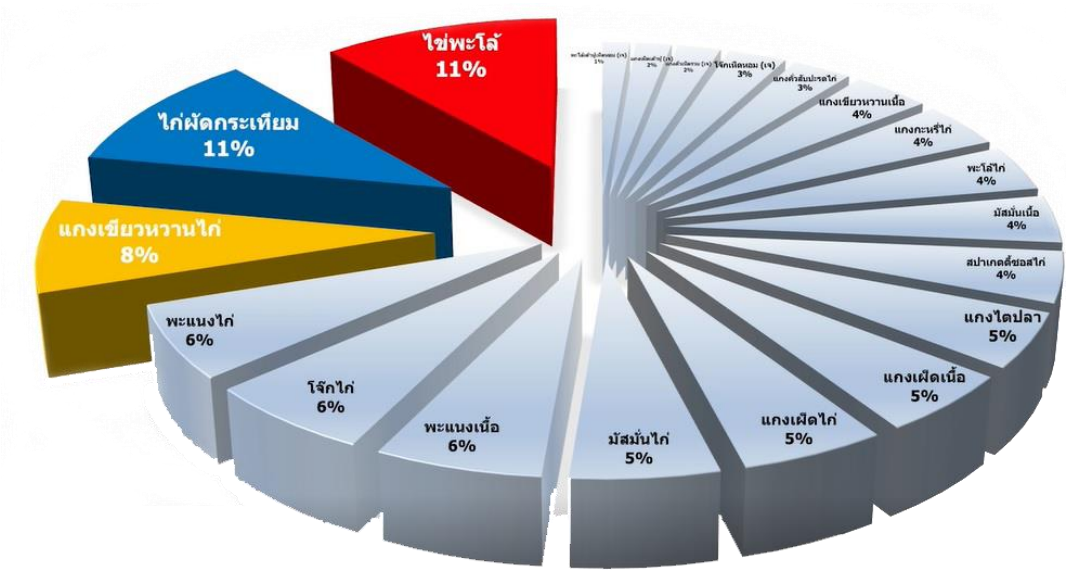
3. ท่านชอบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (MRE) หรือไม่

ชอบ (28.9%) ไม่ชอบ (20.0%) **ไม่แน่ใจ (51.1%)**

4. ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (MRE) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถแจกจ่ายให้แก่ผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

เห็นด้วย (72.9%) ไม่เห็นด้วย (6.8%) ไม่แน่ใจ (20.3%)

5. ท่านคิดว่าเมนูอาหารใดที่ควรนำมาผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (MRE) เพื่อใช้ช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน



รูปที่ 4.1 ผลการสำรวจเมนูที่เหมาะสมในการผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน

1. กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็น 50.6% มีอายุอยู่ในช่วง 45 – 60 ปี คิดเป็น 23.2% ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป คิดเป็น 23.7% แต่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ตอบว่าไม่มีรายได้ คิดเป็น 22.7% อาจเนื่องด้วยได้รับผลกระทบจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ทำให้ขาดรายได้ และส่วนใหญ่เคยประสบอุทกภัย คิดเป็น 50.4%

2. กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่รู้จักอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (MRE) คิดเป็น 47.5% และไม่เคยรับประทานอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (MRE) คิดเป็น 57.2% เมื่อถามว่าชอบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (MRE) หรือไม่ ส่วนใหญ่ตอบว่าไม่แน่ใจ คิดเป็น 51.1% อย่างไรก็ตาม กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ คิดเป็น 72.9% เห็นด้วยว่าอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (MRE) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถแจกจ่ายให้แก่ผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

3. กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความเห็นว่าเมนูอาหารที่ควรนำมาผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (MRE) เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน 3 อันดับแรก ได้แก่ **1) ไข่พะโล้ คิดเป็น 34.4% 2) ไก่ผัดกระเทียม คิดเป็น 32.2% และ 3) แกงเขียวหวานไก่ คิดเป็น 24.3%** ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้จะนำเมนูอาหาร 3 อันดับแรก จากผลสำรวจข้างต้นมาวิจัยเพื่อสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์

ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการพัฒนาอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานโดยมีเมนู ดังนี้

1.) เมนูไข่พะโล้

2.) เมนูไก่ผัดกระเทียม

3.) เมนูแกงเขียวหวานไก่

4.) เมนูข้าวหุงสุกเพื่อนำมารับประทานร่วมกับเมนูอาหารที่นำมาพัฒนา

โดยเน้นเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่มีคุณสมบัติ คือ สามารถเก็บรักษาอาหารในสภาวะปกติ สามารถขนส่งได้ง่าย และบรรจุภัณฑ์มีความสามารถป้องกันการซึมเข้า-ออกของความชื้นได้ รวมถึงภาชนะบรรจุสามารถนำไปอุ่นร้อนได้ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการขนส่ง แจกจ่าย และการเน้นความสะดวกต่อการบริโภคของผู้ประสบสาธารณภัย

รูปที่ 4.2 เมนูอาหารที่ได้รับคัดเลือก ได้แก่ 1) ไข่พะโล้ 2) ไก่ผัดกระเทียม 3) แกงเขียวหวาน และ 4) ข้าวหุงสุก

4.2 ผลการพัฒนาสูตรอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ได้ร่วมกับอุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิเพื่อสถาบันอาหาร (สถาบันอาหาร) ในการร่วมวิจัยและพัฒนาสูตรการผลิตอาหาร ได้แก่ 1) ไข่พะโล้ 2) ไก่ผัดกระเทียม 3) แกงเขียวหวานไก่ และ 4) ข้าวหุงสุก พร้อมกำหนดเทคโนโลยี และเลือกใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการยืดอายุผลิตภัณฑ์ให้สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิปกติ ได้ไม่น้อยกว่า 12 เดือน และสามารถรับประทานได้ทันทีโดยไม่ต้องอุ่นร้อน

4.2.1 การกำหนดเทคโนโลยีการผลิต

เมื่อโจทย์ของอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน คือ การเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลายาวนานและรับประทานได้ทันทีโดยไม่ต้องอุ่นร้อน ดังนั้น การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมรับประทานสำเร็จรูปโดยใช้ความร้อนเป็นทางเลือกหนึ่งที่ใช้ในการถนอมอาหาร โดยหลังการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนจะทำให้อาหารสามารถเก็บไว้ได้นานในสภาวะที่เหมาะสมและเป็นการทำให้อาหารปราศจากเชื้อโรคที่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคและไม่มีจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียซึ่งสามารถเจริญในอาหารภายใต้สภาวะอุณหภูมิปกติของการเก็บรักษา ทั้งนี้เมนูอาหารที่ได้รับการคัดเลือกมาจากผลสำรวจ จัดเป็นอาหารคาวชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ (ค่าความเป็นกรด-ด่าง; pH มากกว่า 4.6 และอัตราส่วนของความดันไอของน้ำในอาหารต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ หรือที่เรียกว่า ค่า Water Activity; aw มีค่ามากกว่า 0.85) และเป็นเมนูอาหารที่ไม่สามารถปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างได้ ซึ่งทำการบรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิท โดยจำเป็นต้องให้ความร้อนที่ระดับสเตอริไลซ์ (Sterilization) เพื่อฆ่าเชื้อหรือเป็นการให้ความร้อนแก่อาหารในระดับที่สูงกว่า 100 °C ทั้งนี้ในอุตสาหกรรมอาหารจะใช้ “กระบวนการการฆ่าเชื้อเชิงการค้า (Commercial Sterilization)” เพื่อทำลายเซลล์และสปอร์ของจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษ จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย ดังนั้นอาหารที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อเชิงการค้าแล้วอาจหลงเหลือสปอร์และจุลินทรีย์ที่ไม่ก่อให้เกิดโรคแต่ทนความร้อนสูง (Thermophile) แต่ไม่สามารถเจริญได้ภายใต้สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ

เมื่อผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานผ่านการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการการฆ่าเชื้อเชิงการค้าแล้วจะสามารถจัดเก็บในสภาวะอุณหภูมิปกติได้ แต่อย่างไรก็ตาม หากเกิดการฆ่าเชื้อไม่สมบูรณ์อาจทำให้เกิดโรคโบทูลิซึ่ม (Botulism) ที่ส่งผลอย่างมากต่ออาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิทที่ผลิตในครัวเรือนและผลิตทางการค้า เนื่องจากแบคทีเรียคลอสตริเดียม โบทูลินัม (*Clostridium botulinum*) จะผลิตสารพิษที่ทำให้เกิดโรคโบทูลินั่ม ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เสียชีวิตได้ ดังนั้นในการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อเชิงการค้าที่สมบูรณ์และมีการรับรองกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยผู้กำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

ดังนั้น โครงการวิจัยและพัฒนาอาหารสำเร็จพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผ้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินนี้จึงได้เลือกใช้**เทคโนโลยีรีทอร์ท (Retort)** ซึ่งเป็นการฆ่าเชื้ออาหารภายใต้ความดันและอุณหภูมิ 121 °C โดยใช้เวลาน้อยที่สุดเพื่อทำลายสปอร์ของแบคทีเรีย *Clostridium Botulinum* ซึ่งทนความร้อนสูงและไม่ต้องการอากาศ โดยในการพัฒนาสูตรอาหารจะใช้**เครื่องฆ่าเชื้อรีทอร์ทแบบใช้การพ่นน้ำร้อน (Water Spray Retort)** ซึ่งเป็นเครื่องฆ่าเชื้อแบบใช้การพ่นน้ำร้อน ที่ถูกออกแบบเพื่อให้สามารถฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์บรรจุอาหารได้หลายชนิด เช่น

อะลูมิเนียมเพ้าท์ ขวดแก้ว ขวดพลาสติก และถ้วยพลาสติก เป็นต้น และมีข้อดี คือ สามารถลดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน (Thermal Shock) มีหลักการทำงาน คือ น้ำร้อนจะถูกปั๊มจากด้านล่างเครื่องเข้าสู่หัวพ่นน้ำทั้งด้านบนและด้านข้าง โดยที่ไอน้ำจะถูกพ่นเข้าผสมกับละอองน้ำร้อนจากท่อกระจายไอน้ำด้านล่างโดยตรง พร้อมกับใช้อากาศอัดเพื่อให้เกิดความดันส่วนเพิ่มในตัวเครื่องฆ่าเชื้อ เพื่อเป็นการรักษารูปทรงและความสมบูรณ์ของผนึกบรรจุภัณฑ์ไม่ให้เกิดการฉีกขาดขณะฆ่าเชื้อ เมื่อขั้นตอนการฆ่าเชื้อแล้วเสร็จน้ำร้อนจะถูกทำให้เย็นเพื่อลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะการควบคุมความดันจนกระทั่งถึงจุดที่ภาชนะบรรจุสามารถทนต่อความกดดันของบรรยากาศในสภาวะนั้น ๆ ได้ โดยที่บรรจุภัณฑ์ไม่เสียรูปทรง

รูปที่ 4.3 เครื่องรีทอร์ทแบบใช้การพ่นน้ำร้อน (Water Spray Retort)

นอกจากนี้ เพื่อให้ตอบสนองแก่การช่วยเหลือผู้ประสบสาธารณภัย โดยคำนึงถึงความสะดวกในการรับประทาน โครงการวิจัยนี้จึงเลือกใช้**ถ้วยพลาสติกชนิด** PP/EVOH/PP เนื่องจากถ้วยพลาสติกมีน้ำหนักเบา ทนต่อการแตกหักมีความแข็งแรงยืดหยุ่น สามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและแก๊ส ทนอุณหภูมิสูง โดยเฉพาะอุณหภูมิสำหรับการฆ่าเชื้อโดยใช้เครื่องฆ่าเชื้อภายใต้แรงดัน รวมทั้งสามารถรักษาคุณภาพของอาหาร และสะดวกในการใช้งาน และประกอบกับการปิดผนึกด้วย**ฟิล์มทนความร้อนและแรงดัน** จึงมั่นใจได้ว่าบรรจุภัณฑ์ของอาหารจะสามารถทนความร้อนได้มากกว่า 121 ℃ องศาเซลเซียส และสามารถนำเข้าเครื่องไมโครเวฟที่ ระดับ 1,100 วัตต์ เป็นระยะเวลา 5 นาที รวมทั้งสามารถรักษาคุณภาพของอาหาร และสะดวกในการเปิดฝารับประทาน

รูปที่ 4.4 ถ้วยพลาสติกชนิด PP/EVOH/PP และการปิดผนึกด้วยฟิล์มทนความร้อนและแรงดัน

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้มีแนวทางในการพัฒนาผลิตสูตรอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานโดยใช้เทคโนโลยียืดอายุการเก็บรักษาด้วยวิธีการฆ่าเชื้อด้วยระดับอุณหภูมิสูงโดยใช้เครื่องฆ่าเชื้อภายใต้แรงดัน ซึ่งทำการศึกษาในรูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท โดยทำการบรรจุลงในถ้วยพลาสติกชนิดที่เหมาะสมแล้วจึงนำไปฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อภายใต้แรงดันที่อุณหภูมิระดับสเตอริไรส์ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่ทำการศึกษานี้จะมีคุณสมบัติที่ง่ายต่อการขนส่ง การเก็บรักษาในสภาวะปกติได้ และเพิ่มความสะดวกในการใช้งานแก่ผู้ประสบสาธารณภัยในภาวะฉุกเฉิน ทั้งนี้ ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาสูตรอาหารทั้งสิ้น 4 สูตรอาหาร คือ ไข่พะโล้ ไก่ผัดกระเทียม แกงเขียวหวานไก่ และ ข้าวหุงสุก เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมและทำการหาสภาวะฆ่าเชื้อเชิงพาณิชย์ต่อไป

4.2.2 ผลการพัฒนาสูตรผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

จากผลการศึกษาข้อมูลผลความต้องการด้านอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน จำนวน 4 เมนู ได้แก่ ไข่พะโล้ ไก่กระเทียม แกงเขียวหวานไก่ และข้าวหุงสุก ซึ่งทางผู้วิจัยได้นำมาทำการพัฒนาสูตร อย่างน้อย 3 สูตร/เมนูอาหาร และจะทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตที่ดีที่สุดของแต่ละเมนู

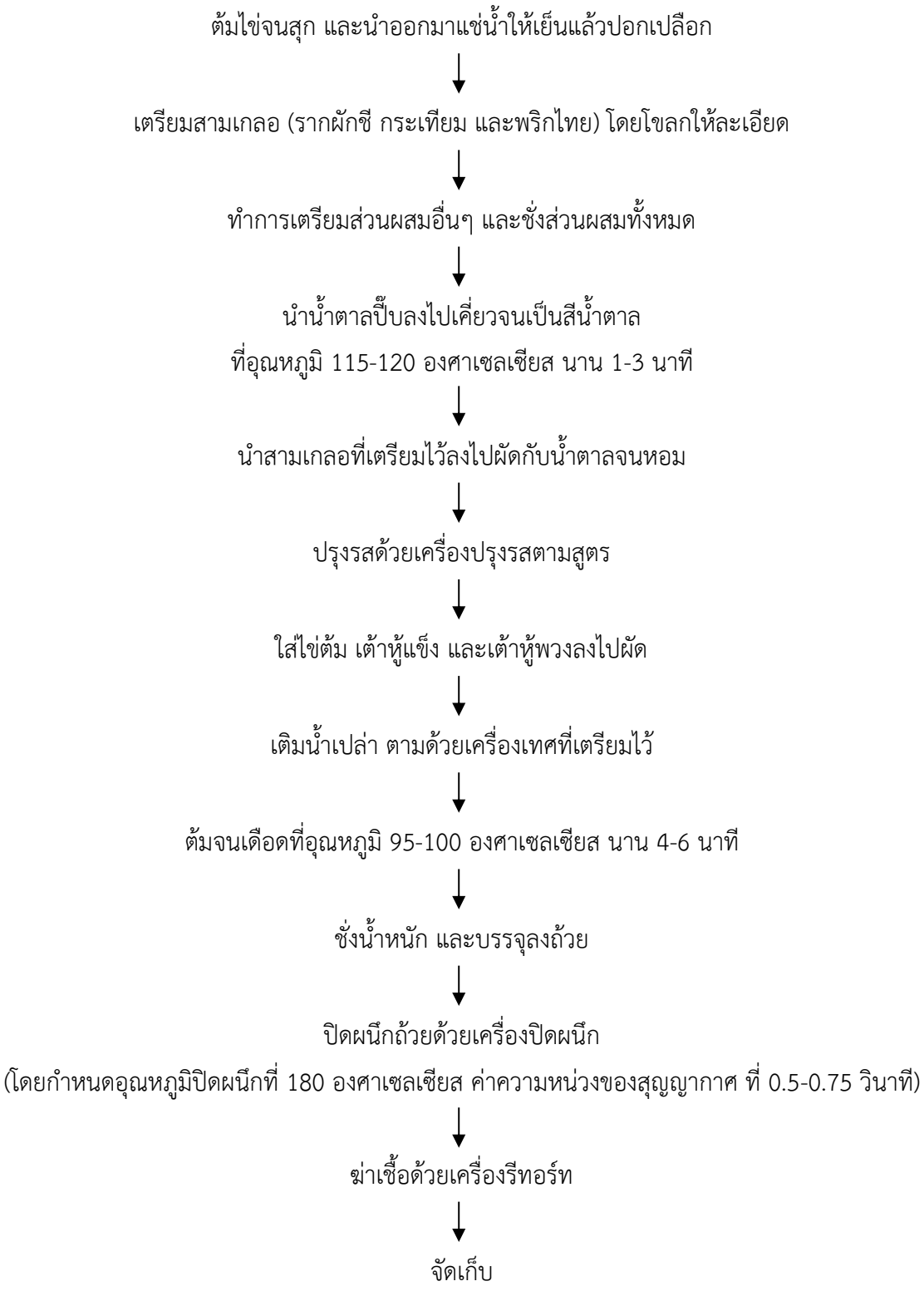
4.2.2.1 ผลการพัฒนาสูตรการผลิตไข่พะโล้

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาสูตรการผลิตไข่พะโล้ จำนวน 3 สูตร เพื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตที่ดีที่สุดต่อไป โดยแสดงเป็นร้อยละของส่วนประกอบ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ส่วนประกอบที่แสดงเป็นร้อยละของไข่พะโล้ จำนวน 3 สูตร ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรการผลิต

ลำดับ	รายการ	ไข่พะโล้		
		สูตรที่ 1 (ร้อยละ)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ)
1	ไข่ต้ม	42.2	32.1	33.8
2	น้ำเปล่า	36.2	45.8	48.3
3	น้ำตาลปี๊บ	9.9	6.9	5.8
4	เต้าหู้ขาวแบบแข็ง	6.3	4.8	5.0
5	เต้าหู้พวง	1.3	1.0	1.0
6	รากผักชี	1.0	1.2	1.2
7	กระเทียมไทย	0.2	0.4	0.7
8	พริกไทยดำเม็ด	0.1	0.5	0.5
9	ดอกโป๊ยกั๊ก	0.2	0.2	0.1
10	อบเชย	0.6	1.4	0.2
11	ซีอิ๊วขาว	1.7	1.0	-
12	น้ำมันถั่วเหลือง	0.2	-	0.2
13	น้ำตาลกรวด	-	2.3	-
14	เกลือป่น	-	0.5	0.2
15	ซอสปรุงรส	-	1.6	-
16	ซีอิ๊วดำ	-	0.4	0.2
17	น้ำปลา	-	-	2.7
18	ผงพะโล้	-	-	0.1

โดยจากการพัฒนาสูตรตั้งต้นของผลิตภัณฑ์ไข่พะโล้ เพื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสมีกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 กระบวนการผลิตไข่พะโล้ ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรการผลิต

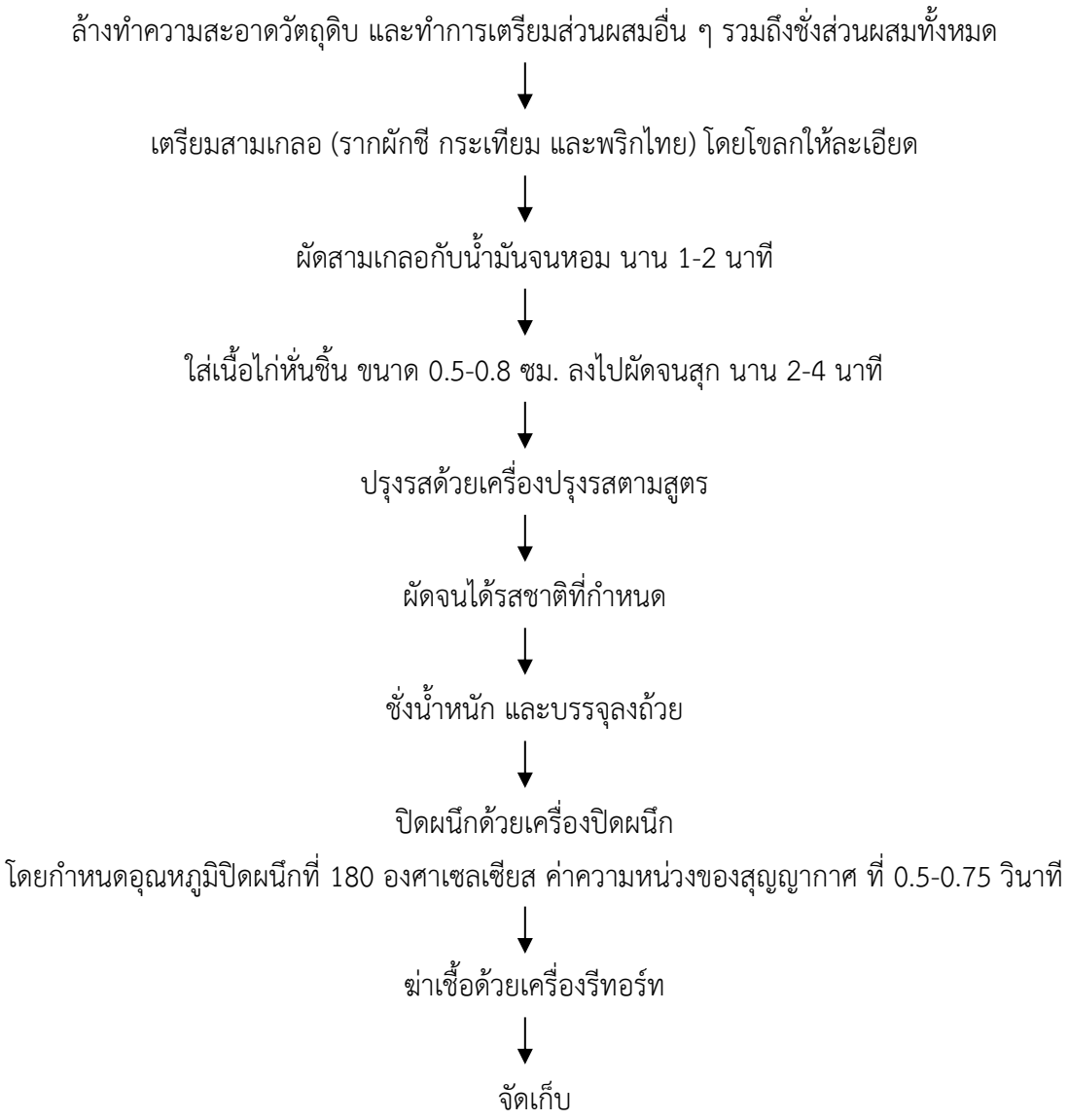
4.2.2.2 ผลการพัฒนาสูตรการผลิตไก่ผัดกระเทียม

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาสูตรการผลิตไก่ผัดกระเทียม จำนวน 3 สูตร เพื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตที่ดีที่สุดต่อไป โดยแสดงเป็นร้อยละของส่วนประกอบ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ส่วนประกอบที่แสดงเป็นร้อยละของไก่ผัดกระเทียม จำนวน 3 สูตร ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรการผลิต

ลำดับ	รายการ	สูตรที่ 1 (ร้อยละ)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ)
1	อกไก่	72.0	55.9	68.0
2	น้ำเปล่า	9.4	20.5	16.6
3	กระเทียมไทยตำ	-	5.0	3.0
4	พริกไทยดำป่น	2.0	1.1	0.7
5	กระเทียมไทย	2.9	1.1	1.1
6	รากผักชี	2.2	4.1	1.9
7	น้ำมันหอย	3.6	0.4	3.5
8	น้ำมันถั่วเหลือง	3.6	6.2	1.4
9	น้ำตาลทราย	2.2	1.3	1.0
10	ซีอิ๊วขาว	2.2	-	1.8
11	ซอสปรุงรส	-	2.8	-
12	น้ำปลา	-	1.5	-
13	ซีอิ๊วดำ	-	-	1.1

โดยจากการพัฒนาสูตรตั้งต้นของผลิตภัณฑ์ไก่ผัดกระเทียม เพื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส มีกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 กระบวนการผลิตไก่กระเทียม ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรการผลิต

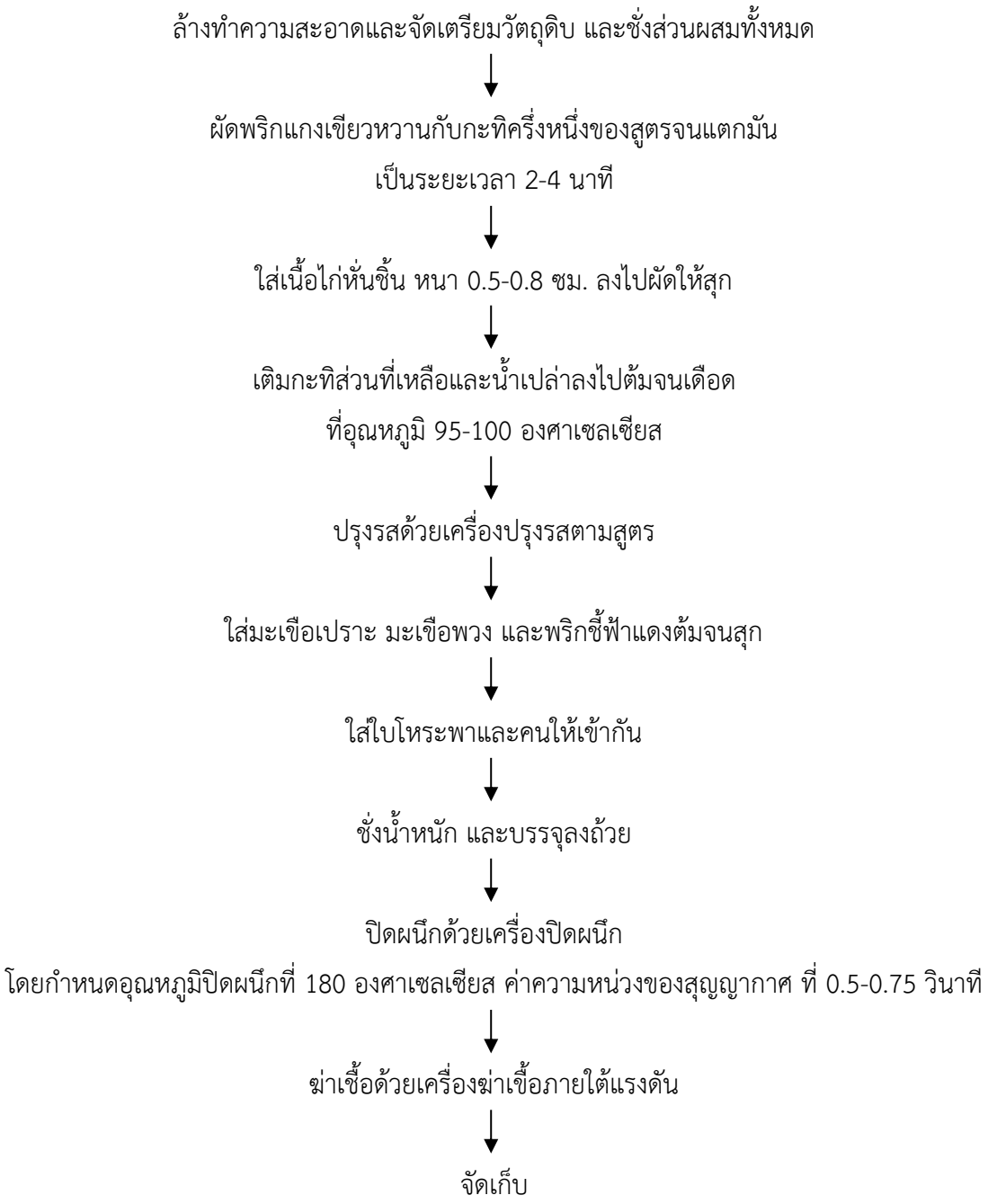
4.2.2.3 ผลการพัฒนาสูตรการผลิตแกงเขียวหวานไก่

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาสูตรการผลิตแกงเขียวหวานไก่ จำนวน 3 สูตร เพื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตที่ดีที่สุดต่อไป ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สูตรส่วนประกอบที่แสดงเป็นร้อยละของแกงเขียวหวานไก่ จำนวน 3 สูตร ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรการผลิต

ลำดับ	รายการ	สูตรที่ 1 (ร้อยละ)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ)
1	อกไก่	37.4	38.3	36.2
2	พริกแกงเขียวหวาน	6.6	9.2	4.3
3	กะทิ อร่อยดี	32.6	19.1	36.2
4	มะเขือเปราะ	15.0	15.3	14.5
5	ใบโหระพา	3.0	3.1	2.9
6	น้ำตาลปี๊บ	1.6	2.5	1.7
7	พริกชี้ฟ้าแดง	1.1	1.1	1.1
8	มะเขือพวง	1.9	1.9	1.8
9	น้ำปลา	0.4	1.4	0.9
10	ใบมะกรูด	0.3	0.3	0.3
11	เกลือ	0.1	-	-
12	น้ำเปล่า	-	7.7	-
13	พริกแกงเผ็ด	-	0.2	-

โดยจากการพัฒนาสูตรตั้งต้นของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่ เพื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส มีกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 กระบวนการผลิตแกงเขียวหวานไก่ ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรการผลิต

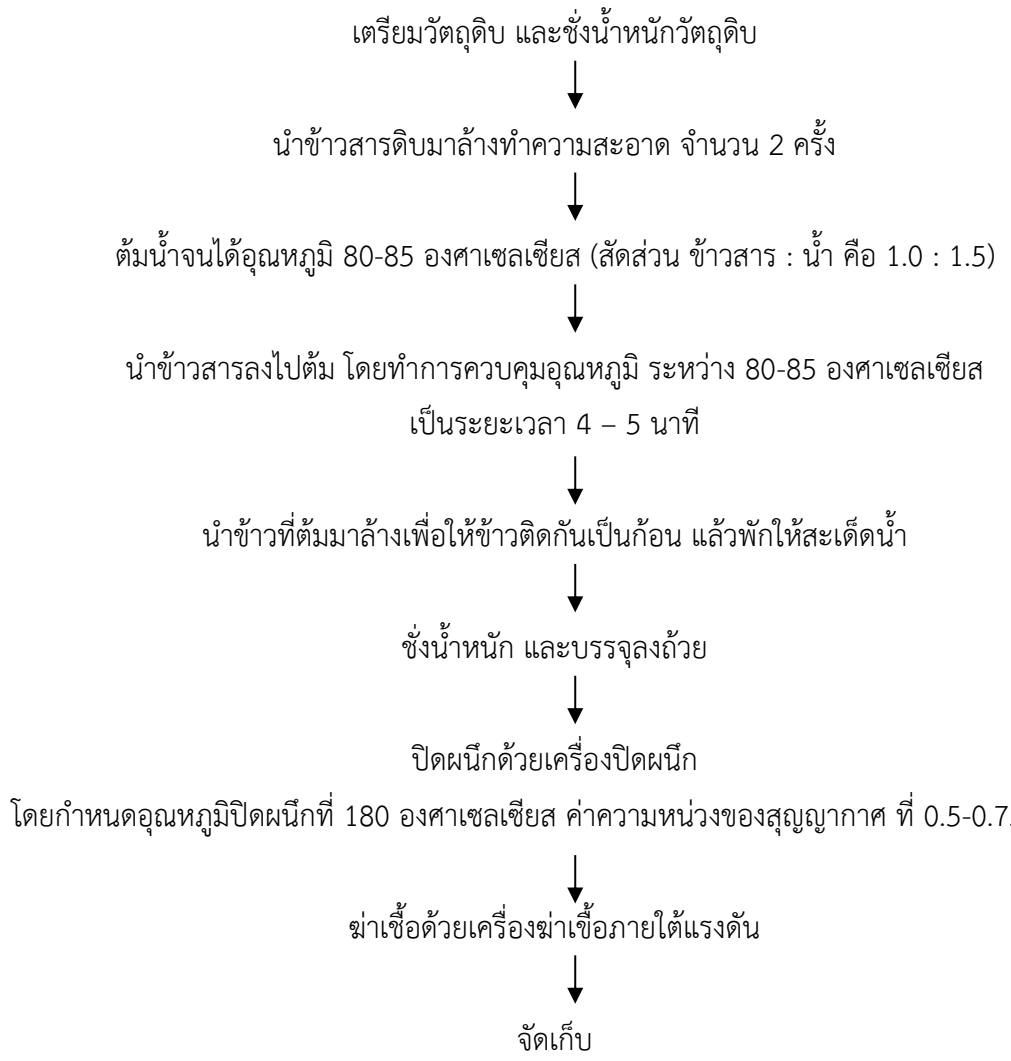
4.2.2.3 ผลการพัฒนาสูตรการผลิตข้าวหุงสุก

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาสูตรการผลิตข้าวหุงสุก จำนวน 3 สูตร เพื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตที่ดีที่สุดต่อไป ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 สูตรส่วนประกอบของที่แสดงเป็นร้อยละของข้าวหุงสุก จำนวน 3 สูตร ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรการผลิต

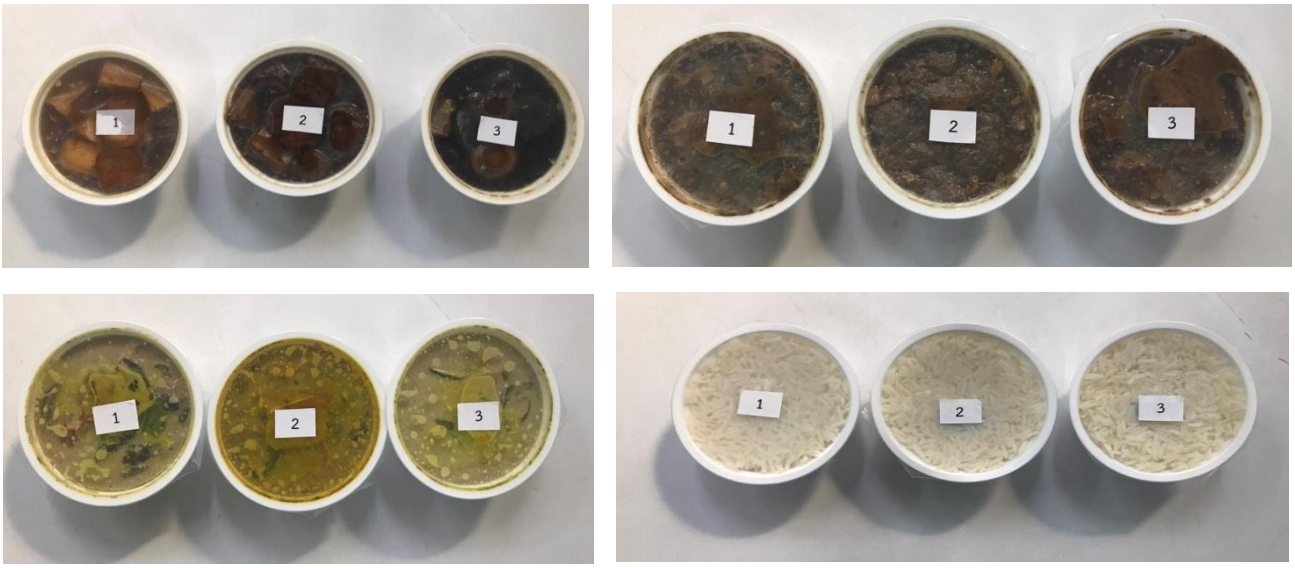
ลำดับ	รายการ	สูตรที่ 1 (ร้อยละ)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ)
1	ข้าวหอมมะลิ (กข 105)	100	85	20
2	ข้าวหอมปทุม	-	-	65
3	ข้าวเสาไห้	-	15	15

โดยจากการพัฒนาสูตรตั้งต้นของผลิตภัณฑ์ข้าวหุงสุก มีกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 กระบวนการผลิตข้าวหุงสุก ในขั้นตอนการพัฒนาสูตรการผลิต

จากผลการพัฒนาสูตรอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน จำนวน 4 เมนูอาหาร (ไข่พะโล้ ไก่ผัดกระเทียม แกงเขียวหวานไก่ และข้าวหุงสุก) อย่างละ 3 สูตร/เมนูอาหาร เพื่อใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสสำหรับการคัดเลือกสูตรการผลิตต่อไป



รูปที่ 4.9 การพัฒนาสูตรการผลิตอย่างละ 3 สูตร/เมนูอาหาร เพื่อนำไปคัดเลือกสูตรการผลิต

4.2.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิต

ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบทางประสาทสัมผัส ในช่วงพัฒนาสูตรอาหารสำเร็จรูปกับสูตรอาหารของเมนูที่ได้รับการพัฒนา จำนวน 4 เมนู เมนูละอย่างน้อย 3 แบบ โดยมีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

1) กำหนดขอบเขตของการทดสอบหรือการวิจัย เพื่อกำหนดกลุ่มตัวอย่างหรือผู้ทดสอบชิม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ มีรายละเอียดดังนี้

- **ประชากร**

  ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร

- **กลุ่มตัวอย่าง** ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการจัดหาผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร จำนวน 10 คน **(รายชื่อแสดงดังภาคผนวก ก)** มาเป็นผู้ประเมินหรือผู้ทดสอบตามคุณสมบัติที่กำหนด ดังนี้

<u>คุณสมบัติผู้ประเมิน</u>

- ผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร หรือด้านวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และ/หรือ มีประสบการณ์ทำงานในอุตสาหกรรมอาหารไม่น้อยกว่า 10 ปี และ/หรือ
- ผู้ที่ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตรการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการทดสอบทางประสาทสัมผัสในอุตสาหกรรมอาหาร และ/หรือ หลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือการทดสอบทางประสาทสัมผัส หรือการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องตามมาตรฐานความปลอดภัยอาหาร หรือหลักสูตรอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

ผู้ประเมินดังกล่าวจะเป็นผู้ที่มีความรู้และทักษะการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการประเมินผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบ โดยใช้การแยกความแตกต่างและความสามารถในการอธิบายด้านคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ให้ข้อมูลในการตอบสนองของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ได้ เป็นผู้ทดสอบชิม (ประเทือง โชคประเสริฐ, 2553)

- **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) **(ภาคผนวก ข)** ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย คำถามเกี่ยวกับการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (Sensory Testing) โดยให้กลุ่มตัวอย่างประเมินคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ของเมนูจำนวน 4 เมนู ได้แก่ ไข่พะโล้ ไก่ผัดกระเทียม แกงเขียวหวานไก่ และข้าวหุงสุก เมนูละ 3 สูตร โดยการทดสอบชิม ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม รวมทั้งหมด 6 ด้าน กล่าวคือ

1) ลักษณะปรากฏ ได้แก่ ความน่าสนใจ รูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ ขนาดของผลิตภัณฑ์

2) สี ได้แก่ ความเข้ม-อ่อน ของผลิตภัณฑ์

3) กลิ่น ได้แก่ กลิ่นหอมของวัตถุดิบ เครื่องแกง เครื่องเทศสมุนไพรที่ใช้ของผลิตภัณฑ์

4) รสชาติ ได้แก่ รสหวาน รสเค็ม รสเปรี้ยว ความเผ็ด ความกลมกล่อมของผลิตภัณฑ์

5) เนื้อสัมผัส ได้แก่ ความนุ่ม เหนียว แข็งกระด้าง ของผลิตภัณฑ์ เมื่อได้สัมผัสขณะเคี้ยว

6) ความชอบโดยรวม ได้แก่ ความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์โดยรวม เมื่อพิจารณาหลายปัจจัยประกอบกัน

จากนั้นให้ผู้ทดสอบประเมินคะแนนความชอบ 9 ระดับ แบบวิธี 9-point Hedonic Scale ซึ่งเป็นการทดสอบการยอมรับอย่างแท้จริง โดยแสดงออกมาในรูปปฏิกิริยาของผู้ทดสอบในระดับการชอบหรือไม่ชอบของผลิตภัณฑ์ซึ่งกำหนดให้ภายใต้สภาวะที่กำหนด (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2545) โดยมีระดับความชอบดังนี้

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

พร้อมทั้งให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมด้านคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ ในแต่ละสูตรที่ได้ชิม รวมถึงข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data) ในการปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

- **การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้**

ภายหลังจากการเก็บข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) มีประโยชน์ในกรณีที่ต้องการทราบรายละเอียดของข้อกำหนดของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หนึ่ง ๆ หรือเปรียบเทียบระหว่างหลาย ๆ ผลิตภัณฑ์ร่วมกัน ใช้ในงานการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อวิเคราะห์ว่า ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่นี้จะสามารถเข้าใกล้ประชากรกลุ่มเป้าหมายได้อย่างไร หรือใช้ในการประเมินความเหมาะสมของตัวอย่างที่จะนำมาใช้เป็นต้นแบบ (prototype product) เป็นต้น (ประเทือง โชคประเสริฐ, 2553) โดยมีการกำหนด

ค่าสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ตัวแปรระดับความคิดเห็น ได้แก่ การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ด้าน และความชอบโดยรวม รวม 6 ด้าน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้มาตรวัดอันตรภาค และเนื่องจากผู้วิจัยได้กำหนดค่าคะแนนในแต่ละระดับ และต้องการทราบค่าเฉลี่ยคะแนนของแต่ละระดับความคิดเห็น สถิติที่ใช้จึงได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) (ศิวบูรณ์ ธนานุกูลชัย, 2554)

เมื่อได้ผลวิเคราะห์ทางสถิติจากผู้ประเมินทั้ง 10 คนแล้ว จะได้คะแนนความชอบเฉลี่ยของแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมในแต่ละสูตร ทำให้สามารถเลือกสูตรที่มีความชอบมากที่สุดในแต่ละเมนูได้ พร้อมทั้งให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ รวมถึงข้อเสนอแนะอื่น ๆ อันจะเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ในการปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

ดำเนินการจัดหาผู้ประเมินที่มีความสามารถให้ข้อมูลในการตอบสนองของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งมีคุณสมบัติสอดคล้องตามที่กำหนดไว้ จำนวน 10 คน

1) ดำเนินการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร จำนวน 10 คน โดยดำเนินการ ณ ห้องทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory room) สถาบันอาหาร ที่ได้รับการออกแบบตามมาตรฐานการทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังรูปที่ 4.10

รูปที่ 4.10 ห้องทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory room)

เนื่องจากสถานที่ทดสอบทางประสาทสัมผัส เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ต้องให้การพิจารณาในการจัดสถานที่ทดสอบให้มีบรรยากาศที่มีสมาธิในการทดสอบ เพราะผู้ทดสอบต้องการความสะดวกสบายของสถานที่ทดสอบ ผู้ทดสอบต้องไม่พบกับสิ่งรบกวนภายนอกขณะที่ทำการทดสอบ ทำให้สามารถปรับประสาทสัมผัสให้เกิดการรับรู้ที่ดีในการทดสอบ คุณลักษณะบางประการของผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบก็อาจมีผลจากอุณหภูมิและความชื้น

สัมพัทธ์ในห้องทดสอบ และลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ก็อาจมีผลกระทบจากแสงและความเข้มของแสงด้วย จึงต้องมีการควบคุมสภาวะในห้องทดสอบเพื่อลดการลำเอียง (bias) เพิ่มความแน่นอน ให้มีความแน่นอน/เที่ยงตรง แม่นยำในการทดสอบ ให้มีการรับรู้ทางประสาทสัมผัสได้ดีขึ้น (ประเทือง โชคประเสริฐ, 2553)

2) ดำเนินการจัดเตรียมและเสิร์ฟตัวอย่างผลิตภัณฑ์แต่ละเมนู จำนวน 4 เมนู เมนูละ 3 สูตร ให้แก่ผู้ทดสอบ พร้อมแบบสอบถามเพื่อประเมิน โดยให้ทดสอบชิมทีละเมนู และแต่ละสูตรจะมีการ กำหนดตัวเลขรหัส 3 หลัก เพื่อลดการลำเอียง (bias) ของผู้ทดสอบชิม ได้แก่ 927, 335, 549, 829, 143, 069, 826, 563, 928, 324, 720 และ 082

4.11 a) ตัวอย่างทดสอบชิมเมนู ไข่พะโล้

4.11 b) ตัวอย่างทดสอบชิมเมนู ไก่ผัดกระเทียม

4.11 c) ตัวอย่างทดสอบชิมเมนู แกงเขียวหวานไก่

4.11 d) ตัวอย่างทดสอบชิมเมนู ข้าวหุงสุก

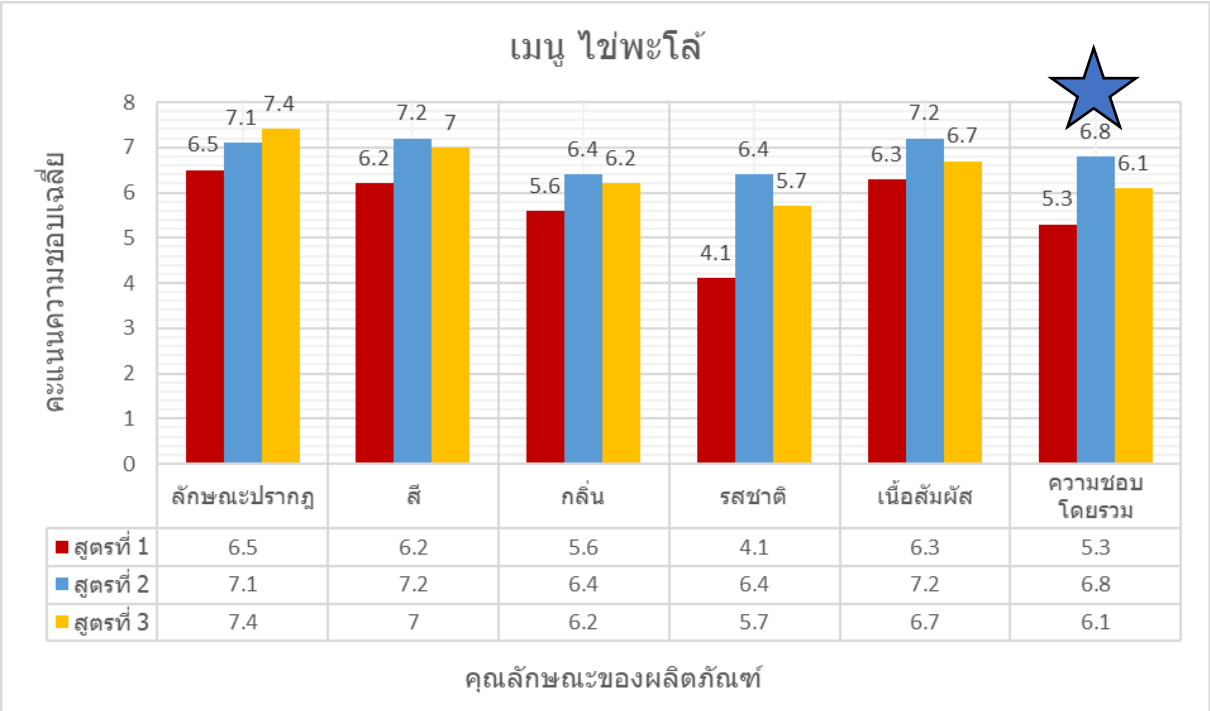
รูปที่ 4.11 ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิต

รูปที่ 4.12 บรรยากาศการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิต

3) เมื่อดำเนินการทดสอบทางประสาทสัมผัสเสร็จเรียบร้อยทั้ง 4 เมนู จะทำการรวบรวมแบบประเมินผลของทั้ง 4 เมนู จากผู้ทดสอบทั้ง 10 คน เพื่อนำไปวิเคราะห์และประมวลผล ในการเลือกสูตรที่มีความชอบมากที่สุดในแต่ละเมนู

4) ดำเนินการรวบรวมเอกสารแบบประเมินผลของผู้ทดสอบจำนวน 10 คน และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาคะแนนเฉลี่ยในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมในแต่ละสูตร พร้อมทั้งความคิดเห็นเพิ่มเติมในแต่ละสูตรที่บ่งบอกถึงคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ รวมถึงข้อเสนอแนะอื่น ๆ ซึ่งสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ของทั้ง 4 เมนู ได้ดังนี้

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตไข่พะโล้



รูปที่ 4.13 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตไข่พะโล้

จากรูปที่ 4.13 แสดงผลการคำนวณคะแนนความชอบเฉลี่ยของการทดสอบชิมเมนูไข่พะโล้ จำนวน 3 สูตร ในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ และความชอบโดยรวม พบว่า

สูตรที่ 1: ลักษณะปรากฏ สี และเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง, กลิ่น มีระดับความชอบเฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย, รสชาติ มีระดับความไม่ชอบเล็กน้อย ถึง เฉย ๆ โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ลักษณะของน้ำแกงดูใส รสชาติจืด ไม่เข้มข้น เมื่อรับประทานกับข้าวสวยแล้วรสชาติอ่อนเกินไป จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 5.3 (เฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย)

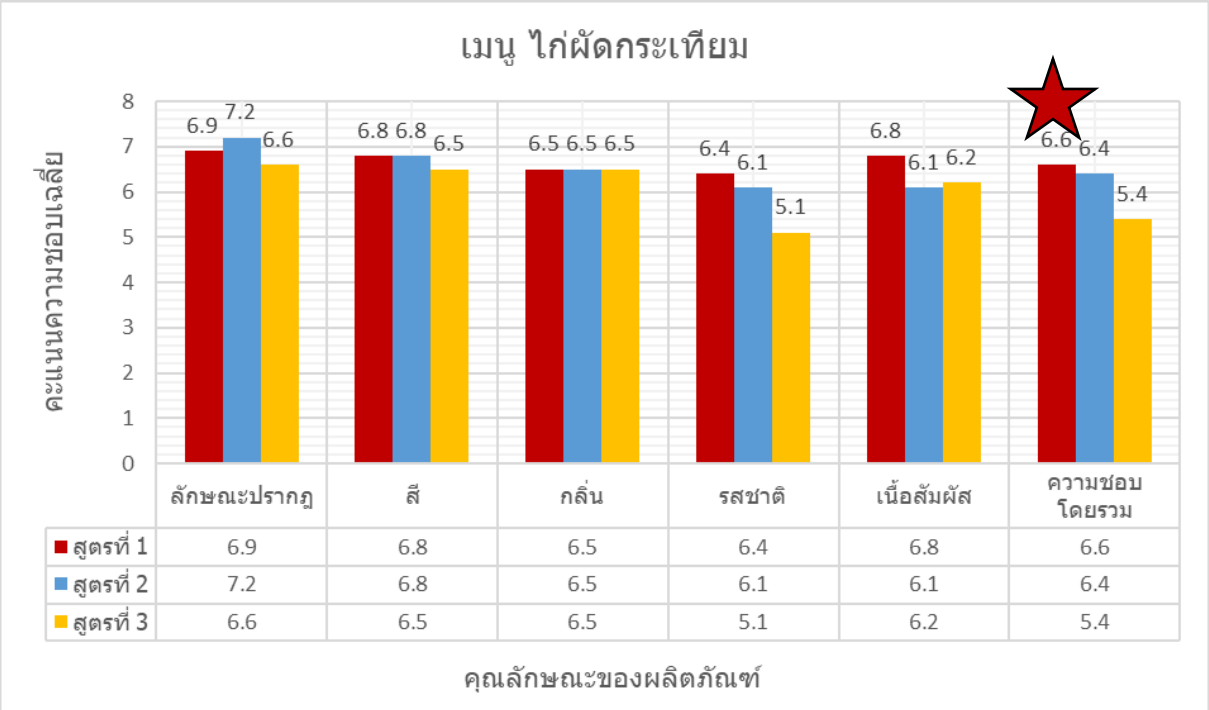
สูตรที่ 2: ลักษณะปรากฏ สี และเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก, กลิ่น และรสชาติ มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ลักษณะเนื้อสัมผัสของไข่และเต้าหู้

มีความพอดี ไม่แข็งและไม่นุ่มจนเกินไป มีความหอมกลิ่นเครื่องเทศที่ใช้ รสชาติละมุน รับประทานกับข้าวสวยได้อย่างลงตัว จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.8 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

สูตรที่ 3: ลักษณะปรากฏ และสี มีระดับความชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก, กลิ่น และเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง และรสชาติ มีระดับความชอบ เฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ลักษณะปรากฏดูน่ารับประทาน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส มีความลงตัว แต่รสชาติอ่อนไปเล็กน้อย จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.1 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

ดังนั้น จากผลการวิเคราะห์คะแนนความชอบและความคิดเห็นเพิ่มเติมของเมนูไข่พะโล้ทั้ง 3 สูตร พบว่า **สูตรที่ 2 เป็นสูตรที่มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากที่สุด** รองลงมาคือ สูตรที่ 3 และสูตรที่ 1 ตามลำดับ **เนื่องจากผลของความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทดสอบที่ให้คะแนนความชอบโดยรวมเป็นสูตรที่ 2 มีความคิดเห็นว่าลักษณะเนื้อสัมผัสของไข่และเต้าหู้มีความพอดี ไม่แข็งและไม่นุ่มจนเกินไป มีกลิ่นหอมของเครื่องเทศที่ใช้ตามเอกลักษณ์ของเมนูพะโล้ รสชาติมีความละมุน กลมกล่อม มีความเข้มข้นมากกว่าสูตรอื่น ทำให้สามารถรับประทานคู่กับข้าวสวยได้อย่างลงตัว** จึงเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรต้นแบบในการทดลองผลิตอาหารสำเร็จรูปต่อไป

<u>ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตไก่ผัดกระเทียม</u>



รูปที่ 4.14 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตไก่ผัดกระเทียม

จากรูปที่ 4.14 แสดงผลการคำนวณคะแนนความชอบเฉลี่ยของการทดสอบชิมเมนูไก่ผัดกระเทียม จำนวน 3 สูตร ในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ และความชอบโดยรวม พบว่า

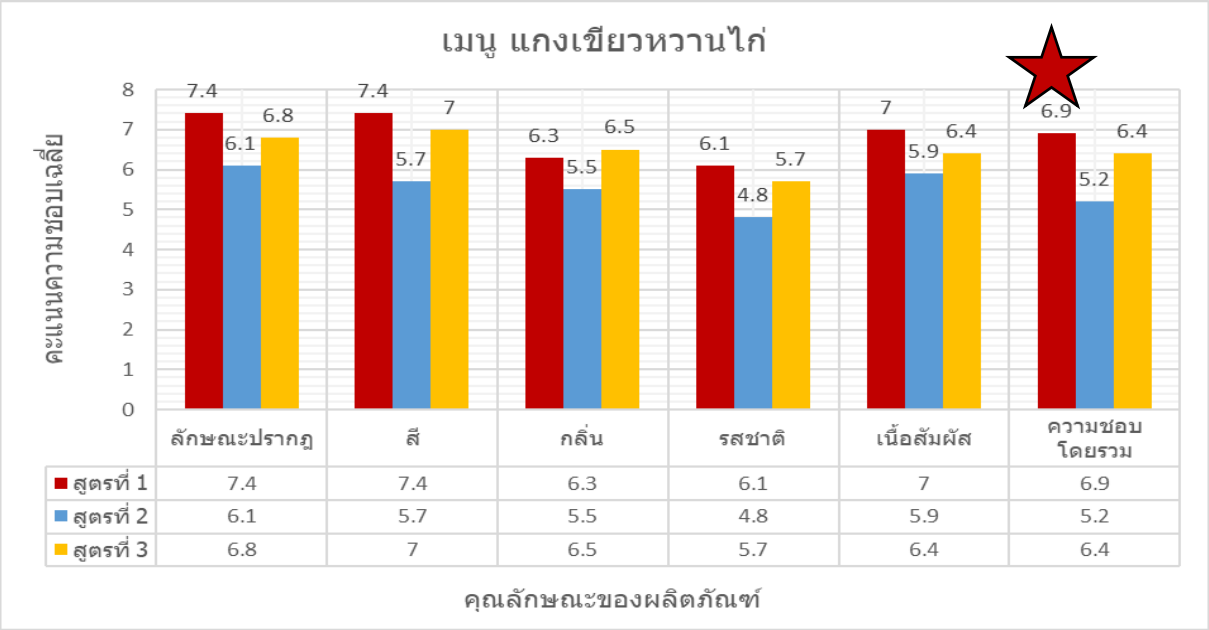
สูตรที่ 1: ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า เนื้อไก่มีความนุ่ม ไม่ร่วน มีกลิ่นหอมของเครื่องเทศชัดเจน รสชาติเข้มข้น รับประทานกับข้าวสวยได้อย่างลงตัว จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.6 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

สูตรที่ 2: ลักษณะปรากฏ มีระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก, สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ลักษณะปรากฏดูน่ารับประทาน แต่เนื้อไก่มีความกระด้างเล็กน้อย มีกลิ่นหอมของเครื่องเทศชัดเจน เข้มข้น จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.4 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

สูตรที่ 3: ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง, รสชาติมีระดับความชอบ เฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า เนื้อไก่มีความกระด้างเล็กน้อย รสชาติไม่เข้มข้น เครื่องเทศอ่อนเกินไป ไม่กลมกล่อมเท่าที่ควร จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 5.4 (เฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย) นอกจากนี้ ทั้ง 3 สูตร ยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า ควรลดปริมาณน้ำซอสต่อถ้วยลงเล็กน้อย เพื่อไม่ให้ดูแฉะ

ดังนั้น จากผลการวิเคราะห์คะแนนความชอบและความคิดเห็นเพิ่มเติมของเมนูไก่ผัดกระเทียมทั้ง 3 สูตร พบว่า **สูตรที่ 1 เป็นสูตรที่มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากที่สุด** รองลงมาคือ สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ตามลำดับ **เนื่องจากผลของความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทดสอบที่ให้คะแนนความชอบโดยรวมเป็นสูตรที่ 1 มีความคิดเห็นว่าเมื่อได้ลิ้มรสขณะเคี้ยว สัมผัสได้ถึงเนื้อไก่ที่มีความนุ่มกำลังดีมากกว่าสูตรอื่น ไม่ร่วน ไม่แห้งหรือแข็งกระด้างจนเกินไป มีกลิ่นหอมของเครื่องเทศกระเทียมพริกไทยชัดเจน รสชาติเข้มข้นพอดี กลมกล่อม รับประทานกับข้าวสวยได้อย่างลงตัว** จึงเลือกสูตรที่ 1 เป็นสูตรต้นแบบในการทดลองผลิตอาหารสำเร็จรูปต่อไป

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตแกงเขียวหวานไก่



รูปที่ 4.15 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตแกงเขียวหวานไก่

จากรูปที่ 4.15 แสดงผลการคำนวณคะแนนความชอบเฉลี่ยของการทดสอบชิมเมนูแกงเขียวหวานไก่ จำนวน 3 สูตร ในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ และความชอบโดยรวม พบว่า

สูตรที่ 1: ลักษณะปรากฏ และสี มีระดับความชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก, เนื้อสัมผัส มีระดับความชอบปานกลาง, กลิ่น และรสชาติ มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ลักษณะปรากฏ และสีของแกง ดูน่ารับประทาน เนื้อไก่มีความนุ่ม มีกลิ่นหอมของพริกแกง รสชาติกลมกล่อม รับประทานกับข้าวสวยได้อย่างลงตัว จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.9 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

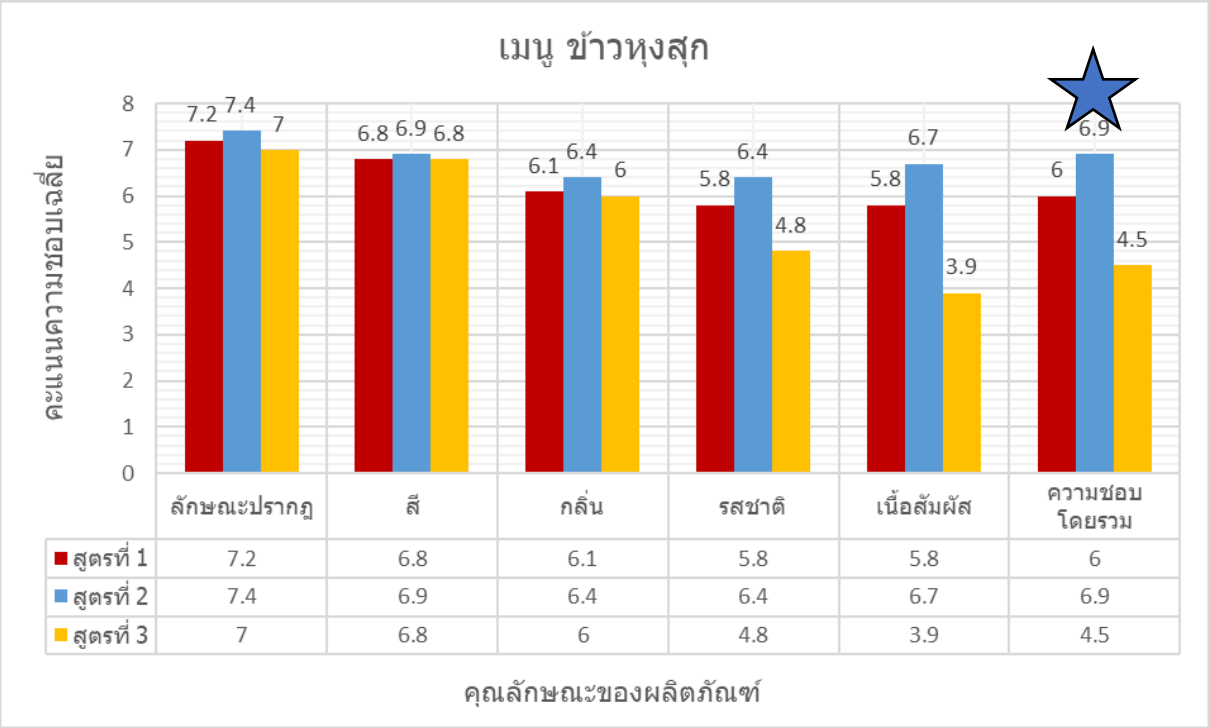
สูตรที่ 2: ลักษณะปรากฏ มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง, สี กลิ่น และเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบ เฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย และรสชาติ มีระดับความไม่ชอบเล็กน้อย ถึง เฉย ๆ โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า สีของแกงดูเข้มเกินไป มีกลิ่นพริกแกงค่อนข้างฉุน และรสชาติเผ็ดนำ ไม่กลมกล่อมเท่าที่ควร เนื้อสัมผัสไก่ค่อนข้างแข็งและชิ้นใหญ่ จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 5.2 (เฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย)

สูตรที่ 3: ลักษณะปรากฏ กลิ่น และเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง, สี มีระดับความชอบปานกลาง และรสชาติ มีระดับความชอบ เฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ลักษณะปรากฏ สีของแกง ดูน่ารับประทาน มีกลิ่นหอมของเครื่องแกง แต่เนื้อสัมผัสน้ำแกงมีความเหลวเล็กน้อย ไม่เข้มข้น ทำให้รสชาติอ่อนลงไป จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.4 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

นอกจากนี้ ทั้ง 3 สูตร ยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า ควรปรับเนื้อสัมผัสของมะเขือเปราะให้คงรูป ไม่เละ

ดังนั้น จากผลการวิเคราะห์คะแนนความชอบและความคิดเห็นเพิ่มเติมของเมนูแกงเขียวหวานไก่ทั้ง 3 สูตร พบว่า **สูตรที่ 1 เป็นสูตรที่มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากที่สุด** รองลงมาคือ สูตรที่ 3 และสูตรที่ 2 ตามลำดับ **เนื่องจากผลของความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทดสอบที่ให้คะแนนความชอบโดยรวมเป็นสูตรที่ 1 มีความคิดเห็นว่าลักษณะปรากฏ สีของแกง ดูน่ารับประทานมากที่สุด และมีลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่ที่ดีมากกว่าสูตรอื่น โดยมีสีของแกงไม่เข้มหรืออ่อนจนเกินไป เนื้อไก่มีความนุ่ม ไม่แห้งหรือแข็งกระด้าง มีกลิ่นหอมของพริกแกงที่กำลังดี เป็นเอกลักษณ์ ไม่ฉุนเกินไป รสชาติกลมกล่อม เข้มข้นพอดี รับประทานกับข้าวสวยได้อย่างลงตัว** จึงเลือกสูตรที่ 1 เป็นสูตรต้นแบบในการทดลองผลิตอาหารสำเร็จรูปต่อไป

<u>ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตข้าวหุงสุก</u>



รูปที่ 4.16 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตข้าวหุงสุก

จากรูปที่ 4.16 แสดงผลการคำนวณคะแนนความชอบเฉลี่ยของการทดสอบชิมเมนูข้าวหุงสุก จำนวน 3 สูตร ในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ และความชอบโดยรวม พบว่า

สูตรที่ 1: ลักษณะปรากฏ มีระดับความชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก, สีและกลิ่น มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง, รสชาติและเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบ เฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ลักษณะปรากฏดูน่ารับประทาน แต่เนื้อสัมผัสของข้าวมีความแข็งและเหนียวเล็กน้อย จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6 (ชอบเล็กน้อย)

สูตรที่ 2: ลักษณะปรากฏ มีระดับความชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก, สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ลักษณะปรากฏและสีดูน่ารับประทาน มีกลิ่นหอมและรสชาติอ่อน ๆ ของข้าว เนื้อสัมผัสนุ่ม จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.9 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

สูตรที่ 3: ลักษณะปรากฏ มีระดับความชอบปานกลาง, สี มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง, กลิ่น มีระดับความชอบเล็กน้อย, รสชาติ มีระดับความไม่ชอบเล็กน้อย ถึง เฉย ๆ และเนื้อสัมผัส มีระดับความไม่ชอบปานกลาง ถึง ไม่ชอบเล็กน้อย โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ลักษณะปรากฏดูน่ารับประทาน แต่เนื้อสัมผัสของข้าวมีความแข็งกระด้างเกินไป บางเม็ดเป็นไต เหมือนข้าวสุกไม่สม่ำเสมอเท่ากันในถ้วย ทำให้ไม่ได้รับรสชาติของข้าวสุกเท่าที่ควร จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 4.5 (ไม่ชอบเล็กน้อย ถึง เฉย ๆ)

ดังนั้น จากผลการวิเคราะห์คะแนนความชอบและความคิดเห็นเพิ่มเติมของเมนูข้าวหุงสุก ทั้ง 3 สูตร พบว่า **สูตรที่ 2 เป็นสูตรที่มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากที่สุด** รองลงมาคือ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ตามลำดับ **เนื่องจากผลของความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทดสอบที่ให้คะแนนความชอบโดยรวมเป็นสูตรที่ 2 มีความคิดเห็นว่าลักษณะปรากฏและสีดูน่ารับประทาน เมื่อได้ลิ้มรสขณะเคี้ยว มีกลิ่นหอมและรสชาติอ่อน ๆ ของข้าวที่กำลังดี เนื้อสัมผัสมีความนุ่ม ไม่แข็งกระด้าง ในขณะที่สูตรอื่นมีความเหนียวและแห้งแข็งกระด้างมากกว่า ทำให้ไม่ได้รับรสชาติของข้าวสุกเท่าที่ควร** จึงเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรต้นแบบในการทดลองผลิตอาหารสำเร็จรูปต่อไป

จากการวิเคราะห์และอภิปรายผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับสูตรอาหารทั้ง 4 เมนู สามารถสรุปได้ว่า มีสูตรที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากที่สุดในแต่ละเมนู ได้แก่ ไข่พะโล้ สูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากที่สุดคือ 6.8, ไก่ผัดกระเทียม สูตรที่ 1 มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากที่สุดคือ 6.6, แกงเขียวหวานไก่ สูตรที่ 1 มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากที่สุดคือ 6.9 และข้าวหุงสุก สูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากที่สุดคือ 6.9 โดยทำการแปลผลตามระดับความชอบ 9 ระดับ แบบวิธี 9-point Hedonic Scale พบว่าผู้ทดสอบมีการยอมรับหรือมีความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง ในทุกเมนู

จากการสืบค้นข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคประเภทข้าวและผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆ ในการประเมินทางประสาทสัมผัสหรือการทดสอบการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลการทดสอบส่วนใหญ่มีระดับคะแนนตั้งแต่ 6 ขึ้นไป เช่น

การค้นคว้าแบบอิสระ เรื่อง การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อไส้ขนมลูกชิดจากเศษเหลือใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตลูกชิดเชื่อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าการทดสอบการยอมรับและความชอบของผู้บริโภคระดับคะแนนตั้งแต่ 6 ขึ้นไป ถือว่าผู้บริโภคให้การยอมรับ (ดารณี สุขรอด, 2555)

รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเพื่อสุขภาพ ภายใต้โครงการพัฒนาการผลิตข้าวปลอดภัยคุณภาพทั้งระบบ กลุ่มภาคเหนือตอนบน 1 ประจำปีงบประมาณ 2555 มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง ลำปาง โดยมีการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนา เช่น ข้าวมันปูอบสับปะรด ที่อัตราส่วนของข้าวต่อน้ำในการหุงที่แตกต่างกัน ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบและการยอมรับรวมสูงสุดของข้าวมันปูอบสับปะรดที่อัตราส่วน ข้าว:น้ำ ที่ 1:2 โดยให้คะแนนการยอมรับรวมคือ 6.71

บทความวิจัยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำนมข้าวโพดผสมธัญพืช สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ โดยทดสอบความชอบด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 คะแนน ในคุณลักษณะด้านสี กลิ่นรส รสหวาน ความข้น ชนิดของธัญพืชที่ผสม และความชอบโดยรวม ผลการวิจัยพบว่าน้ำนมข้าวโพดสูตรผสมเมล็ดเจีย มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด 6.90

วิทยานิพนธ์เรื่อง คุณค่าทางอาหารและกลิ่นรสของเต้าหู้ยี้ที่หมักแบบธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่มีการหาค่าเฉลี่ยของผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้ยี้สำเร็จรูปสูตรต่างๆ พบว่า สูตรเต้าหู้ยี้ที่มีส่วนประกอบของข้าวแดง มีคะแนนความชอบรวมสูงสุด 6.05 ซึ่งได้รับการยอมรับจากผู้ประเมินมากที่สุด และมีความเป็นไปได้ที่จะซื้อมากที่สุดจากทั้งหมด 9 สูตร (นันทิยา พาหุมันโต, 2552)

ดังนั้น จากการสืบค้นข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงสามารถสรุปได้ว่า การทดสอบทางประสาทสัมผัสกับสูตรอาหารทั้ง 4 เมนูที่ได้รับการพัฒนาในโครงการ สูตรที่มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากที่สุดในแต่ละเมนู **ผู้ทดสอบมีการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ และสามารถเป็นสูตรต้นแบบที่เหมาะสมในการนำไปดำเนินกิจกรรมทดลองปรับสูตรการผลิตอาหารสำเร็จรูปต่อไป โดยสามารถสรุปสูตรการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกทั้ง 4 เมนู ได้ ดังตารางที่ 4.6**

ตารางที่ 4.6 สรุปสูตรการผลิตที่ได้รับการคัดเลือกทั้ง 4 เมนูอาหาร

ไข่พะโล้		ไก่ผัดกระเทียม		แกงเขียวหวานไก่		ข้าวหุงสุก	
ส่วนประกอบ	**สูตรที่ 2 (%)**	**ส่วนประกอบ**	**สูตรที่ 1 (%)**	**ส่วนประกอบ**	**สูตรที่ 1 (%)**	**ส่วนประกอบ**	**สูตรที่ 2 (%)**
ไข่ต้ม	32.1	อกไก่	72.0	อกไก่	37.4	ข้าวหอมมะลิ กข105	85
น้ำเปล่า	45.8	น้ำเปล่า	9.4	พริกแกงเขียวหวาน	6.6	ข้าวหอมปทุม	-
น้ำตาลปี๊บ	6.9	กระเทียมไทยดำ	-	กะทิ อร่อยดี	32.6	ข้าวเสาไห้	15
เต้าหู้ขาวแบบแข็ง	4.8	พริกไทยดำป่น	2.0	มะเขือเปราะ	15.0		
เต้าหู้พวง	1.0	กระเทียมไทย	2.9	ใบโหระพา	3.0		
รากผักชี	1.2	รากผักชี	2.2	น้ำตาลปี๊บ	1.6		
กระเทียมไทย	0.4	น้ำมันหอย	3.6	พริกชี้ฟ้าแดง	1.1		
พริกไทยดำเม็ด	0.5	น้ำมันถั่วเหลือง	3.6	มะเขือพวง	1.9		
ดอกโป๊ยกั๊ก	0.2	น้ำตาลทราย	2.2	น้ำปลา	0.4		
อบเชย	1.4	ซีอิ๊วขาว	2.2	ใบมะกรูด	0.3		
ซีอิ๊วขาว	1.0	ซอสปรุงรส	-	เกลือ	0.1		
น้ำมันถั่วเหลือง	-	น้ำปลา	-	น้ำเปล่า	-		
น้ำตาลกรวด	2.3	ซีอิ๊วดำ	-	พริกแกงเผ็ด	-		
เกลือป่น	0.5						
ซอสปรุงรส	1.6						
ซีอิ๊วดำ	0.4						
น้ำปลา	-						
ผงพะโล้	-						

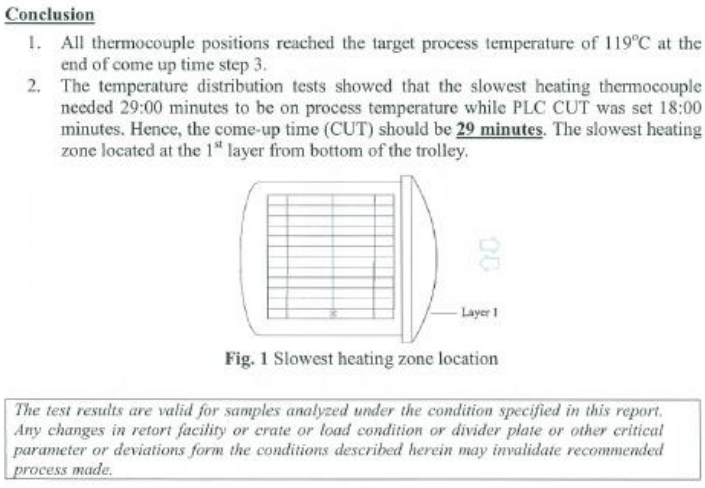
4.3 การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเพื่อกำหนดค่าความคุมกระบวนการผลิต

การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์จะใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านการกำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 349 พ.ศ.2556 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นผู้ดำเนินการ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และมีกระบวนการผลิตที่มีมาตรฐานสอดคล้องตามกฎหมาย ซึ่งมีการศึกษาปัจจัยควบคุมกระบวนการผลิตโดยดำเนินการหาค่า TD คือ การศึกษาการกระจายตัวของความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อ ค่า HP คือ ค่าการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน ค่า F_0 คือ เวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ และ Process Time คือ เวลาทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อ โดยผู้กำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Process Authority) ภายใต้เครื่องรีทอร์ท รุ่น KM-PG5SS-E ขนาดเครื่อง ความยาว 100 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลางเครื่อง 95 ซม. จำนวน 1 รถเข็น รถเข็นละ 12 ชั้น ซึ่งรายละเอียดผลการหาสภาวะ มีดังนี้

4.3.1 ผลการศึกษาการกระจายตัวความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อ (Temperature distribution: TD)

จากผลการศึกษาการกระจายตัวความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อ หรือ Temperature distribution (TD) คือการศึกษาเพื่อเป็นตัวช่วยในการกำหนดข้อปฏิบัติในการใช้งานเครื่องฆ่าเชื้อทุกประเภทซึ่งเป็นการหาจุดที่ร้อนช้าที่สุดภายในเครื่องฆ่าเชื้อ โดยผู้กำหนดการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (PA) จะเป็นผู้ทำการศึกษาและรับรองผล ทั้งนี้การศึกษานี้จัดการศึกษาขึ้นเพื่อให้แน่ใจว่าอุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อมีความสม่ำเสมอในแต่ละครั้งและทุกครั้งที่ใช้งาน (สถาบันอาหาร, 2562) พบว่าผลการหาค่า TD สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

จากการศึกษาค่าการกระจายตัวของความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อพบว่า อุณหภูมิจาก Thermometer ที่วางในแต่ละจุดของหม้อฆ่าเชื้ออ่านอุณหภูมิถึง 119 ℃ เมื่อจบช่วง Come-up-time ขั้นตอนที่ 3 และระยะเวลา Come-up-time คือเวลาตั้งแต่ให้ความร้อน (เปิดไอน้ำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อ) จนจับเวลาในการฆ่าเชื้อที่เหมาะสม คือ 29 นาที ก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อ โดยมีจุดร้อนช้าอยู่บริเวณด้านหลัง ชั้นที่ 1 ของตะกร้า ทั้งนี้จุดร้อนช้า คือ บริเวณที่เป็นตัวแทนภายในเครื่องฆ่าเชื้อทั้งหมด หากความร้อนแทรกตัวเข้ามาและทำลายเชื้อจุลินทรีย์บริเวณดังกล่าวให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยแล้ว จะทำให้มั่นใจว่าทุกบริเวณภายในเครื่องฆ่าเชื้อนั้นได้รับความร้อนเพียงพอ



Conclusion

1. All thermocouple positions reached the target process temperature of 119°C at the end of come up time step 3.
2. The temperature distribution tests showed that the slowest heating thermocouple needed 29:00 minutes to be on process temperature while PLC CUT was set 18:00 minutes. Hence, the come-up time (CUT) should be **29 minutes**. The slowest heating zone located at the 1st layer from bottom of the trolley.

Fig. 1 Slowest heating zone location

The test results are valid for samples analyzed under the condition specified in this report. Any changes in retort facility or crate or load condition or divider plate or other critical parameter or deviations form the conditions described herein may invalidate recommended process made.

รูปที่ 4.17 ตำแหน่งจุดร้อนช้าภายในเครื่องฆ่าเชื้อ

โดยในการศึกษาหาค่า TD สำหรับถ้วยพลาสติกขนาด 103 x 46 mm สำหรับ retort 1 ตะกร้า สามารถการตั้งค่าโปรแกรม และปัจจัยที่ต้องควบคุมในการศึกษาได้ดังตารางที่ 4.7 ผลการศึกษาการกระจายตัวความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อ (TD) และตารางปัจจัยที่ต้องควบคุม

ตารางที่ 4.7 ผลการศึกษาการกระจายตัวความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อ หรือ Temperature distribution (TD)

Retort operation procedure

The retort operating procedures for the 1-trolley layer capacity KM retort No.1 loaded with 103×46 mm plastic cup in vertical in column (lid up) orientation following:

1. Press the start button, the PLC will run to control the operation step as following:

Table 4 PLC steps

Step	Controller setting temperature (°C)	Set Time* (Minute)	Pressure* (bar)	Action
1	*100*	*21*	*1.0*	Come-up
2	*120*	*7*	*2.0*	
3	*120*	*1*	*2.0*	
4	*120*	*Process time*	*2.0*	Sterilizing
5	*105*	*3*	*1.8*	Cooling
6	*80*	*3*	*1.0*	
7	*50*	*3*	*0.5*	
8	*40*	*3*	*0.2*	

*These control steps are based upon temperature, time and pressure.

NB : Based on the results of temperature distribution studies, it is recommended that:-
- This temperature distribution is based upon time, temperature and pressure.
- To ensure accuracy in temperature readings, both MIG thermometer and RTD (Resistance Temperature Device) must be regularly calibrated.

Comment

The MIG thermometer sensor must be located directly contact heating medium in retort.

ตารางที่ 4.8 ปัจจัยที่ทำการควบคุมเพื่อให้อยู่ในเกณฑ์ขั้นตอนการปฏิบัติการด้วยเครื่องฆ่าเชื้อ

Table 5 Controlled parameters for retort operation procedure

Container size	103×46 mm plastic cup
Maximum number of trays per retort	12 trays per retort
Maximum number of containers per tray	576 cups per tray (48 cups per layer of 12 layers)
Minimum free space between tray layer	5 cm
Tray type	Rectangular based with vertically sided tray
Container orientation	Vertical in column (lid up) orientation
Minimum flow rate of heating water	5.8 l/s
Capacity of centrifugal pump	2.2 kW, 2,840 rpm
Electric heater	4 heaters, 16 kW/ heater
Minimum initial temperature	26.1°C
Maximum retort come up simultaneously	1 retort

4.3.2 ผลการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน (Heat penetration: HP)

การศึกษาการแทรกผ่านความร้อน หรือ Heat penetration (HP) คือการศึกษาที่ศึกษาอัตราเร็วที่ปริมาณความร้อนแทรกผ่านไปยังจุดร้อนช้าที่สุดในอาหาร ซึ่งเป็นการทดลองที่ออกแบบเพื่อวัดอัตราการเพิ่มอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์อาหาร โดยจากข้อมูลจะทำให้ทราบถึงจุดที่ร้อนช้าที่สุดของอาหารขณะได้รับความร้อนในการผลิตจริง ดังนั้นในการศึกษาจึงต้องออกแบบให้ครอบคลุมถึงสภาวะที่เลวร้ายที่สุด (Worst case) ไว้ด้วย (สถาบันอาหาร, 2562) เนื่องจากสภาวะที่เลวร้ายเป็นปัจจัยสำคัญที่อาจทำให้เกิดการฆ่าเชื้อที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งส่งผลต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค เช่น ขนาดชิ้นไก่ที่ใหญ่ที่สุด น้ำแกงเขียวหวานที่ข้นที่สุด เป็นต้น โดยผลการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน (HP) สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

จากการศึกษาค่าการกระจายตัวของความร้อนในเครื่องฆ่าเชื้อ (TD) พบว่า ระยะเวลา Come-up-time ซึ่งคือเวลาตั้งแต่ให้ความร้อน (เปิดไอน้ำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อ) จนจับเวลาในการฆ่าเชื้อ ที่เหมาะสม คือ 29 นาที ก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อ โดยมีจุดร้อนช้าอยู่บริเวณด้านหลัง ชั้นที่ 1 ของตะกร้า (จากผลการศึกษา Temperature distribution (TD)) และทางผู้วิจัยได้ทำการเลือกขนาดของถ้วยบรรจุภัณฑ์ คือ 103 x 46 มม. เนื่องจากเป็นขนาดที่มีความเหมาะสมแก่การบรรจุผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 เมนูอาหาร โดยสามารถบรรจุได้ประมาณ 210 กรัม ซึ่งพอดีกับปริมาณที่ทางผู้วิจัยกำหนด ดังนี้

1) ผลการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน (HP) ของไข่พะโล้

จากการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน (HP) พบว่า ได้ทำการวางถ้วยผลิตภัณฑ์ไข่พะโล้พร้อมทั้ง Thermocouple ในถ้วย ในบริเวณจุดร้อนช้าทั้งหมดจำนวน 12 ถ้วยทดสอบ โดยในแต่ละถ้วยการทดสอบทำการบรรจุในสภาวะที่เลวร้ายที่สุดในการผลิต และทำการทดสอบภายใต้การวางถ้วยจำลองผลิตภัณฑ์ (Dummy) ขนาด 103 x 46 มม. แบบเต็มชั้น และเต็มตะกร้า

Test procedures

Heat penetration studies involve the measuring the product temperature inside the tested plastic cup by placing a thermocouple in each container. A series of tests were conducted in order to locate the slowest heating point within the test plastic cups and then to confirm heating rate by placing the thermocouples at the cold spot.

The tests were conducted in the coldest zone of the retort. Test results indicate that the slowest heating points of stir fried chicken (chunk style) with garlic packed in 103×46 mm plastic cup in the vertical in column (lid up) orientation was at the geometric center of the container.

Heat penetration test condition

- Place one thermocouple at slowest heating point of 12 test plastic cups of product.
- Test containers were processed through the normal production line procedures in worst case condition (see process diagram on page 6 of 9).
- To ensure the initial temperature for study, decrease product temperature and take immediately prior to testing.
- Used the coldest zone from temperature distribution established, for the heat penetration test. (1st layer from bottom of the trolley).
- All dummy plastic cups 103×46 mm were manually full loaded into the retort trolleys in the vertical in column (lid up) orientation.
- Selecting and run the PLC as specified for each product to process the product at the target process temperature.
- Stop process when F_0 value was obtained and cooled down the products.
- Run a confirmation heat penetration test on the identified cold spot of the product by using 12 test plastic cups of product.
- To calculate and reassessed F_0 value. Use general method and Ball formula method.
- The lethality gained during the cooling time is assessed as a safety factor, which is not used for the F_0 (general method) value calculation.

รูปที่ 4.18 เงื่อนไขการทดสอบการแทรกผ่านความร้อน (HP) ของเมนูไข่พะโล้

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการแทรกผ่านความร้อนของเมนูไข่พะโล้

Product	Palo soup with egg and bean curd
Plastic cup size (Diameter × Height)	103×46 mm
Number of containers used in studies	24 cups
Maximum fill weight*	125 gm
- Boiled eggs	95 gm
- White bean curd	20 gm
- Deep fried stinky tofu	10 gm
Net weight	215 gm
Drain weight	130 gm
Maximum test size*	
- Boiled eggs (Diameter × Length)*	5.5×4.0 cm
- White bean curd (Width × Length × Thickness)*	2.8×3.5×1.6 cm
- Deep fried stinky tofu (Width × Length× Thickness)*	3.4×4.5×2.5 cm
Maximum residual air*	15 ml
Head space	15 mm
pH of finished product	6.0
Total soluble solid of finished product	29 °Brix
Minimum water flow rate during process*	5.8 l/sec
Minimum overpressure during process*	2.0 bars
Minimum initial product temperature*	30°C (86°F)
Minimum come up time*	29 minutes
Plastic cup orientation*	Vertical in column (lid up) orientation
Setting temperature*	120°C (248.0°F)
Process temperature*	119°C (246.2°F)
Process time*	43 minutes
f value	1.40
f_h value	30.13
F_0 value (Ball formula method)	6.1

จากผลการศึกษาการแทรกความความร้อนของผลิตภัณฑ์เมนูไข่พะโล้ พบว่า เมื่อทำการบรรจุไข่พะโล้ในปริมาณที่มากที่สุด ที่อุณหภูมิที่ต่ำที่สุดก่อนทำการฆ่าเชื้อ (30 องศาเซลเซียส) โดยภายในบรรจุไข่พะโล้ เต้าหู้ขาว เต้าหู้พวงและน้ำพะโล้ ซึ่งระยะเวลาฆ่าเชื้อที่เหมาะสมที่สุด คือ 43 นาที ภายใต้การตั้งอุณหภูมิของโปรแกรมที่ 120 องศาเซลเซียส

2) ผลการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน (HP) ของไก่ผัดกระเทียม

จากการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน (HP) พบว่า ได้ทำการวางถ้วยผลิตภัณฑ์ไก่ผัดกระเทียม พร้อมทั้ง thermocouple ในถ้วย ในบริเวณจุดร้อนช้าทั้งหมดจำนวน 12 ถ้วยทดสอบ โดยในแต่ละถ้วยการทดสอบทำการบรรจุในสภาวะที่เลวร้ายที่สุดในการผลิต และทำการทดสอบภายใต้การวางถ้วยจำลองผลิตภัณฑ์ (Dummy) ขนาด 103x46 มม. แบบเต็มชั้น และเต็มตะกร้า

จากผลการศึกษาการแทรกความความร้อนของผลิตภัณฑ์เมนูไก่ผัดกระเทียม พบว่า เมื่อทำการบรรจุไก่ผัดกระเทียมในปริมาณที่มากที่สุด ที่อุณหภูมิที่ต่ำที่สุดก่อนทำการฆ่าเชื้อ ภายในถ้วย (30 องศาเซลเซียส) โดยภายในบรรจุชิ้นเนื้อไก่และน้ำซอสผัดปรุงรส ซึ่งระยะเวลาฆ่าเชื้อที่เหมาะสมที่สุด คือ 53 นาที ภายใต้การตั้งอุณหภูมิของโปรแกรมที่ 120 องศาเซลเซียส

Test procedures

Heat penetration studies involve the measuring the product temperature inside the tested plastic cup by placing a thermocouple in each container. A series of tests were conducted in order to locate the slowest heating point within the test plastic cups and then to confirm heating rate by placing the thermocouples at the cold spot.

The tests were conducted in the coldest zone of the retort. Test results indicate that the slowest heating points of stir fried chicken (chunk style) with garlic packed in 103×46 mm plastic cup in the vertical in column (lid up) orientation was at the geometric center of the container.

Heat penetration test condition

- Place one thermocouple at slowest heating point of 12 test plastic cups of product.
- Test containers were processed through the normal production line procedures in worst case condition (see process diagram on page 6 of 9).
- To ensure the initial temperature for study, decrease product temperature and take immediately prior to testing.
- Used the coldest zone from temperature distribution established, for the heat penetration test. (1st layer from bottom of the trolley).
- All dummy plastic cups 103×46 mm were manually full loaded into the retort trolleys in the vertical in column (lid up) orientation.
- Selecting and run the PLC as specified for each product to process the product at the target process temperature.
- Stop process when F_0 value was obtained and cooled down the products.
- Run a confirmation heat penetration test on the identified cold spot of the product by using 12 test plastic cups of product.
- To calculate and reassessed F_0 value. Use general method and Ball formula method.
- The lethality gained during the cooling time is assessed as a safety factor, which is not used for the F_0 (general method) value calculation.

รูปที่ 4.19 เงื่อนไขการทดสอบการแทรกผ่านความร้อน (HP) ของเมนูไก่ผัดกระเทียม

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบการแทรกผ่านความร้อนของเมนูไก่ผัดกระเทียม

Table 3 Heat penetration test result

Product	Stir fried chicken (chunk style) with garlic
Plastic cup size (Diameter × Height)	103×46 mm
Number of containers used in studies	24 cups
Maximum fill weight*	160 gm
Maximum net weight*	210 gm
Drain weight	147 gm
Maximum test size*	
- Chicken (Width × Length × Thickness)*	4.0×5.5×1.8 cm
Maximum residual air*	20 ml
Head space	12 mm
pH of finished product	6.0
Total soluble solid of finished product	23 °Brix
Minimum water flow rate during process*	5.8 l/sec
Minimum overpressure during process*	2.0 bars
Minimum initial product temperature*	30°C (86°F)
Minimum come up time*	29 minutes
Plastic cup orientation*	Vertical in column (lid up) orientation
Setting temperature*	120°C (248.0°F)
Process temperature*	119°C (246.2°F)
Process time*	53 minutes
j value	1.38
f_h value	38.04
F_0 value (Ball formula method)	6.1

3) ผลการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน (HP) ของแกงเขียวหวานไก่

จากการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน (HP) พบว่า ได้ทำการวางถ้วยผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่ พร้อมทั้ง thermocouple ในถ้วย ในบริเวณจุดร้อนช้าทั้งหมดจำนวน 12 ถ้วยทดสอบ โดยในแต่ละถ้วยการทดสอบทำการบรรจุในสภาวะที่เลวร้ายที่สุดในการผลิต และทำการทดสอบภายใต้การวางถ้วยจำลองผลิตภัณฑ์ (Dummy) ขนาด 103x46 มม. แบบเต็มชั้น และเต็มตะกร้า

จากผลการศึกษาการแทรกความความร้อนของผลิตภัณฑ์เมนูแกงเขียวหวานไก่ พบว่า เมื่อทำการบรรจุแกงเขียวหวานในปริมาณที่มากที่สุด ที่อุณหภูมิที่ต่ำที่สุดก่อนทำการฆ่าเชื้อ ภายในถ้วย (30 องศาเซลเซียส) โดยภายในบรรจุชิ้นเนื้อไก่ มะเขือเปราะ มะเขือพวง ใบโหระพา พริกชี้ฟ้าและน้ำแกงเขียวหวาน ซึ่งระยะเวลาฆ่าเชื้อที่เหมาะสมที่สุด คือ 54 นาที ภายใต้การตั้งอุณหภูมิของโปรแกรมที่ 120 องศาเซลเซียส

Test procedures

Heat penetration studies involve the measuring the product temperature inside the tested plastic cup by placing a thermocouple in each container. A series of tests were conducted in order to locate the slowest heating point within the test plastic cups and then to confirm heating rate by placing the thermocouples at the cold spot.

The tests were conducted in the coldest zone of the retort. Test results indicate that the slowest heating points of stir fried chicken (chunk style) with garlic packed in 103×46 mm plastic cup in the vertical in column (lid up) orientation was at the geometric center of the container.

Heat penetration test condition

- Place one thermocouple at slowest heating point of 12 test plastic cups of product.
- Test containers were processed through the normal production line procedures in worst case condition (see process diagram on page 6 of 9).
- To ensure the initial temperature for study, decrease product temperature and take immediately prior to testing.
- Used the coldest zone from temperature distribution established, for the heat penetration test, (1^{st} layer from bottom of the trolley).
- All dummy plastic cups 103×46 mm were manually full loaded into the retort trolleys in the vertical in column (lid up) orientation.
- Selecting and run the PLC as specified for each product to process the product at the target process temperature.
- Stop process when F_0 value was obtained and cooled down the products.
- Run a confirmation heat penetration test on the identified cold spot of the product by using 12 test plastic cups of product.
- To calculate and reassessed F_0 value. Use general method and Ball formula method.
- The lethality gained during the cooling time is assessed as a safety factor, which is not used for the F_0 (general method) value calculation.

รูปที่ 4.20 เงื่อนไขการทดสอบการแทรกผ่านความร้อน (HP) ของเมนูแกงเขียวหวานไก่

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบการแทรกผ่านความร้อนของเมนูแกงเขียวหวานไก่

Table 3 Heat penetration test result

Product	Green curry with chicken (chunk style)
Plastic cup size (Diameter × Height)	103×46 mm
Number of containers used in studies	24 cups
Maximum fill weight*	120 gm
Maximum net weight*	210 gm
Drain weight	105 gm
Maximum test size*	
- Chicken (Width × Length × Thickness)*	4.0×5.5×1.8 cm
Maximum residual air*	15 ml
Head space	10 mm
pH of finished product	5.9
Total soluble solid of finished product	22 °Brix
Minimum water flow rate during process*	5.8 l/sec
Minimum overpressure during process*	2.0 bars
Minimum initial product temperature*	30°C (86°F)
Minimum come up time*	29 minutes
Plastic cup orientation*	Vertical in column (lid up) orientation
Setting temperature*	120°C (248.0°F)
Process temperature*	119°C (246.2°F)
Process time*	54 minutes
j value	1.35
f_h value	39.06
F_0 value (Ball formula method)	6.1

4) ผลการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน (HP) ของข้าวหุงสุก

จากการศึกษาการแทรกผ่านความร้อน (HP) พบว่า ได้ทำการวางถ้วยผลิตภัณฑ์ข้าวหุงสุกและ thermocouple ในถ้วย ในบริเวณจุดร้อนช้าทั้งหมดจำนวน 12 ถ้วยทดสอบ โดยในแต่ละถ้วยการทดสอบทำการบรรจุในสภาวะที่เลวร้ายที่สุดในการผลิต และทำการทดสอบภายใต้การวางถ้วยจำลองผลิตภัณฑ์ (Dummy) ขนาด 103x46 มม. แบบเต็มชั้น และเต็มตะกร้า

จากผลการศึกษาการแทรกความความร้อนของผลิตภัณฑ์เมนูข้าว พบว่า เมื่อทำการบรรจุข้าวหุงสุกในปริมาณที่มากที่สุด ที่อุณหภูมิที่ต่ำที่สุดก่อนทำการฆ่าเชื้อ ภายในถ้วย (30 องศาเซลเซียส) ซึ่งระยะเวลาฆ่าเชื้อที่เหมาะสมที่สุด คือ 30 นาที ภายใต้การตั้งอุณหภูมิของโปรแกรมที่ 120 องศาเซลเซียส

Heat penetration test condition

- Place one thermocouple at slowest heating point of 12 test plastic cups of product.
- Test containers were processed through the normal production line procedures in worst case condition (see process diagram on page 6 of 9).
- To ensure the initial temperature for study, decrease product temperature and take immediately prior to testing.
- Used the coldest zone from temperature distribution established, for the heat penetration test. (1st layer from bottom of the trolley).
- All dummy plastic cups 103×46 mm were manually full loaded into the retort trolleys in the vertical in column (lid up) orientation.
- Selecting and run the PLC as specified for each product to process the product at the target process temperature.
- Stop process when F_0 value was obtained and cooled down the products.
- Run a confirmation heat penetration test on the identified cold spot of the product by using 12 test plastic cups of product.
- To calculate and reassessed F_0 value. Use general method and Ball formula method.
- The lethality gained during the cooling time is assessed as a safety factor, which is not used for the F_0 (general method) value calculation.

รูปที่ 4.21 เงื่อนไขการทดสอบการแทรกผ่านความร้อน (HP) ของเมนูข้าวหุงสุก

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบการแทรกผ่านความร้อนของเมนูข้าวหุงสุก

Table 3 Heat penetration test result

Product	Cooked rice (solid pack)
Plastic cup size (Diameter × Height)	103×46 mm
Number of containers used in studies	24 cups
Maximum fill weight*	160 gm
Net weight	160 gm
Maximum residual air*	23 ml
Head space	17 mm
Minimum moisture content of cooked rice before sealing*	55%
pH of finished product	6.6
Minimum water flow rate during process*	5.8 l/sec
Minimum overpressure during process*	1.6 bars
Minimum initial product temperature*	31.8°C (89.24°F)
Minimum come up time*	29 minutes
Plastic cup orientation*	Vertical in column (lid up) orientation
Setting temperature*	120°C (248.0°F)
Process temperature*	119°C (246.2°F)
Process time*	30 minutes
F_0 value end of cooking (General method)	3.7
F_0 value end of cooling (General method)	8.2

รูปที่ 4.22 บรรยากาศการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับ 4 เมนูผลิตภัณฑ์

ดังนั้น จากผลการศึกษาการหาสภาวะการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมสำหรับเมนูอาหารพร้อมรับประทาน ได้แก่ ไข่พะโล้ ไก่ผัดกระเทียม แกงเขียวหวานไก่ และข้าวหุงสุก ภายใต้โครงการวิจัยนี้ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 สรุปข้อมูลสำหรับปัจจัยควบคุมสำหรับการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารพร้อมรับประทาน

ลำดับ	ปัจจัยควบคุมการผลิต	ไข่พะโล้	ไก่ผัดกระเทียม	แกงเขียวหวานไก่	ข้าวหุงสุก
1	ถ้วยบรรจุภัณฑ์	103x46 มม.	103x46 มม.	103x46 มม.	103x46 มม.
2	น้ำหนักบรรจุที่มากที่สุดก่อนการฆ่าเชื้อ (ต้องไม่เกิน)	125 กรัม	160 กรัม	120 กรัม	160 กรัม
3	น้ำหนักส่วนประกอบภายในถ้วยที่ทำการบรรจุ (ต้องไม่เกิน)	-ไข่ต้ม 95 กรัม -เต้าหู้แข็ง 20 กรัม -เต้าหู้พวง 10 กรัม	ส่วนประกอบรวมต้องไม่เกิน 160 กรัม	ส่วนประกอบรวมต้องไม่เกิน 120 กรัม	ส่วนประกอบรวมต้องไม่เกิน 160 กรัม
4	น้ำหนักสุทธิ	215 กรัม	210 กรัม	210 กรัม	160 กรัม
5	น้ำหนักเนื้อ (หลังจากการฆ่าเชื้อ)	130 กรัม	147 กรัม	105 กรัม	-
6	ขนาดส่วนประกอบภายในถ้วย	-ไข่ต้ม 5.5x4.0 ซม. -เต้าหู้แข็ง 2.8x3.5x1.6 ซม. -เต้าหู้พวง 3.4x4.5x2.5 ซม.	- เนื้อไก่ 4.0x5.5x1.8 ซม.	- เนื้อไก่ 4.0x5.5x1.8 ซม.	-
7	ปริมาณของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้ทั้งหมด (°Brix หรือ %)	29 %	23 %	22 %	-
8	ค่าร้อยละของเกลือ (%Salt)	14.0 – 15.0	14.5 – 15.5	12.0 - 14.0	
9	อุณหภูมิผลิตภัณฑ์ภายในเครื่องก่อนการฆ่าเชื้อ	30 °C	30 °C	30 °C	31.8 °C
10	อุณหภูมิในกระบวนการฆ่าเชื้อ (อุณหภูมิจริงภายในเครื่อง)	121 °C	121 °C	121 °C	121 °C
11	ระยะเวลาฆ่าเชื้อ	43 นาที	53 นาที	53 นาที	30 นาที
12	ค่า F_0	6.1	6.1	6.1	3.7

หมายเหตุ ข้อมูลการศึกษาที่ได้จากการใช้เครื่องรีทอร์ทรุ่น KM-PG5SS-E ขนาดเครื่อง ความยาว 100 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลางเครื่อง 95 ซม. จำนวน 1 รถเข็น รถเข็นละ 12 ชั้น

4.4 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

ผู้วิจัยได้นำสูตรการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานที่ได้รับคัดเลือกจากหัวข้อ 4.2 มาผลิตโดยใช้กระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมตามที่ได้ศึกษาในหัวข้อ 4.3 ดังนั้น ในหัวนี้ผู้วิจัยจึงต้องการนำเสนอผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินทั้ง 4 เมนู ว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจในระดับใด และมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์อย่างไร ผลการสำรวจสามารถสรุป ได้ดังนี้

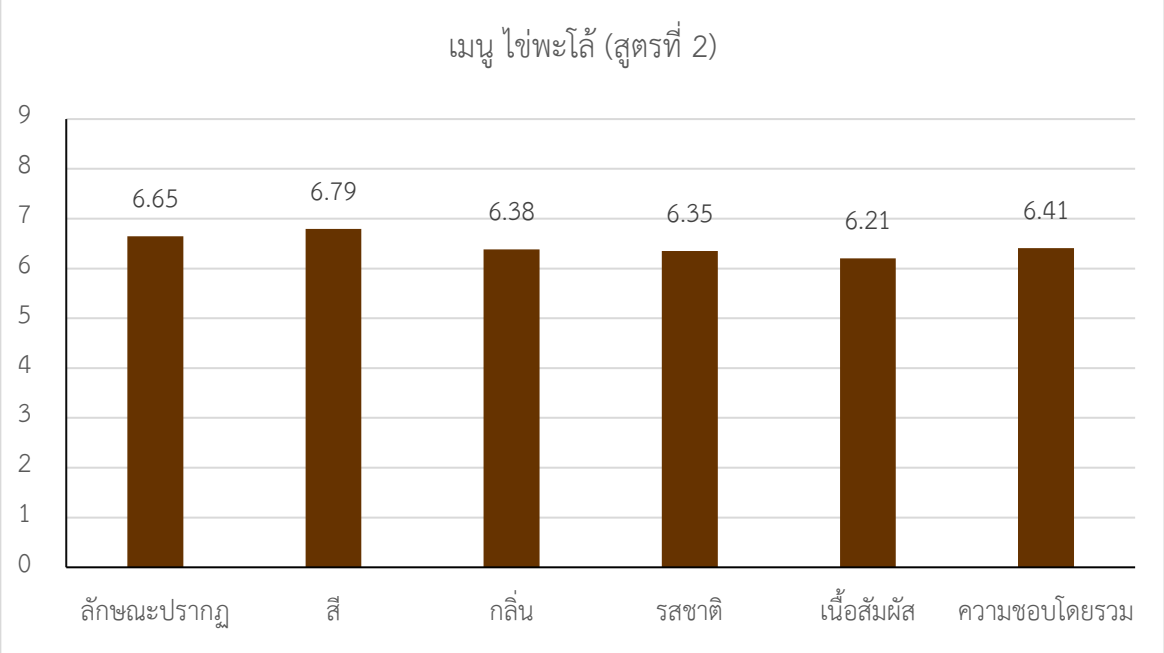
การทดสอบความพึงพอใจ มีกลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งสิ้น 101 คน แบ่งเป็น 1) กลุ่มวัยทำงาน ได้แก่ บุคลากรของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จำนวน 56 คน 2) กลุ่มคนเปราะบาง ได้แก่ ประชาชนทั่วไปที่เป็นเด็กและผู้สูงอายุ จำนวน 34 คน และ 3) กลุ่มคนมุสลิม จำนวน 11 คน ซึ่งในจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 101 คนนี้ แบ่งเป็น ผู้ที่ทดสอบชิมไข่พะโล้ 34 คน ผู้ที่ทดสอบชิมไก่ผัดกระเทียม 35 คน ผู้ที่ทดสอบชิมแกงเขียวหวานไก่ 32 คน และในจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 101 คนนี้ ได้ทำการทดสอบชิมข้าวหุงสุก จำนวน 86 คน ดำเนินการทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory Testing) ของเมนูอาหารที่ได้รับการพัฒนาสูตร ทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความพึงพอใจโดยรวม

ตารางที่ 4.14 คุณลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

คุณลักษณะทั่วไป	กลุ่มตัวอย่าง	
	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	44	43.56
หญิง	57	56.44
อายุ		
น้อยกว่า 13 ปี	7	6.93
14 – 30 ปี	6	5.94
31 – 45 ปี	36	35.64
46 – 60 ปี	24	23.76
60 ปี ขึ้นไป	28	27.72
***หมายเหตุ** (ต่ำสุด 9 ปี สูงสุด 85 ปี)		
ศาสนา		
พุทธ	89	88.12
อิสลาม	11	10.89
คริส	1	0.99

คุณลักษณะทั่วไป	กลุ่มตัวอย่าง	
	จำนวน	ร้อยละ
สถานภาพ		
โสด	49	48.51
สมรส	45	44.55
หม้าย/หย่า/แยกกันอยู่	7	6.93
ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่า ป.ตรี	26	25.74
ป.ตรี	33	32.67
ป.โท	41	40.59
ป.เอก	1	0.99
อาชีพ		
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	52	51.49
นักเรียน/นักศึกษา	10	9.90
รับจ้างทั่วไป/ลูกจ้าง	8	7.92
อื่น ๆ	31	30.69
รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 15,000 บาท	24	23.76
15,001 – 20,000 บาท	17	16.83
20,001 – 25,000 บาท	15	14.85
25,001 – 30,000 บาท	14	13.86
30,001 – 35,000 บาท	6	5.94
มากกว่า 35,001 บาท	25	24.75

4.4.1 การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเมนูไข่พะโล้



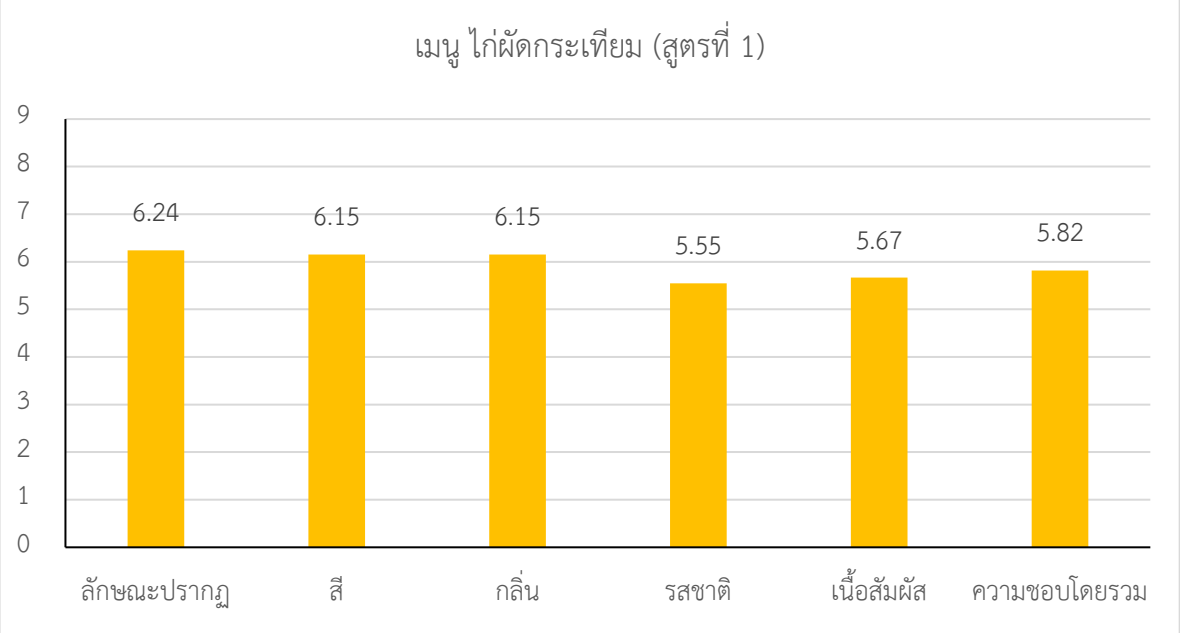
รูปที่ 4.23 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเมนูไข่พะโล้

การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อ “เมนูไข่พะโล้ (สูตรที่ 2)” จากผู้ทดสอบชิม จำนวน 34 คน ภายหลังทดลองชิม พบว่า ลักษณะที่ปรากฏ (คะแนนเฉลี่ย = 6.65) สี (คะแนนเฉลี่ย = 6.79) กลิ่น (คะแนนเฉลี่ย = 6.38) รสชาติ (คะแนนเฉลี่ย = 6.35) เนื้อสัมผัส (คะแนนเฉลี่ย = 6.21) และความชอบโดยรวม (คะแนนเฉลี่ย = 6.41) อยู่ในระดับ ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง

อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบชิมได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงสูตรการผลิตไข่พะโล้ ดังนี้

- ผู้ทดสอบชิม ร้อยละ 41.18 มีข้อคิดเห็นว่า พะโล้ไม่เข้มข้น จืดและจางเกินไป
- ผู้ทดสอบชิม ร้อยละ 11.76 มีข้อคิดเห็นว่า ไม่หอมเครื่องพะโล้
- ผู้ทดสอบชิม ร้อยละ 6.20 มีข้อคิดเห็นว่า หวานเกินไป

4.4.2 การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเมนูไก่ผัดกระเทียม



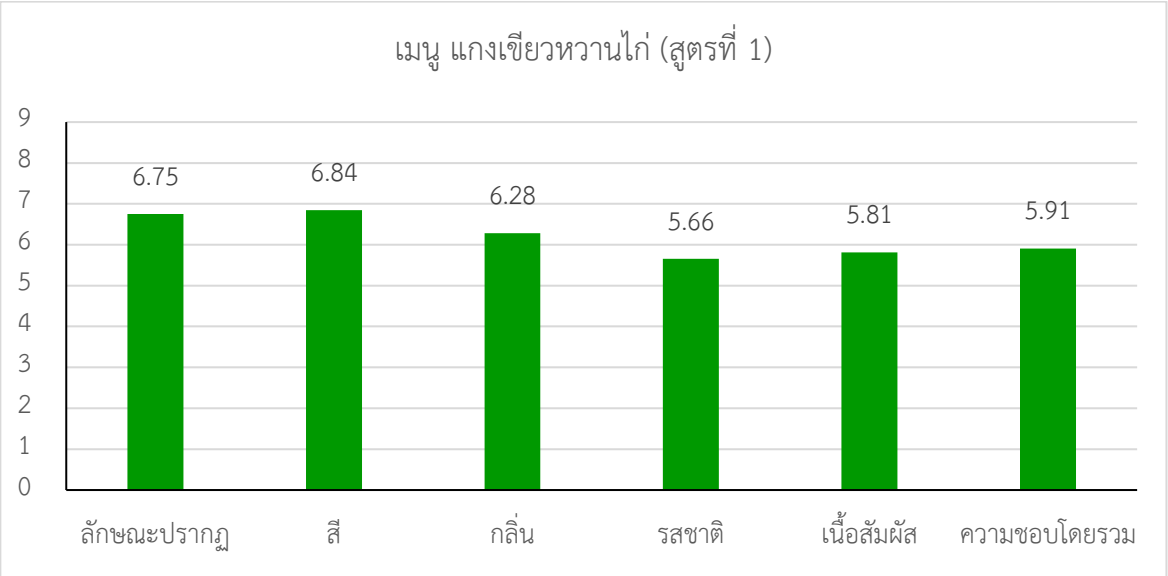
รูปที่ 4.24 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเมนูไก่ผัดกระเทียม

การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อ “เมนูไก่ผัดกระเทียม (สูตรที่ 1)” จากผู้ทดสอบชิม จำนวน 33 คน ภายหลังทดลองชิม พบว่า ลักษณะที่ปรากฏ (คะแนนเฉลี่ย = 6.24) สี (คะแนนเฉลี่ย = 6.15) และกลิ่น (คะแนนเฉลี่ย = 6.15) อยู่ในระดับ ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง ขณะที่ รสชาติ (คะแนนเฉลี่ย = 5.55) เนื้อสัมผัส (คะแนนเฉลี่ย = 5.67) และความชอบโดยรวม (คะแนนเฉลี่ย = 5.82) อยู่ในระดับ เฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย

อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบชิมได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงสูตรการผลิตไก่ผัดกระเทียม ดังนี้

- ผู้ทดสอบชิม ร้อยละ 39.39 มีข้อคิดเห็นว่า กลิ่นพริกไทยแรงเกินไป
- ผู้ทดสอบชิม ร้อยละ 12.12 มีข้อคิดเห็นว่า เนื้อไก่แข็งกระด้าง

4.4.3 การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเมนูแกงเขียวหวานไก่



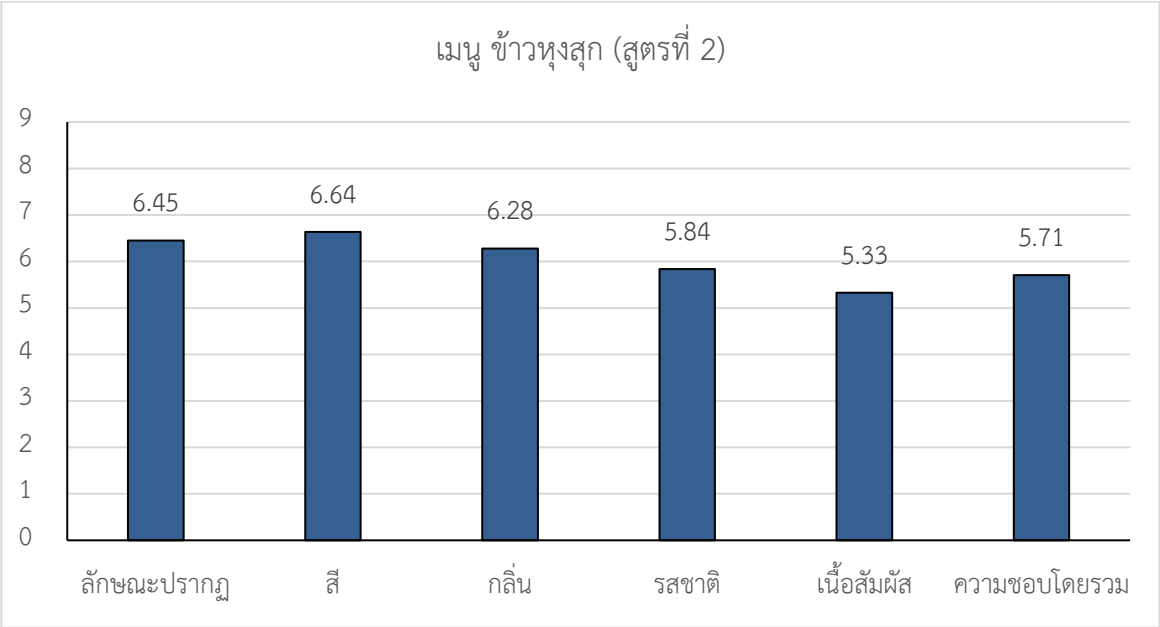
รูปที่ 4.25 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเมนูแกงเขียวหวานไก่

การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อ “เมนูแกงเขียวหวานไก่ (สูตรที่ 1)” จากผู้ทดสอบชิม จำนวน 32 คน ภายหลังทดลองชิม พบว่า ลักษณะที่ปรากฏ (คะแนนเฉลี่ย = 6.75) สี (คะแนนเฉลี่ย = 6.84) และกลิ่น (คะแนนเฉลี่ย = 6.28) อยู่ในระดับ ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง ขณะที่ รสชาติ (คะแนนเฉลี่ย = 5.66) เนื้อสัมผัส (คะแนนเฉลี่ย = 5.81) และความชอบโดยรวม (คะแนนเฉลี่ย = 5.91) อยู่ในระดับ เฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย

อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบชิมได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงสูตรการผลิตแกงเขียวหวานไก่ ดังนี้

- ผู้ทดสอบชิม ร้อยละ 50.00 มีข้อคิดเห็นว่า น้ำแกงมันเกินไป
- ผู้ทดสอบชิม ร้อยละ 28.13 มีข้อคิดเห็นว่า เผ็ดเกินไป

4.4.4 การประเมินระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวหุงสุก



รูปที่ 4.26 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเมนูข้าวหุงสุก

การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อ “เมนูข้าวหุงสุก” จากผู้ทดสอบชิม จำนวน 86 คน ภายหลังทดลองชิม พบว่า ลักษณะที่ปรากฏ (คะแนนเฉลี่ย = 6.45) สี (คะแนนเฉลี่ย = 6.64) และกลิ่น (คะแนนเฉลี่ย = 6.28) อยู่ในระดับ ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง ขณะที่ รสชาติ (คะแนนเฉลี่ย = 5.84) เนื้อสัมผัส (คะแนนเฉลี่ย = 5.33) และความชอบโดยรวม (คะแนนเฉลี่ย = 5.71) อยู่ในระดับ เฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย

อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบชิมได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงสูตรการผลิตข้าวหุงสุก ดังนี้

- ผู้ทดสอบชิม ร้อยละ 59.30 มีข้อคิดเห็นว่า ข้าวแข็งเกินไป
- ผู้ทดสอบชิม ร้อยละ 8.14 มีข้อคิดเห็นว่า ข้าวกึ่งสุกกึ่งดิบ

นอกจากนี้ ผู้ทดสอบได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น ดังนี้

1) ควรเปลี่ยนจากถ้วยพลาสติกเป็นถุงเพ้าซ์ เพื่อเพิ่มความแข็งแรง และสะดวกแก่การขนย้าย

2) คำนึงมาตรฐานฮาลาล เพิ่มความเชื่อมั่นให้ผู้บริโภคชาวมุสลิม

3) เพิ่มช้อนส้อมเพื่อความสะดวกในการรับประทาน

รูปที่ 4.27 บรรยากาศการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

4.5 การปรับปรุงสูตรการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

4.5.1 การปรับปรุงสูตรการผลิตภายหลังสำรวจความพึงพอใจ

ภายหลังดำเนินการทดสอบประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิต และการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน ผู้วิจัยจึงนำข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นทั้งหมดมาปรับปรุงสูตรการผลิตเมนูอาหารทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์ มีรายละเอียดดังนี้

4.5.1.2 การปรับปรุงสูตรการผลิตไข่พะโล้

จากผลการสำรวจความพึงพอใจของกลุ่มประสบสาธารณภัยได้รับความคิดเห็น พบว่า ผู้บริโภค จำนวน ร้อยละ 41.2 ให้ความเห็นว่ารสชาติของไข่พะโล้มีความไม่เข้มข้นและจืดจางเกินไป ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการต้มให้น้ำแกงไข่พะโล้มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ที่ระดับความหวาน 21.0 25.0 และ 32.0 ตามลำดับ โดยจากการทดลองการผลิตใช้ระยะเวลาในการต้มประมาณ 20, 35 และ 45 นาที ทั้งนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการต้มให้งวดขึ้นทำการจับเวลาเมื่อน้ำพะโล้เดือด และระยะเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ขนาดของหม้อต้ม ความแรงของไฟ น้ำหนักผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ความเร็วในการคนระหว่างการผลิต เป็นต้น

ตารางที่ 4.15 ร้อยละส่วนประกอบของการปรับปรุงสูตรการผลิตไข่พะโล้

ลำดับ	รายการ	ร้อยละส่วนประกอบ
1	น้ำเปล่า	45.8
2	ไข่ต้ม	32.1
3	น้ำตาลปี๊บ	6.9
4	เต้าหู้ขาวแบบแข็ง	4.8
5	น้ำตาลกรวด	2.3
6	ซอสปรุงรส	1.6
7	อบเชย	1.4
8	รากผักชี	1.2
9	ซีอิ๊วขาว	1.0
10	เต้าหู้พวง	1.0
11	เกลือป่น	0.5
12	พริกไทยดำเม็ด	0.5
13	ซีอิ๊วดำ	0.4
14	กระเทียมไทย	0.4
15	ดอกโป๊ยกั๊ก	0.2

ตารางที่ 4.16 ค่าควบคุมการผลิตไข่พะโล้หลังจากผ่านการต้มงวด

ลำดับ	ค่าวิเคราะห์	สูตรที่ 1(เดิม)	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
1	ค่าความหวาน (%)	20.0-21.0	24.0-25.0	31.0-32.0
2	ค่าความเค็ม (%)	17.0-18.0	21.0-22.0	28.0-29.0

จากผลการศึกษาของกุลพรและวริศชนม์ (2559) ได้ทำการศึกษาสภาวะในการทำไชรัปเงาะโดยการระเหยแบบกระทะเปิด พบว่าเมื่อนำเงาะโรงเรียนที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดหรือค่าความหวานเริ่มต้น 18.9 % มาต้มระเหยที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 145 นาที จะทำให้ได้น้ำเงาะที่เข้มข้นขึ้นจนเป็นไชรัปเงาะที่มีระดับความหวาน 70%

ดังนั้น เมื่อทำการต้มระเหยผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิสูงและใช้ระยะเวลานานขึ้น จะสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นหรือสามารถเพิ่มความหวานให้แก่ผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น เนื่องจากน้ำในผลิตภัณฑ์ได้ระเหยออกไป รวมทั้งยิ่งใช้อุณหภูมิในการต้มสูงขึ้นจะทำให้เกิดการระเหยของของเหลวได้รวดเร็วกว่าการต้มอุณหภูมิที่ต่ำกว่า

4.5.1.2 การปรับปรุงสูตรการผลิตไก่ผัดกระเทียม

จากผลการสำรวจความพึงพอใจของกลุ่มประสบสาธารณภัยได้รับความคิดเห็น พบว่าผู้บริโภค จำนวน ร้อยละ 39.4 ให้ความเห็นว่ากลิ่นของไก่ผัดกระเทียมแรงเกินไป ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการลดสัดส่วนของพริกไทยลงและคงสัดส่วนรสชาติอื่น โดยมีร้อยละของพริกไทย ที่ร้อยละ 3 2 และ 1 ตามลำดับ สามารถแสดงรายละเอียด ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ร้อยละส่วนประกอบของการปรับปรุงสูตรการผลิตไก่ผัดกระเทียม

ลำดับที่	รายการ	สูตรที่ 1 (เดิม)	สูตร 2	สูตร 3
1	อกไก่	71.4	72.4	73.3
2	น้ำเปล่า	9.3	9.3	9.3
3	น้ำมันหอย	3.6	3.6	3.6
4	น้ำมันถั่วเหลือง	3.6	3.6	3.6
5	พริกไทยดำป่น	2.9	1.9	1.0
6	กระเทียม	2.9	2.9	2.9
7	รากผักชี	2.1	2.1	2.1
8	น้ำตาลทราย	2.1	2.1	2.1
9	ซีอิ๊วขาว	2.1	2.1	2.1

นอกจากนี้ทางผู้วิจัยได้ทำการปรับขนาดสัดส่วนของชิ้นเนื้อไก่จากเดิมหั่นขนาดชิ้นไก่หนา 0.5-0.8 เซนติเมตร เป็น ขนาดชิ้นละประมาณ 0.2-0.4 เซนติเมตร/ ชิ้น เพื่อลดแรงต้านฟันในการเคี้ยวเนื่องจากมีขนาดที่บางลง ในการใช้เนื้อส่วนอกไก่ในการผลิต เนื่องจากเนื้อส่วนอกของไก่มีส่วนไขมันต่ำ และเมื่อเทียบกับเนื้อสัตว์ชนิดอื่นเนื้อไก่ให้พลังงานที่ต่ำกว่าและมีโปรตีนสูง หาซื้อได้ง่าย (จิราภัทร และคณะ, 2562)

4.5.1.3 การปรับปรุงสูตรการผลิตแกงเขียวหวานไก่

จากผลการสำรวจความพึงพอใจของกลุ่มประสบสาธารณภัยได้รับความคิดเห็น พบว่า ผู้บริโภค จำนวน ร้อยละ 50.0 ให้ความเห็นว่า ความมันของผลิตภัณฑ์มีความมันมากเกินไป ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับสัดส่วนของกะทิลงและเพิ่มสัดส่วนในส่วนของน้ำ โดยมีร้อยละของน้ำกะทิ ที่ร้อยละ 32.6 27.9 และ 22.7 ตามลำดับ และเพิ่มสัดส่วนของน้ำ ที่ร้อยละ 0 5.1 และ 10.1 และจากผลการสำรวจมีข้อเสนอแนะทางด้านความเผ็ดว่าเผ็ดเกินไป คิดเป็น ร้อยละ 28.1 ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับลดความเผ็ดลงมาเล็กน้อย สามารถแสดงรายละเอียด ดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ร้อยละส่วนประกอบของการปรับปรุงสูตรการผลิตแกงเขียวหวานไก่

ลำดับที่	รายการ	สูตร 1 (เดิม)	สูตร 2	สูตร 3
1	อกไก่	37.4	37.6	37.7
2	กะทิ	32.6	27.9	22.7
3	น้ำ	-	5.1	10.1
4	พริกแกงเขียวหวาน	6.6	6.1	6.1
5	มะเขือเปราะ	15.0	15.0	15.0
6	ใบโหระพา	3.0	3.0	3.0
7	มะเขือพวง	1.9	1.9	1.9
8	น้ำตาลปี๊บ	1.6	1.6	1.6
9	พริกชี้ฟ้าแดง	1.1	1.1	1.1
10	น้ำปลา	0.4	0.4	0.4
11	ใบมะกรูด	0.3	0.3	0.3
12	เกลือ	0.1	0.1	0.1

4.5.1.4 การปรับปรุงสูตรการผลิตข้าวสวยหุงสุก

จากผลการสำรวจความพึงพอใจของกลุ่มประสบสาธารณภัยได้รับความคิดเห็น พบว่า ผู้บริโภค จำนวน ร้อยละ 59.3 ให้ความเห็นว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวสวยหุงสุกมีความแข็งเกินไป เนื่องจากมีสัดส่วนของข้าวเสาไห้สูงเกินไป ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับลดสัดส่วนของข้าวเสาไห้และเพิ่มสัดส่วนของข้าวหอมมะลิ สามารถแสดงรายละเอียด ดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ร้อยละส่วนประกอบของการปรับปรุงสูตรการผลิตข้าวสวยหุงสุก

ลำดับ	รายการ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
1	ข้าวหอมมะลิ	100	95	90
2	ข้าวเสาไห้	0	5	10

4.5.2 ผลการปรับปรุงสูตรการผลิตภายหลังจากการสำรวจความพึงพอใจ

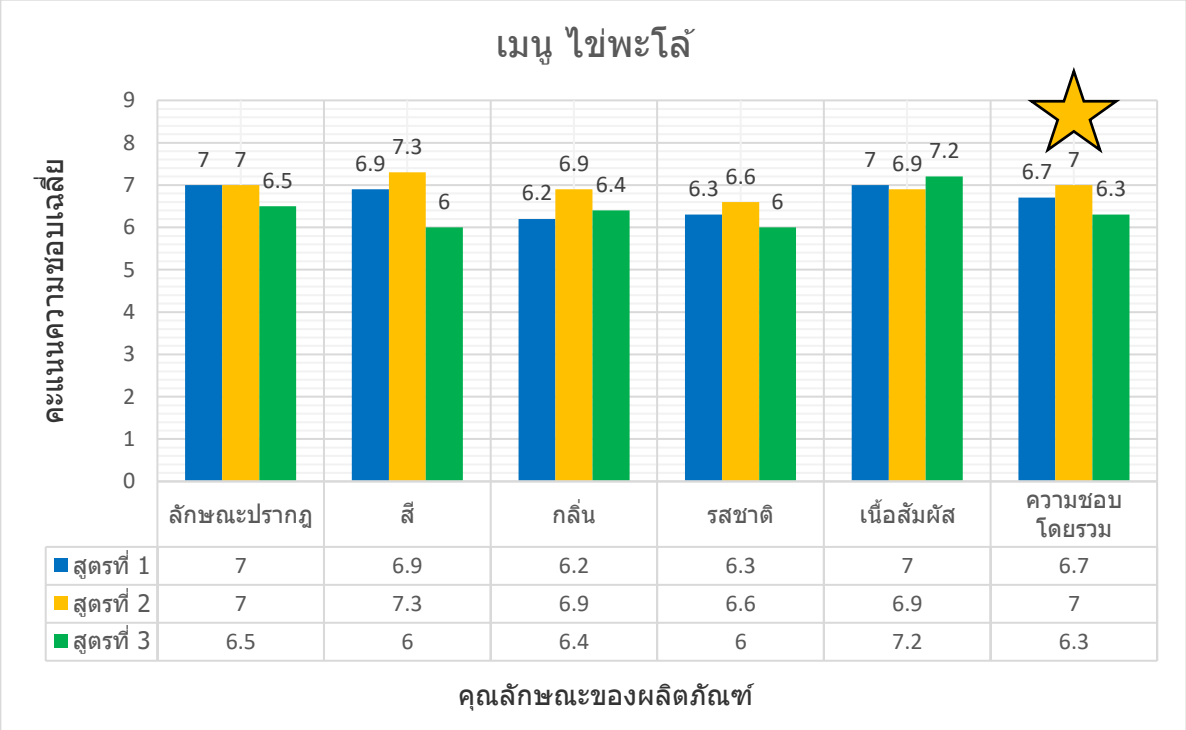
หลังจากการปรับสูตรการผลิตในหัวข้อ 4.5.1 รวมทั้งสิ้น 4 ผลิตภัณฑ์ ทางผู้วิจัยจึงนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสครั้งที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร จำนวน 10 ราย อีกครั้ง มีการกำหนดขอบเขตของการทดสอบหรือการวิจัย การกำหนดกลุ่มตัวอย่างหรือผู้ทดสอบชิม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ โดยใช้กลุ่มผู้ทดสอบชิมกลุ่มเดิม จำนวน 10 คน และสามารถออกแบบแบบสอบถามเพื่อประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ได้ เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยใช้ร่วมกันทั้ง 4 เมนู ดังนี้

ดำเนินการทดสอบทางประสาทสัมผัส ครั้งที่ 2 กับผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารกลุ่มเดิม จำนวน 10 คน โดยดำเนินการ ณ ห้องทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory room) ที่ได้รับการออกแบบตามมาตรฐานการทดสอบทางประสาทสัมผัส มีรายละเอียดการดำเนินงานดังนี้

1) ดำเนินการจัดเตรียมและเสิร์ฟตัวอย่างผลิตภัณฑ์แต่ละเมนู จำนวน 4 เมนู เมนูละ 3 สูตร (ตามสูตรที่มีการปรับในข้อ 4.5.1) ได้แก่ ไข่พะโล้ที่ปรับความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ไก่ผัดกระเทียมที่ปรับกลิ่นรสพริกไทยลดลง แกงเขียวหวานที่ปรับความมันลดลง และข้าวหุงสุกปรับสัดส่วนของข้าวหอมมะลิเพิ่มขึ้น แก่ผู้ทดสอบ พร้อมแบบสอบถามเพื่อประเมิน โดยให้ทดสอบชิมทีละเมนู และแต่ละสูตรจะมีการกำหนดตัวเลขรหัส 3 หลัก เพื่อลดการลำเอียง (bias) ของผู้ทดสอบชิม ได้แก่ 165, 187, 380, 190, 167, 158, 819, 758, 007, 786, 360 และ 066

2) ดำเนินการรวบรวมเอกสารแบบประเมินผลของผู้ทดสอบจำนวน 10 คน และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาคะแนนเฉลี่ยในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมในแต่ละสูตร พร้อมทั้งความคิดเห็นเพิ่มเติมในแต่ละสูตรที่บ่งบอกถึงคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์นั้นๆ รวมถึงข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อให้ได้สูตรสุดท้ายในการนำไปผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานต้นแบบ ซึ่งสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ของทั้ง 4 เมนู ได้ดังนี้

4.5.2.1 ผลการปรับปรุงสูตรการผลิตเมนูไข่พะโล้



รูปที่ 4.28 ผลการปรับปรุงสูตรการผลิตเมนูไข่พะโล้

จากรูปที่ 4.28 แสดงผลการคำนวณคะแนนความชอบเฉลี่ยของการทดสอบชิมเมนูไข่พะโล้ภายหลังจากการปรับปรุงสูตรการผลิต จำนวน 3 สูตร ในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ และความชอบโดยรวม พบว่า

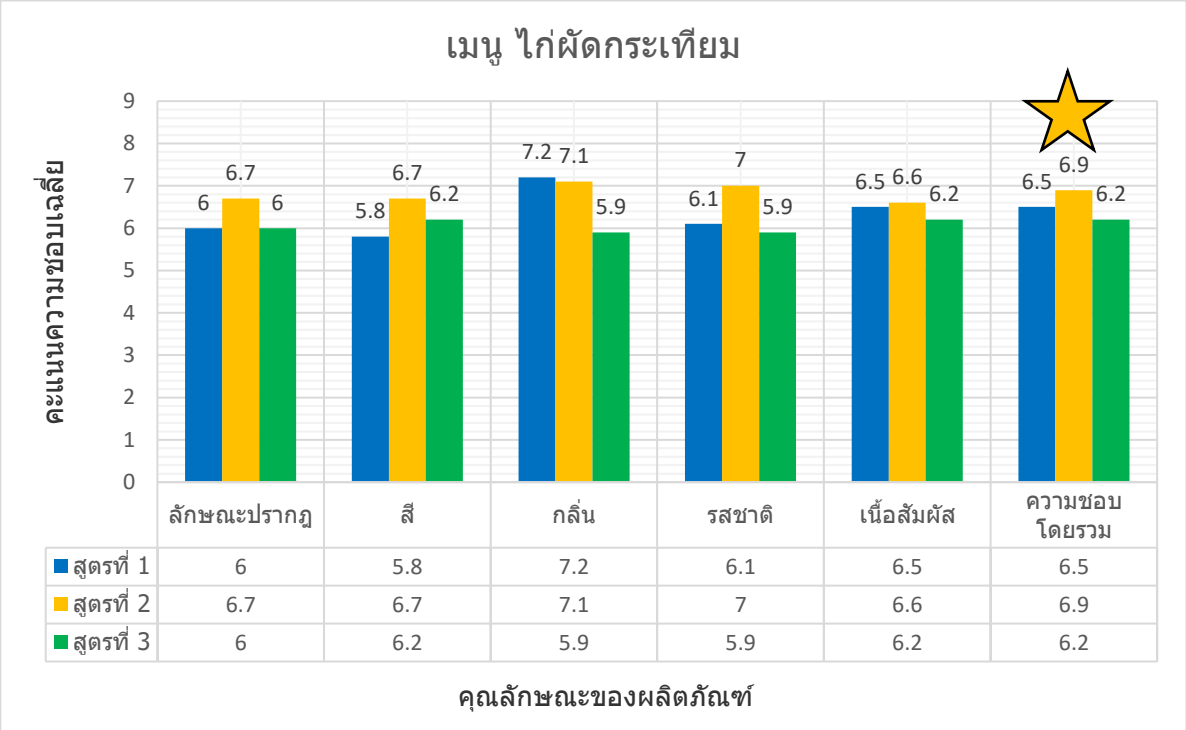
สูตรที่ 1: ลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบปานกลาง, สี กลิ่น และรสชาติ มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ลักษณะเนื้อสัมผัสของไข่และเต้าหู้มีความพอดี ไม่แข็งและไม่นุ่มจนเกินไป รสชาติละมุน แต่จะมีกลิ่นเต้าหู้ที่กลบความหอมของกลิ่นเครื่องเทศที่ใช้ไปเล็กน้อย จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.7 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

สูตรที่ 2: ลักษณะปรากฏ มีระดับความชอบปานกลาง, สี มีระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก, กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ลักษณะปรากฏดูน่ารับประทาน สีดูเข้มกำลังดี มีกลิ่นหอมของเครื่องพะโล้ชัดเจน รสชาติไม่อ่อนหรือเข้มข้นจนเกินไป รับประทานกับข้าวสวยได้อย่างลงตัว จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 7 (ชอบปานกลาง)

สูตรที่ 3: ลักษณะปรากฏและกลิ่น มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง, สีและรสชาติ มีระดับความชอบเล็กน้อย, เนื้อสัมผัส มีระดับความชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า สูตรนี้มีสีและรสชาติที่เข้มข้นกว่าสูตรอื่น ทำให้น้ำแกงซึมเข้าเนื้อสัมผัสของไข่และเต้าหู้ได้ดี มีกลิ่นหอมของเครื่องเทศแต่โดยรวมมีรสชาติจัดเกินไป หรือมีความหวานนำ ทำให้ขาดความกลมกล่อมไปเล็กน้อย จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.3 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

ดังนั้น จากผลการวิเคราะห์คะแนนความชอบและความคิดเห็นเพิ่มเติมของเมนูไข่พะโล้ทั้ง 3 สูตร พบว่า **สูตรที่ 2 เป็นสูตรที่มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากที่สุด** รองลงมาคือ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ตามลำดับ **เนื่องจากผลของความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทดสอบที่ให้คะแนนความชอบโดยรวมเป็นสูตรที่ 2 มีความคิดเห็นว่าลักษณะปรากฏดูน่ารับประทาน สีของน้ำแกง ไข่และเต้าหู้ มีความเข้มกำลังดี น้ำแกงซึมเข้าเนื้อของไข่และเต้าหู้ได้ดี มีกลิ่นหอมของเครื่องพะโล้ชัดเจน รสชาติไม่อ่อนหรือเข้มข้นจนเกินไป เมื่อเทียบกับสูตรอื่น สามารถรับประทานกับข้าวสวยได้อย่างลงตัว** จึงเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรสุดท้ายในการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานต้นแบบต่อไป

4.5.2.2 ผลการปรับปรุงสูตรการผลิตเมนูไก่ผัดกระเทียม



รูปที่ 4.29 ผลการปรับปรุงสูตรการผลิตเมนูไก่ผัดกระเทียม

จากรูปที่ 4.29 แสดงผลการคำนวณคะแนนความชอบเฉลี่ยของการทดสอบชิมเมนูไก่ผัดกระเทียมภายหลังจากการปรับปรุงสูตรการผลิต จำนวน 3 สูตร ในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ และความชอบโดยรวม พบว่า

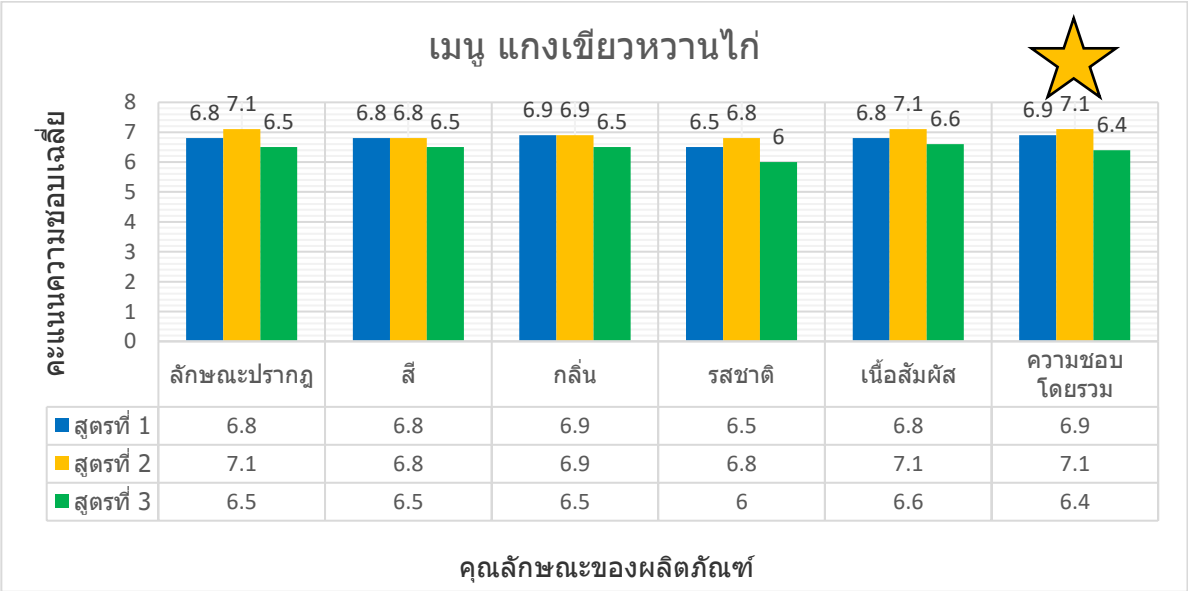
สูตรที่ 1: ลักษณะปรากฏ มีระดับความชอบเล็กน้อย, สี มีระดับความชอบเฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย, กลิ่นมีระดับความชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก, รสชาติและเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า มีกลิ่นหอมของเครื่องเทศพริกไทยชัดเจน รสชาติเข้มข้น มีความเผ็ดร้อนของพริกไทย สีมีความเข้มเกินไปเล็กน้อย จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.5 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

สูตรที่ 2: ลักษณะปรากฏ สี และเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง, กลิ่น มีระดับความชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก, รสชาติ มีระดับความชอบปานกลาง โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ลักษณะปรากฏดูน่ารับประทาน มีสีเข้มกำลังดี กลิ่นหอมของเครื่องเทศพริกไทยชัดเจน แต่ไม่ฉุนหรือเผ็ดร้อนจนเกินไป รสชาติกลมกล่อม รับประทานกับข้าวสวยได้อย่างลงตัว จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.9 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

สูตรที่ 3: ลักษณะปรากฏ มีระดับความชอบเล็กน้อย, สี และเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง, กลิ่นและรสชาติ มีระดับความชอบเฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า กลิ่นและรสชาติมีความอ่อนเกินไป ไม่เข้มข้น ไม่ได้กลิ่นเครื่องเทศพริกไทยที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของเมนูได้ชัดเจน ทำให้รสชาติไม่กลมกล่อมเท่าที่ควร จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.2 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

ดังนั้น จากผลการวิเคราะห์คะแนนความชอบและความคิดเห็นเพิ่มเติมของเมนูไก่ผัดกระเทียมทั้ง 3 สูตร พบว่า **สูตรที่ 2 เป็นสูตรที่มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากที่สุด** รองลงมาคือ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ตามลำดับ **เนื่องจากผลของความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทดสอบที่ให้คะแนนความชอบโดยรวมเป็นสูตรที่ 2 มีความคิดเห็นว่าลักษณะปรากฏดูน่ารับประทาน มีสีของน้ำซอสและเนื้อไก่เข้มกำลังดี มีกลิ่นหอมของเครื่องเทศพริกไทยที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของเมนูที่ชัดเจน ไม่อ่อนเกินไป หรือไม่ฉุน/เผ็ดร้อนจนเกินไปเมื่อเทียบกับสูตรอื่น รสชาติมีความกลมกล่อม เนื้อไก่มีความนุ่ม ไม่ร่วนหรือไม่แข็งกระด้างจนเกินไป สามารถรับประทานกับข้าวสวยได้อย่างลงตัว** จึงเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรสุดท้ายในการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานต้นแบบต่อไป

4.5.2.3 ผลการปรับปรุงสูตรการผลิตเมนูแกงเขียวหวานไก่



รูปที่ 4.30 ผลการปรับปรุงสูตรการผลิตเมนูแกงเขียวหวานไก่

จากรูปที่ 4.30 แสดงผลการคำนวณคะแนนความชอบเฉลี่ยของการทดสอบชิมเมนูแกงเขียวหวานไก่ภายหลังจากการปรับปรุงสูตรการผลิต จำนวน 3 สูตร ในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ และความชอบโดยรวม พบว่า

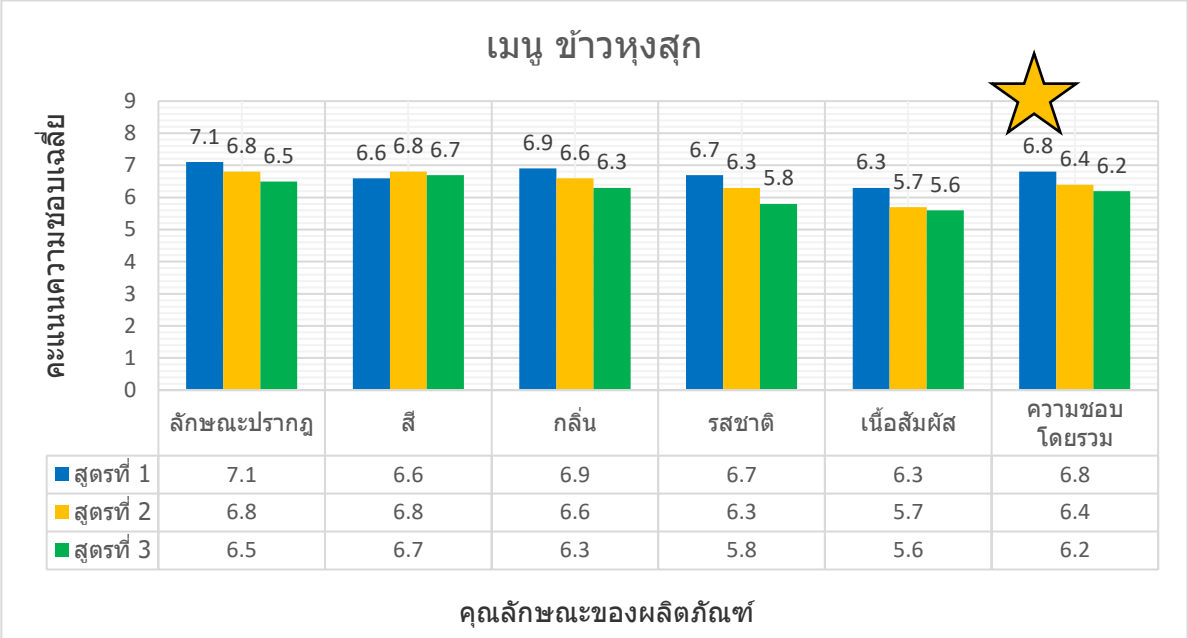
สูตรที่ 1: ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า สีของแกงดูน่ารับประทาน มีกลิ่นหอมของพริกแกง รสชาติดี แต่กะทิมีความแตกมันลอยหน้าเล็กน้อย จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.9 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

สูตรที่ 2: ลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก, สี กลิ่น และรสชาติ มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ลักษณะปรากฏและสีของแกงดูน่ารับประทาน มีกลิ่นหอมของพริกแกง น้ำแกงมีความมันจากกะทิพอดี ไม่แตกมันจนเกินไป รสชาติกลมกล่อมรับประทานกับข้าวสวยได้อย่างลงตัว จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.1 (ชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก)

สูตรที่ 3: ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง, รสชาติมีระดับความชอบเล็กน้อย โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ลักษณะปรากฏและสีของแกง ดูสีอ่อนและมีความใสกว่าสูตรอื่น มีกลิ่นหอมของเครื่องแกง แต่มีความมันน้อยและรสชาติโดยรวมที่ค่อนข้างอ่อนเมื่อรับประทานคู่กับข้าวสวย จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.4 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

ดังนั้น จากผลการวิเคราะห์คะแนนความชอบและความคิดเห็นเพิ่มเติมของเมนูแกงเขียวหวานไก่ทั้ง 3 สูตร พบว่า **สูตรที่ 2 เป็นสูตรที่มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากที่สุด** รองลงมาคือ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ตามลำดับ **เนื่องจากผลของความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทดสอบที่ให้คะแนนความชอบโดยรวมเป็นสูตรที่ 2 มีความคิดเห็นว่าลักษณะปรากฏและสีของแกง ดูน่ารับประทานมากที่สุด มีกลิ่นหอมของพริกแกงที่เป็นเอกลักษณ์ น้ำแกงมีความมันจากกะทิพอดี ไม่แตกมันจนเกินไปหรือไม่อ่อนใสจนเกินไป เมื่อเทียบกับสูตรอื่น รสชาติมีความกลมกล่อม เข้มข้นและเผ็ดกำลังดี สามารถรับประทานกับข้าวสวยได้อย่างลงตัว เนื้อไก่มีความนุ่ม ไม่ร่วนหรือไม่แข็งกระด้างจนเกินไป มะเขือเปราะคงรูปได้ดีขึ้น** จึงเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรสุดท้ายในการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานต้นแบบต่อไป

4.5.2.4 ผลการปรับปรุงสูตรการผลิตเมนูข้าวหุงสุก



รูปที่ 4.31 ผลการปรับปรุงสูตรการผลิตเมนูข้าวหุงสุก

จากรูปที่ 4.31 แสดงผลการคำนวณคะแนนความชอบเฉลี่ยของการทดสอบชิมเมนูข้าวหุงสุก ภายหลังจากการปรับปรุงสูตรการผลิต จำนวน 3 สูตร ในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ และความชอบโดยรวม พบว่า

สูตรที่ 1: ลักษณะปรากฏ มีระดับความชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก, สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ลักษณะปรากฏดูน่ารับประทาน เนื้อสัมผัสของข้าวมีความนุ่ม ไม่แข็งกระด้าง ไม่เหนียวเกาะตัวกัน มีกลิ่นหอมและรสชาติของข้าวชัดเจน จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.8 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

สูตรที่ 2: ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง, เนื้อสัมผัสมีระดับความชอบเฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า สีดูน่ารับประทาน มีกลิ่นหอมและรสชาติอ่อน ๆ ของข้าว แต่เนื้อสัมผัสมีความเหนียวและแข็งกระด้างเล็กน้อยในบางเม็ด จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.4 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

สูตรที่ 3: ลักษณะปรากฏ สี และกลิ่น มีระดับความชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง, รสชาติและเนื้อสัมผัสมีความชอบระดับเฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย โดยมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า เนื้อสัมผัสของข้าวค่อนข้างหยาบและแข็งกระด้างกว่าสูตรอื่น ทำให้ไม่ได้รับรสชาติของข้าวสุกเท่าที่ควร จึงทำให้ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.2 (ชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง)

ดังนั้น จากผลการวิเคราะห์คะแนนความชอบและความคิดเห็นเพิ่มเติมของเมนูข้าวหุงสุก ทั้ง 3 สูตร พบว่า **สูตรที่ 1 เป็นสูตรที่มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยมากที่สุด** รองลงมาคือ สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ตามลำดับ **เนื่องจากผลของความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทดสอบที่ให้คะแนนความชอบโดยรวมเป็นสูตรที่ 1**

มีความคิดเห็นว่าลักษณะปรากฏดูน่ารับประทานมากที่สุด เนื้อสัมผัสของข้าวมีความนุ่ม ไม่แข็งกระด้าง ไม่เหนียวเกาะตัวกัน มีการกระจายตัวของเม็ดข้าวค่อนข้างสม่ำเสมอ เมื่อเทียบกับสูตรอื่น มีกลิ่นหอมและรสชาติของข้าวชัดเจน จึงเลือกสูตรที่ 1 เป็นสูตรสุดท้ายในการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานต้นแบบต่อไป

สรุปการปรับปรุงสูตรการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานทั้ง 4 เมนู

1) ไข่พะโล้ ได้ทำการต้มให้น้ำแกงไข่พะโล้มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น โดยทำการควบคุมระดับความหวานที่ประมาณ 24 - 25 ° Brix และระดับความเค็มที่ประมาณ 21 - 22 ° Brix โดยใช้ระยะเวลาในการต้มประมาณ 35 นาที ทั้งนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการต้มให้งวดขึ้นทำการจับเวลาเมื่อน้ำพะโล้เดือด และระยะเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ขนาดของหม้อต้ม ความแรงของไฟ น้ำหนักผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ความเร็วในการคนระหว่างการผลิต เป็นต้น

2) ไก่ผัดกระเทียม ได้ทำการลดสัดส่วนของพริกไทยลงร้อยละ 1 และคงสัดส่วนรสชาติอื่น โดยมีร้อยละของพริกไทยที่ร้อยละ 2 นอกจากนี้ ได้ทำการปรับขนาดสัดส่วนของชิ้นเนื้อไก่จากเดิมหั่นขนาดชิ้นไก่หนา 0.5 - 0.8 เซนติเมตร เป็น ขนาดชิ้นละประมาณ 0.2 - 0.4 เซนติเมตร/ชิ้น เพื่อลดแรงต้านฟันในการเคี้ยวเนื่องจากมีขนาดที่บางลง

3) แกงเขียวหวานไก่ ได้ทำการปรับสัดส่วนของกะทิลงและเพิ่มสัดส่วนในส่วนของน้ำ โดยมีร้อยละของน้ำกะทิที่ร้อยละ 27.9 และเพิ่มสัดส่วนของน้ำที่ร้อยละ 5.1

4) ข้าวหุงสุก มีความแข็งเกินไป เนื่องจากมีสัดส่วนของข้าวเสาไห้สูงเกินไป ดังนั้น จึงได้ทำการปรับมาใช้ข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 100

จากการปรับปรุงสูตรการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสอีกครั้งโดยผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร จำนวน 10 คน เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความชอบระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงสูตรการผลิต มีผลการทดสอบ ดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความชอบโดยรวมระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงสูตรการผลิต

เมนู	คะแนนความชอบโดยรวม		
	ก่อนการปรับปรุง		หลังการปรับปรุง
ไข่พะโล้	6.41	→	7.00
ไก่ผัดกระเทียม	5.82	→	6.90
แกงเขียวหวานไก่	5.91	→	7.10
ข้าวหุงสุก	5.71	→	6.80

จากตารางที่ 4.20 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนความชอบโดยรวมระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงสูตรการผลิต พบว่า คะแนนความชอบโดยรวมหลังการปรับปรุงสูตรการผลิตมีค่าสูงกว่าก่อนการปรับปรุงสูตรการผลิตทุกเมนูอาหาร และจากค่าคะแนนตีความได้ว่าผู้บริโภคมีระดับความชอบต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง (อยู่ในระดับที่ยอมรับได้) ในทุกเมนูอาหาร

ดังนั้น จึงเป็นการยืนยันได้ว่าอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน ได้รับการพัฒนา/ปรับปรุงสูตรการผลิตให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น จึงสามารถสรุป**สูตรสุดท้ายที่จะนำไปผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานต้นแบบ**ได้ ดังตารางที่ 4.21

สรุปสูตรการผลิตสุดท้ายที่จะนำไปผลิตต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

ตารางที่ 4.21 สรุปสูตรการผลิตสุดท้ายที่จะนำไปผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานต้นแบบ

ไข่พะโล้		ไก่ผัดกระเทียม		แกงเขียวหวานไก่		ข้าวหุงสุก	
ส่วนประกอบ	(%)	ส่วนประกอบ	(%)	ส่วนประกอบ	(%)	ส่วนประกอบ	(%)
ไข่ต้ม	32.1	อกไก่	72.4	อกไก่	37.6	ข้าวหอมมะลิ กข105	100
น้ำเปล่า	45.8	น้ำเปล่า	9.3	พริกแกงเขียวหวาน	6.1		
น้ำตาลปี๊บ	6.9	พริกไทยดำป่น	2.0	กะทิ อร่อยดี	27.9		
เต้าหู้ขาวแบบแข็ง	4.8	กระเทียมไทย	2.9	มะเขือเปราะ	15.0		
เต้าหู้พวง	1.0	รากผักชี	2.1	ใบโหระพา	3.0		
รากผักชี	1.2	น้ำมันหอย	3.6	น้ำตาลปี๊บ	1.6		
กระเทียมไทย	0.4	น้ำมันถั่วเหลือง	3.6	พริกชี้ฟ้าแดง	1.1		
พริกไทยดำเม็ด	0.5	น้ำตาลทราย	2.1	มะเขือพวง	1.9		
ดอกโป๊ยกั๊ก	0.2	ซีอิ๊วขาว	2.1	น้ำปลา	0.4		
อบเชย	1.4			ใบมะกรูด	0.3		
ซีอิ๊วขาว	1.0			เกลือ	0.1		
น้ำตาลกรวด	2.3			น้ำเปล่า	5.1		
เกลือป่น	0.5						
ซอสปรุงรส	1.6						
ซีอิ๊วดำ	0.4						
ควบคุมระดับความหวานที่ประมาณ 24 - 25 ° Brix และระดับความเค็มที่ประมาณ 21 - 22 ° Brix		หั่นไก่ชิ้นละประมาณ 0.2 - 0.4 เซนติเมตร					
ระยะเวลาฆ่าเชื้อ 43 นาที		ระยะเวลาฆ่าเชื้อ 53 นาที		ระยะเวลาฆ่าเชื้อ 53 นาที		ระยะเวลาฆ่าเชื้อ 30 นาที	
ค่า F_0 = 6.1 นาที		ค่า F_0 = 6.1 นาที		ค่า F_0 = 6.1 นาที		ค่า F_0 = 3.7 นาที	

4.6 ผลการตรวจสอบความปลอดภัยทางอาหาร และการยื่นขอรับรองเลขสารบบอาหาร (เลข อย.)

4.6.1 ผลการตรวจสอบความปลอดภัยทางอาหาร

ผู้วิจัยส่งผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาเข้าตรวจวิเคราะห์ความปลอดภัยอาหาร ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบที่ได้รับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการตามกฎหมายสากล (ISO/IEC 17025) ในช่วงการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานต้นแบบ

จากประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามข้อ 2 ได้กล่าวว่า อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิทเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน และข้อ 4 ตามประกาศได้กำหนดคุณภาพและมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1. ไม่มีสี กลิ่น หรือรส ที่ผิดจากสภาพของอาหารนั้น
2. จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค
3. ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
4. ไม่มีสารปนเปื้อน ตามกำหนดข้อ 4.2 อาหารในภาชนะบรรจุที่ไม่เป็นโลหะ

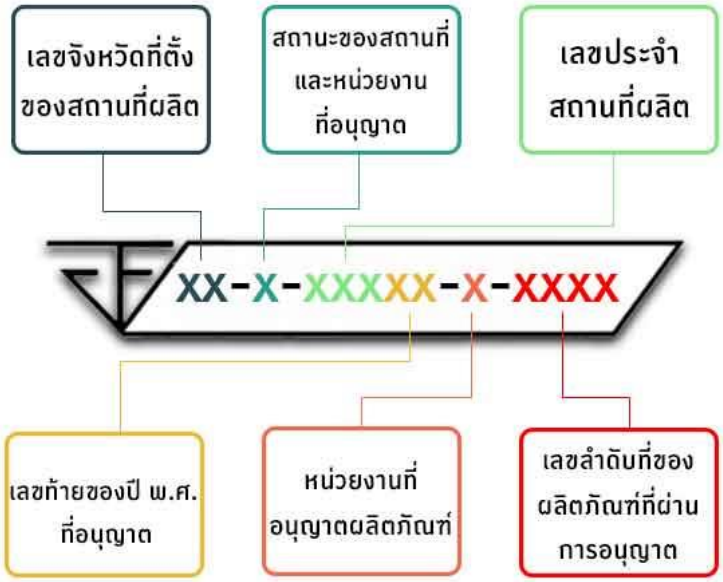
ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ทำการส่งผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาเข้าตรวจวิเคราะห์ความปลอดภัยอาหาร ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบของสถาบันอาหาร ซึ่งได้รับรองมาตรฐานตามกฎหมายสากล (ISO/IEC 17025) เพื่อให้สอดคล้องกับตามประกาศกฎหมายที่เกี่ยวข้อง จากผลการทดสอบ พบว่า ผลิตภัณฑ์ไข่พะโล้ ไก่ผัดกระเทียม แกงเขียวหวานไก่ และข้าวหุงสุก มีผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยอาหารอยู่ในระดับ **“ผ่าน”** หรือเป็นไปตามกำหนดประกาศกฎหมายที่เกี่ยวข้องทุกเมนู **รายละเอียดการวิเคราะห์ความปลอดภัยอาหาร แสดงดังภาคผนวก ค**

จากผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยทางอาหารโดยห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบที่ได้รับรองมาตรฐานตามกฎหมายสากล (ISO/IEC 17025) พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 เมนูอาหารอยู่ในเกณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่อ้างอิง ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงสามารถทำการผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบ รวมทั้งสามารถดำเนินการขอเลขสารบบให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารทั้ง 4 เมนูอาหารต่อไป

4.6.2 การยื่นขอรับรองเลขสารบบอาหาร (เลข อย.)

เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิทภายใต้โครงการจัดเป็นอาหารที่อยู่ในหมวดอาหารกำหนดคุณภาพมาตรฐาน ซึ่งจำเป็นต้องมีการดำเนินการขอเลขสารบบอาหาร โดยทำการอ้างอิงจากระเบียบสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ว่าด้วยการดำเนินการเกี่ยวกับเลขสารบบอาหาร พ.ศ. 2562 ข้อ 4 อาหารที่ต้องขอรับเลขขสารบบอาหาร โดยในกลุ่มที่ 2 คืออาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน ทั้งนี้การแสดงเลขสารบบอาหารคือการแสดงเครื่องหมายของอาหารที่ได้รับอนุญาตขึ้นทะเบียนตำรับอาหารอนุญาตให้ใช้ฉลากอาหาร จดทะเบียนอาหารหรือแจ้งรายละเอียดของอาหารแล้ว โดยเลขสารบบอาหาร

ประกอบด้วยตัวเลข 13 ตัวที่แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ซึ่งแสดงสถานที่ผลิตอาหาร หน่วยงานที่เป็นผู้อนุญาต และลำดับที่ของอาหาร โดยทำการแสดงสัญลักษณ์บนฉลาก ดังภาพ



รูปที่ 4.32 สัญลักษณ์เลขสารบบอาหาร

และต้องมีเอกสารหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์อย่างน้อย ได้แก่ สูตรส่วนประกอบ 100% รายละเอียดกรรมวิธีการผลิต ชนิดภาชนะบรรจุ นักวิจัยได้นำเอกสารหลักฐานและข้อมูลวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเมนูอาหารทั้ง 4 เมนูที่ได้รับการพัฒนา ขึ้นทะเบียนเพื่อขอเลขสารบบอาหารสำหรับในการผลิตอาหารกำหนดคุณภาพมาตรฐานประเภทอาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท ซึ่งสามารถสรุปเลขสารบบอาหารที่ได้รับการอนุมัติจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ดังตารางที่ 4.22 และ**รายละเอียดใบสำคัญการจดทะเบียนอาหารแสดงดังภาคผนวก ง**

ตารางที่ 4.22 สรุปเลขสารบบอาหาร (เลข อย.) ที่ได้รับการอนุมัติจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ลำดับ	รายการ	เลข อย.	วันอนุมัติ
1	ไข่พะโล้	10-1-03659-5-0053	28 ธ.ค. 64
2	ไก่ผัดกระเทียม	10-1-03659-5-0052	28 ธ.ค. 64
3	แกงเขียวหวานไก่	10-1-03659-5-0044	25 ส.ค. 64
4	ข้าวหุงสุก	10-1-03659-5-0048	25 ส.ค. 64

4.7 การออกแบบฉลากผลิตภัณฑ์อาหาร และบรรจุภัณฑ์ชั้นนอก

ผู้วิจัยได้ออกแบบฉลากบรรจุภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ชั้นนอกให้มีความเหมาะสมในการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และสวยงามน่าประทับใจ และได้ทำการสำรวจความชอบต่อร่างแบบฉลากบรรจุภัณฑ์จากบุคลากรกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ซึ่งผลสรุปการสำรวจ พบว่า ส่วนใหญ่เลือกรูปแบบฉลากภายใต้แนวคิด “ลายไทย” ซึ่งเป็นศิลปะที่มีความวิจิตร งดงามและลายเส้นสายที่เป็นอัตลักษณ์ของไทย สื่อสารออกมาด้วยความชดช้อยหรูหรา โดยนำลายไทยมาใช้ในการออกแบบเพื่อนำเสนอความงดงามแบบไทย ในรูปแบบไทยคลาสิกที่มีความหรูหราและที่มีกลิ่นอายของความเป็นไทย เลือกใช้โทนสีเหลืองทอง เพิ่มความหรูหราและสื่อถึงแสงสว่างและสีน้ำเงิน ซึ่งสื่อถึงความมั่นคงและการปกป้องเพื่อสื่อถึงความสำคัญของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยที่เป็นหน่วยงานในการปกป้องและเป็นผู้นำแสงสว่างไปสู่ผู้ประสบภัย ซึ่งแบบฉลากผลิตภัณฑ์อาหารแสดงดังนี้

รูปที่ 4.33 แบบฉลากผลิตภัณฑ์อาหาร และถุงบรรจุภัณฑ์ชั้นนอก

4.8 การผลิตต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

4.8.1 การผลิตเมนูไข่พะโล้

ภายหลังการวิจัยสูตรการผลิตแล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส และปรับปรุงสูตรการผลิต นำมาสู่สูตรสำเร็จในการผลิตเมนูไข่พะโล้ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.23 สูตรสำเร็จการผลิตไข่พะโล้

ลำดับ	รายการ	ร้อยละ
1	ไข่ต้ม	32.1
2	น้ำเปล่า	45.8
3	น้ำตาลปี๊บ	6.9
4	เต้าหู้ขาวแบบแข็ง	4.8
5	เต้าหู้พวง	1.0
6	รากผักชี	1.2
7	กระเทียมไทย	0.4
8	พริกไทยดำเม็ด	0.5
9	ดอกโป๊ยกั๊ก	0.2
10	อบเชย	1.4
11	ซีอิ๊วขาว	1.0
12	น้ำตาลกรวด	2.3
13	เกลือป่น	0.5
14	ซอสปรุงรส	1.6
15	ซีอิ๊วดำ	0.4

โดยจากการทดลองสูตรอาหาร เมนูไข่พะโล้ สามารถกำหนดค่าควบคุมสำหรับผลิตภัณฑ์ได้ ดังนี้

- ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (TSS) หรือค่าความหวาน เท่ากับ 24 - 25 %
- ค่าร้อยละของเกลือ (%Salt) เท่ากับ 21 – 22 %

ทางนักวิจัยได้ทำการกำหนดปริมาณอาหารใน 1 หน่วยบริโภค โดยคำนึงถึงคุณค่าทางอาหาร โภชนาการ พลังงานและปริมาณที่เหมาะสมและเพียงพอต่อร่างกาย ซึ่งทำการอ้างอิงจากบัญชีหมายเลข 2 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 ว่าด้วย การกำหนด 1 หน่วยบริโภค หมายถึง ปริมาณอาหารที่คนไทยปกติทั่วไปรับประทานได้หมด ภายใน 1 ครั้ง โดยจากตารางแนบท้ายของอาหารประเภทกลุ่มอื่น ๆ (Micellaneous) ในชนิดอาหาร “ซุปพร้อมบริโภคและแกงต่าง ๆ” ได้ทำการกำหนดหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิง คือ 200 กรัม และจากบัญชีน้ำหนักเนื้ออาหาร ของประกาศกระทรวง (ฉบับที่ 355) พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท ได้ทำการกำหนดประเภทอาหารปรุงสำเร็จที่ทำให้สุกแล้ว

ชนิด “ไก่หรือหมูพะโล้/ไก่หรือหมู หรือ ขาหมูต้มเค็ม” ให้มีน้ำหนักเนื้ออาหาร ไม่น้อยกว่าร้อยละ 55 ของน้ำหนักสุทธิ ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้ไข่พะโล้ ใน 1 หน่วยบริโภคสำหรับผู้ประสบสาธารณภัย ดังนี้

- น้ำหนักสุทธิ 200 กรัม/ถ้วย
- น้ำหนักเนื้อ 120 กรัม/ถ้วย

เมื่อได้ค่ากำหนดผลิตภัณฑ์สำหรับการผลิต ผลิตภัณฑ์เมนูไข่พะโล้ ทางนักวิจัยได้ทำการปรับกระบวนการผลิตจากการผลิตขนาดเล็กหรือในปริมาณที่น้อยสู่ในกรณีที่มีการผลิตขนาดใหญ่ขึ้น โดยมีกระบวนการผลิต ดังนี้

1. ต้มไข่ในน้ำร้อน (85-95 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 30 นาที หรือจนกว่าไข่จะสุกและนำออกมาแช่น้ำให้เย็นแล้วปอกเปลือก

2. เตรียมสามเกลอ (รากผักชี กระเทียม และพริกไทย) โดยปั่นผสมเข้าด้วยกันจนให้ละเอียด

3. ทำการเตรียมส่วนผสมอื่นๆ และชั่งส่วนผสมทั้งหมด

4. นำน้ำตาลปี๊บลงไปเคี่ยวจนเป็นสีน้ำตาลที่อุณหภูมิ 115-120 องศาเซลสเซียส นาน 1-3 นาที

5. นำสามเกลอที่เตรียมไว้ลงไปผัดกับน้ำตาลจนหอม

6. ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสตามสูตร

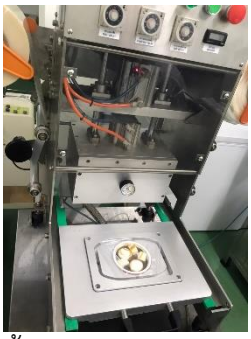
7. เติมน้ำเปล่าและเครื่องเทศที่เตรียมไว้

8. ต้มจนเดือดที่อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส นาน 20-25 นาที หรือ จนกว่าจะได้ค่าความหวานเท่ากับ 18.0-19.0 %

9. ชั่งน้ำหนัก และบรรจุส่วนประกอบลงในถ้วย ดังนี้

- ไข่ไก่ เบอร์ 3 90 กรัม (2 ฟอง)
- เต้าหู้พวง 10 กรัม (2 ชิ้น)
- เต้าหู้ขาวแข็ง 20 กรัม (3 ชิ้น)
- น้ำพะโล้ 80 กรัม

10. ปิดผนึกถ้วยด้วยเครื่องปิดผนึก (โดยกำหนดอุณหภูมิปิดผนึกที่ 180 องศาเซลเซียส ค่าความหน่วงของสุญญากาศ ที่ 0.5-0.75 วินาที)



11. ฆ่าเชื้อด้วยเครื่องรีทอร์ท โดยใช้เวลาฆ่าเชื้อ 43 นาที และค่า F_0 = 6.1 นาที

12. จัดเก็บโดยหลีกเลี่ยงความชื้นและแสงแดดในบริเวณจัดเก็บ

รูปที่ 4.34 ไข่พะโล้พร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

4.8.2 การผลิตเมนูไก่ผัดกระเทียม

ภายหลังการวิจัยสูตรการผลิตแล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส และปรับปรุงสูตรการผลิต นำมาสู่สูตรสำเร็จในการผลิตเมนูไก่ผัดกระเทียม ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.24 สูตรสำเร็จการผลิตไก่ผัดกระเทียม

ลำดับ	รายการ	ร้อยละ
1	อกไก่	72.0
2	น้ำเปล่า	9.4
3	พริกไทยดำป่น	2.0
4	กระเทียมไทย	2.9
5	รากผักชี	2.2
6	น้ำมันหอย	3.6
7	น้ำมันถั่วเหลือง	3.6
8	น้ำตาลทราย	2.2
9	ซีอิ๊วขาว	2.2

โดยจากการทดลองสูตรอาหาร เมนูไก่ผัดกระเทียม สามารถกำหนดค่าควบคุมสำหรับผลิตภัณฑ์ได้ ดังนี้

- ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (TSS) เท่ากับ 17.5 – 18.5 %
- ค่าร้อยละของเกลือ (%Salt) เท่ากับ 14.5 – 15.5 %

ทางนักวิจัยได้ทำการกำหนดปริมาณอาหารใน 1 หน่วยบริโภค โดยคำนึงถึงคุณค่าทางอาหาร โภชนาการ พลังงานและปริมาณที่เหมาะสมและเพียงพอต่อร่างกาย ซึ่งทำการอ้างอิงจากบัญชีหมายเลข 2 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 ว่าด้วย การกำหนด 1 หน่วยบริโภค หมายถึง ปริมาณอาหารที่คนไทยปกติทั่วไปรับประทานได้หมด ภายใน 1 ครั้ง โดยจากตารางแนบท้ายของอาหารประเภทกลุ่มอื่นๆ (Micellaneous) ในชนิดอาหาร “เนื้อสัตว์ ปลา หอย ทอดแล้วบรรจุกับของเหลว” ได้ทำการกำหนด หนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิง คือ 85 กรัม และจากบัญชีน้ำหนักเนื้ออาหาร ของประกาศกระทรวง (ฉบับที่ 355) พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท ได้ทำการกำหนดประเภทอาหารเนื้อสัตว์ ชนิด “บรรจุในน้ำเกลือ ซอส น้ำมัน หรือสิ่งอื่นที่ไม่ใช่เครื่องปรุง” ให้มีน้ำหนักเนื้ออาหาร ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของน้ำหนักสุทธิ ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้ไก่ผัดกระเทียม ใน 1 หน่วยบริโภคสำหรับผู้ประสบสาธารณภัย ดังนี้

- น้ำหนักสุทธิ 200 กรัม/ถ้วย
- น้ำหนักเนื้อ 150 กรัม/ถ้วย

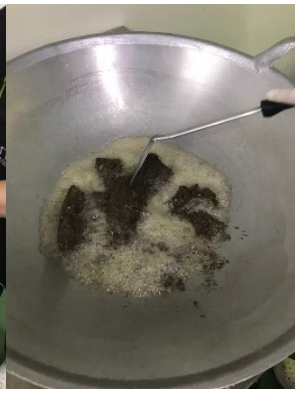
เมื่อได้ค่ากำหนดผลิตภัณฑ์สำหรับการผลิต ผลิตภัณฑ์เมนูไก่ผัดกระเทียม ทางนักวิจัยได้ทำการปรับกระบวนการผลิตจากการผลิตขนาดเล็กสู่ในกรณีที่มีการผลิตขนาดใหญ่ขึ้น โดยมีกระบวนการผลิต ดังนี้

1. ล้างทำความสะอาดวัตถุดิบ และทำการเตรียมส่วนผสมอื่นๆ รวมถึงชั่งส่วนผสมทั้งหมด

2. หั่นเนื้อไก่ เป็นชิ้นขนาด 0.5-0.8 ซม.

3. เตรียมสามเกลอ (รากผักชี กระเทียม และพริกไทย) โดยปั่นให้ละเอียด

4. ผัดสามเกลอกับน้ำมันจนหอม นาน 1-2 นาที



5. ใส่เนื้อไก่หั่นชิ้นลงไปผัด จนสุกบางส่วน หรือ นาน 1 – 2 นาที

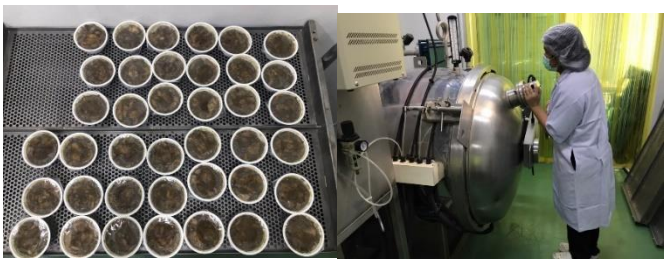
6. ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสตามสูตร และผัดจนมีระดับความหวานที่17.5-18.5 % หรือนาน 10-15 นาที

7. สะเด็ดเนื้อไก่ผัดกระเทียมออกจากน้ำ จากนั้น ชั่งน้ำหนัก และบรรจุลงถ้วย

- เนื้อไก่ 150 กรัม
- น้ำจากการผัด 50 กรัม

8. ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึก (โดยกำหนดอุณหภูมิปิดผนึกที่ 180 องศาเซลเซียส ค่าความหน่วงของสุญญากาศ ที่ 0.5-0.75 วินาที)

9. ฆ่าเชื้อด้วยเครื่องรีทอร์ท โดยใช้เวลาฆ่าเชื้อ 53 นาที และค่า F_0 = 6.1 นาที



10. จัดเก็บโดยหลีกเลี่ยงความชื้นและแสงแดดในบริเวณจัดเก็บ

รูปที่ 4.35 ไก่กระเทียมพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

4.8.3 การผลิตเมนูแกงเขียวหวานไก่

ภายหลังการวิจัยสูตรการผลิตแล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส และปรับปรุงสูตรการผลิต นำมาสู่สูตรสำเร็จในการผลิตเมนูแกงเขียวหวานไก่ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.25 สูตรสำเร็จการผลิตแกงเขียวหวานไก่

ลำดับ	รายการ	ร้อยละ
1	อกไก่	37.6
2	พริกแกงเขียวหวาน	6.1
3	กะทิ อร่อยดี	27.9
4	มะเขือเปราะ	15.0
5	ใบโหระพา	3.0
6	น้ำตาลปี๊บ	1.6
7	พริกชี้ฟ้าแดง	1.1
8	มะเขือพวง	1.9
9	น้ำปลา	0.4
10	ใบมะกรูด	0.3
11	เกลือ	0.1
12	น้ำเปล่า	5.1

โดยจากการทดลองสูตรอาหารเมนูแกงเขียวหวานไก่ สามารถกำหนดค่าควบคุมสำหรับผลิตภัณฑ์ได้ ดังนี้

- ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (TSS) เท่ากับ 14.0 - 16.0 %
- ค่าร้อยละของเกลือ (%Salt) เท่ากับ 12.0 - 14.0 %

ทางนักวิจัยได้ทำการกำหนดปริมาณอาหารใน 1 หน่วยบริโภค โดยคำนึงถึงคุณค่าทางอาหาร โภชนาการ พลังงานและปริมาณที่เหมาะสมและเพียงพอต่อร่างกาย ซึ่งทำการอ้างอิงจากบัญชีหมายเลข 2 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 ว่าด้วย การกำหนด 1 หน่วยบริโภค หมายถึง ปริมาณอาหารที่คนไทยปกติทั่วไปรับประทานได้หมด ภายใน 1 ครั้ง โดยจากตารางแนบท้ายของอาหาร ประเภทกลุ่มอื่น ๆ (Micellaneous) ในชนิดอาหาร “ซุปพร้อมบริโภคและแกงต่าง ๆ” ได้ทำการกำหนด หนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิง คือ 200 กรัม และจากบัญชีน้ำหนักเนื้ออาหาร ของประกาศกระทรวง (ฉบับที่ 355) พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท ได้ทำการกำหนดประเภทอาหารปรุงสำเร็จที่ทำให้สุกแล้ว ชนิด “แกงเผ็ดต่าง ๆ” ให้มีน้ำหนักเนื้ออาหาร ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนักสุทธิ ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงได้ กำหนดให้แกงเขียวหวานไก่ ใน 1 หน่วยบริโภคสำหรับผู้ประสบสาธารณภัย ดังนี้

- น้ำหนักสุทธิ 200 กรัม/ถ้วย
- น้ำหนักเนื้อ (อย่างน้อย) 100 กรัม/ถ้วย

เมื่อได้ค่ากำหนดผลิตภัณฑ์สำหรับการผลิต ผลิตภัณฑ์เมนูแกงเขียวหวานไก่ ทางนักวิจัยได้ทำการปรับ กระบวนการผลิตจากปริมาณน้อยสู่ปริมาณที่มากขึ้น โดยมีกระบวนการผลิต ดังนี้

1. ล้างทำความสะอาดและจัดเตรียมวัตถุดิบ และชั่งส่วนผสมทั้งหมด

2. ผัดพริกแกงเขียวหวานกับกะทิครึ่งหนึ่งของสูตรจนแตกมัน เป็นระยะเวลา 2-4 นาที

3. ใส่เนื้อไก่หั่นชิ้น หนา 0.5-0.8 ซม. ลงไปผัดให้สุกบางส่วน

4. เติมกะทิส่วนที่เหลือลงไปต้มจนเดือด ที่อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส จากนั้นสะเด็ดไก่ออกมา

5. ลวกมะเขือเปราะ นาน 2-3 นาที จากนั้นสะเด็ดมะเขือเปราะขึ้นมา

6. ลวกมะเขือพวง นาน 2-3 นาที จากนั้นสะเด็ดมะเขือพวงขึ้นมา

7. ลวกใบโหระพา นาน 1-2 นาที จากนั้นสะเด็ดใบโหระพาขึ้นมา

8. ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสตามสูตร

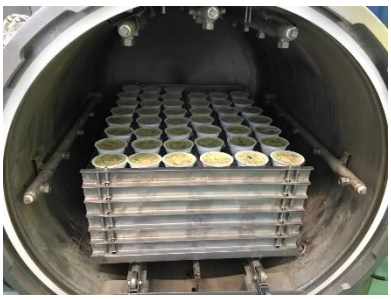
9. ใส่ใบมะกรูดลงไป และต้มจนได้ที่ระดับความหวาน 14.0-16.0 % หรือนาน 10-15 นาทีหลังจากการเดือด ก่อนทำการนำใบมะกรูดออก

10. ชั่งน้ำหนัก และบรรจุลงถ้วย

-	เนื้อไก่	55	กรัม
-	มะเขือเปราะ	40	กรัม
-	มะเขือพวง	5	กรัม
-	ใบโหระพา	5	กรัม
-	พริกชี้ฟ้า	5	กรัม
-	น้ำแกงเขียวหวาน	100	กรัม

11. ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึก (โดยกำหนดอุณหภูมิปิดผนึกที่ 180 องศาเซลเซียส ค่าความหน่วงของสุญญากาศ ที่ 0.5-0.75 วินาที)

12. ฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อรีทอร์ท โดยใช้เวลาฆ่าเชื้อ 53 นาที และค่า F_0 = 6.1 นาที



13. จัดเก็บโดยหลีกเลี่ยงความชื้นและแสงแดดในบริเวณจัดเก็บ

รูปที่ 4.36 แกงเขียวหวานไก่พร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

4.8.2 การผลิตเมนูข้าวหุงสุก

ภายหลังการวิจัยสูตรการผลิตแล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส และปรับปรุงสูตรการผลิต นำมาสู่สูตรสำเร็จในการผลิตเมนูข้าวหุงสุก ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.26 สูตรสำเร็จการผลิตข้าวหุงสุก

ลำดับ	รายการ	ร้อยละ
1	ข้าวหอมมะลิ (กข 105)	100

ทางนักวิจัยได้ทำการกำหนดปริมาณอาหารใน 1 หน่วยบริโภค โดยคำนึงถึงคุณค่าทางอาหาร โภชนาการ พลังงานและปริมาณที่เหมาะสมและเพียงพอต่อร่างกาย ซึ่งทำการอ้างอิงจากบัญชีหมายเลข 2 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 ว่าด้วย การกำหนด 1 หน่วยบริโภค หมายถึง ปริมาณอาหารที่คนไทยปกติทั่วไปรับประทานได้หมด ภายใน 1 ครั้ง โดยจากตารางแนบท้ายของกลุ่มธัญพืชและผลิตภัณฑ์ (Cereals and grain products) ในชนิดอาหาร “ข้าวเจ้า ข้าวบาร์เล่ย์” ได้ทำการกำหนดหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิง (ข้าวเจ้าสุก) คือ 130 กรัม ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้ข้าวหุงสุก ใน 1 หน่วยบริโภคสำหรับผู้ประสบสาธารณภัย ดังนี้

- น้ำหนักสุทธิ 150 กรัม/ถ้วย

เมื่อได้ค่ากำหนดผลิตภัณฑ์สำหรับการผลิต ผลิตภัณฑ์เมนูข้าวหุงสุก ทางนักวิจัยได้ทำการปรับกระบวนการผลิตจากปริมาณน้อยสู่ปริมาณที่มากขึ้น โดยมีกระบวนการผลิต ดังนี้

1. เตรียมวัตถุดิบ และชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ

2. นำข้าวสารดิบมาล้างทำความสะอาด จำนวน 2 ครั้ง

3. ต้มน้ำจนได้อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียส (สัดส่วน ข้าวสาร : น้ำ คือ 1.0 : 1.7)

4. นำข้าวสารลงไปต้ม โดยทำการควบคุมอุณหภูมิ ระหว่าง 80-85 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 – 5 นาที (ทำการคนเบาๆตลอดเวลา)

5. นำข้าวที่ต้มมาล้างเพื่อไม่ให้ข้าวติดกันเป็นก้อน แล้วพักให้สะเด็ดน้ำ

6. ชั่งน้ำหนัก และบรรจุลงถ้วย
    - ข้าว 150 กรัม

7. ปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึก (โดยกำหนดอุณหภูมิปิดผนึกที่ 180 องศาเซลเซียส ค่าความหน่วงของสุญญากาศ ที่ 0.5-0.75 วินาที)
8. ฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อรีทอร์ท โดยใช้เวลาฆ่าเชื้อ 30 นาที และค่า F_0 = 3.7 นาที

9. จัดเก็บโดยหลีกเลี่ยงความชื้นและแสงแดดในบริเวณจัดเก็บ

รูปที่ 4.37 ข้าวหุงสุกพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยได้ว่าจ้างสถาบันอาหารในการดำเนินการผลิตต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัย ในภาวะฉุกเฉินตามกระบวนการผลิตที่ได้คิดค้นและวิจัยขึ้น จำนวน 720 ชิ้น แบ่งเป็น 1) ไข่พะโล้ 120 ชิ้น 2) ไก่ผัดกระเทียม 120 ชิ้น 3) แกงเขียวหวานไก่ 120 ชิ้น และ 4) ข้าวหุงสุก 360 ชิ้น โดยภายหลังการผลิตจะมีการนำผลิตภัณฑ์มาบ่มเป็นเวลา 14 วัน เพื่อตรวจสอบความผิดปกติของผลิตภัณฑ์ก่อนนำไปแจกจ่ายแก่ผู้ประสบภัยต่อไป ซึ่ง**ต้นทุนการผลิตได้แสดงดังภาคผนวก จ**

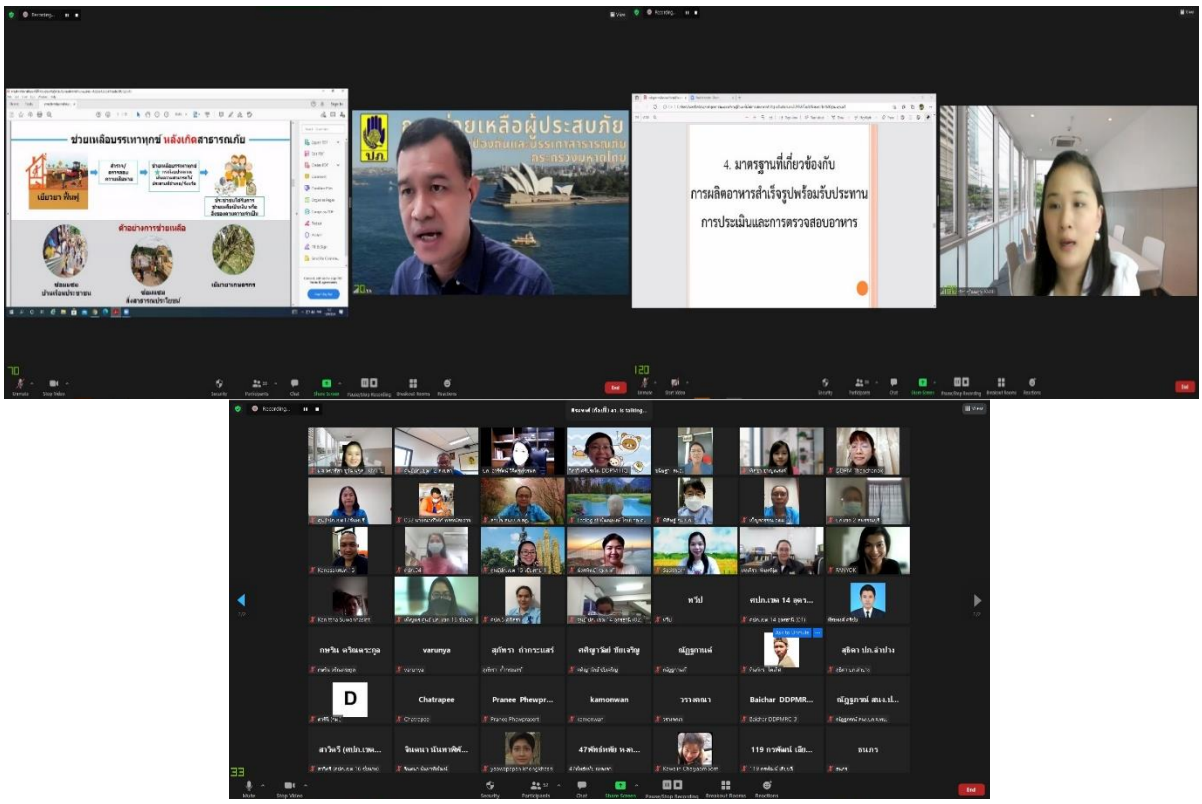
รูปที่ 4.38 อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินต้นแบบ

4.9 การเสริมสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยได้ดำเนินการฝึกอบรมบุคลากรภายในองค์กรด้วยการบรรยายและอภิปรายในรูปแบบออนไลน์ผ่านระบบ Zoom ภายใต้ **“โครงการพัฒนาศักยภาพบุคลากร ด้านนวัตกรรมการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน”** มีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างองค์ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับนวัตกรรมการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินตามหลักวิชาการให้แก่บุคลากรของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และสามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้ที่ได้รับในการปฏิบัติงานด้านการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยได้ในอนาคต

ผลการฝึกอบรมวัดผลด้วยการทดสอบข้อเขียน คะแนนเต็ม 20 คะแนน จากการทดสอบ พบว่า คะแนนทดสอบก่อนเรียนเฉลี่ยอยู่ที่ 7.26 คะแนน และ คะแนนทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยอยู่ที่ 13.52 คะแนน เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย t-test พบว่า คะแนนทดสอบหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้สำรวจความพึงพอใจต่อการฝึกอบรม ผลการสำรวจพบว่า ผู้อบรมมีระดับความพึงพอใจต่อการฝึกอบรม 4.25 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5 ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

สรุปได้ว่า ผู้เข้าอบรมได้รับองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินเพิ่มมากขึ้น และมีความพึงพอใจต่อการฝึกอบรมในระดับมากที่สุด ทั้งนี้ มีผู้ผ่านการอบรม จำนวนทั้งสิ้น 81 คน



รูปที่ 4.39 บรรยากาศการฝึกอบรมผ่านระบบ Zoom

4.10 การต่อยอดผลผลิตจากงานวิจัย

4.10.1 กิจกรรมการนำเสนอผลการศึกษาและส่งมอบผลิตภัณฑ์โครงการวิจัยและพัฒนาอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยได้จัดกิจกรรมการนำเสนอผลการศึกษาและส่งมอบผลิตภัณฑ์โครงการวิจัยและพัฒนาอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน เพื่อส่งมอบผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน (4 เมนู) จำนวน 720 ถ้วย แบ่งเป็น 1) ไข่พะโล้ 120 ชิ้น 2) ไก่ผัดกระเทียม 120 ชิ้น 3) แกงเขียวหวานไก่ 120 ชิ้น และ 4) ข้าวหุงสุก 360 ชิ้น และถุงบรรจุผลิตภัณฑ์ จำนวน 120 ถุง ให้แก่ “กองช่วยเหลือผู้ประสบภัย” เพื่อนำไปแจกจ่ายให้แก่ผู้ประสบสาธารณภัยต่อไป เมื่อวันอังคารที่ 15 มีนาคม 2565 ภายใต้กิจกรรมดังกล่าวมีการนำเสนอผลการดำเนินโครงการฯ และผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน จำนวน 4 เมนู การชี้แจงเป้าหมาย และแนวทางการแจกจ่ายผลิตภัณฑ์และการรายงานผล ซึ่งมุ่งเน้นการบรรเทาความเดือดร้อนให้แก่ผู้ประสบภัยเบื้องต้น โดยมีความคาดหวังว่าการแจกจ่ายอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินซึ่งเป็นผลผลิตจากงานวิจัย จะเป็นการต่อยอดงานวิจัยไปสู่ผู้ประสบสาธารณภัยอย่างเป็นรูปธรรม

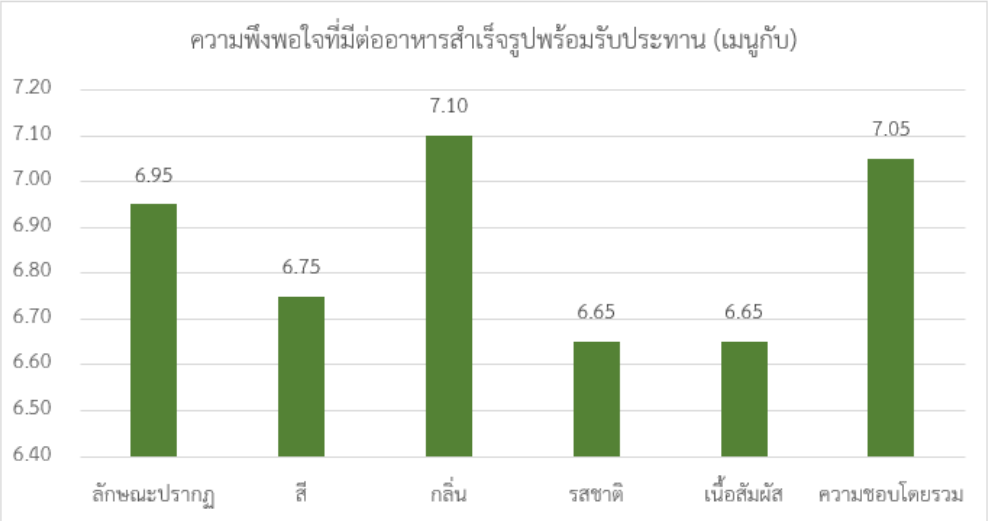
รูปที่ 4.40ก บรรยากาศกิจกรรมการนำเสนอผลการศึกษาและส่งมอบผลิตภัณฑ์โครงการวิจัยและพัฒนาอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

รูปที่ 4.40ข บรรยากาศกิจกรรมการนำเสนอผลการศึกษาและส่งมอบผลิตภัณฑ์โครงการวิจัยและพัฒนาอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

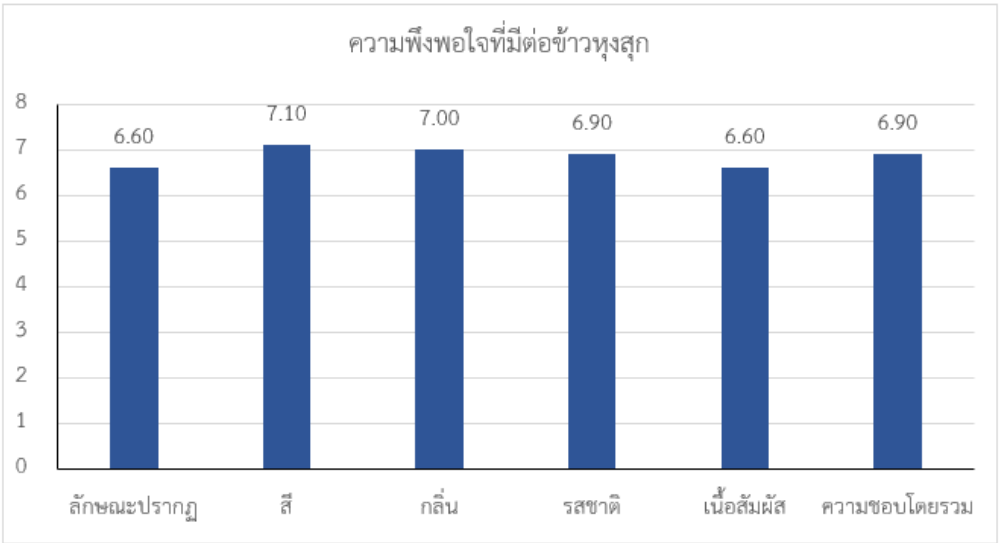
4.10.2 การแจกจ่ายอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยได้นำต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานไปแจกจ่ายแก่ผู้ประสบภัยในเขตกรุงเทพและปริมณฑล และทำการสำรวจความพึงพอใจ ผลการสำรวจ พบว่า ผู้ประสบภัยมีความพึงพอใจโดยรวมต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (เมนูกับข้าว) เฉลี่ยที่ 7.05 คะแนน และเมนูข้าวหุงสุกเฉลี่ยที่ 6.90 คะแนน จากคะแนนเต็ม 9 นอกจากนี้ ผู้ประสบภัยเห็นว่าบรรจุภัณฑ์มีความสวยงามน่าประทับใจและปริมาณอาหารมีความเหมาะสม รวมถึงเห็นว่า มีความเหมาะสมที่จะเป็นทางเลือกหนึ่งในการช่วยเหลือผู้ประสบภัย

อย่างไรก็ตาม ผู้ประสบภัยได้ให้ข้อเสนอแนะ คือ ได้แก่ 1) ควรมีเครื่องหมายรับรองฮาลาล 2) ควรมีช้อนส้อมมาให้ด้วย 3) ควรมีถุงกันกระแทกเพื่อป้องกันการแตกของบรรจุภัณฑ์ และ 4) ควรมีถุงอุ่นร้อนในตัว (Heating Bag)



รูปที่ 4.41 ความพึงพอใจของผู้ประสบภัยที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน (เมนูกับข้าว)



รูปที่ 4.42 ความพึงพอใจของผู้ประสบภัยที่มีต่อข้าวหุงสุก

รูปที่ 4.43 การแจกจ่ายอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

4.10.3 การประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อหาแนวทางในการต่อยอดผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนาอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยได้ประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อหาแนวทางในการต่อยอดผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนาอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินมีจุดประสงค์เพื่อเสริมสร้างองค์ความรู้และระดมความคิดเห็นจากบุคลากรภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาสังคม เกี่ยวกับแนวทางการต่อยอดจากผลการวิจัยและพัฒนาอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดต่อการปฏิบัติงานด้านการจัดการความเสี่ยงจากสาธารณภัย รวมถึงเป็นการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผลการดำเนินโครงการวิจัยของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยให้เป็นที่แพร่หลาย

ข้อเสนอแนะและแนวทางต่อยอดที่ได้รับ มีดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์อาหารที่จะพัฒนาต่อไปควรมีบรรจุภัณฑ์ที่แข็งแรง ทนต่อการกระแทกและฉีกขาด และฉลากควรมีอักษรเบรลล์เพื่อผู้พิการทางสายตา

2. จัดทำเป็นถุงน้ำใจที่เป็นสี เช่น สีแดง นำเข้าพื้นที่ประสบภัยใน 2 วันแรก ประกอบไปด้วยอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย หลังจาก 2 วัน ไม่เกิน 5 วัน ใช้ถุงน้ำใจ

ที่เป็นสีชมพู มีอาหารที่ครอบคลุมผู้ประสบภัยที่เหมาะสมกับผู้ประสบภัย นอกจากนี้ ควรให้ในพื้นที่เป็นผู้ประกอบอาหารสำเร็จรูป เช่น กลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ผลิตอาหาร เพราะมีศักยภาพการผลิตและมีอุปกรณ์การผลิต ถึงระดับการได้รับรอง GMP เป็นผู้ผลิต ซึ่งจะสามารถตอบโจทย์การผลิตตามความต้องการและใช้ผลผลิตในพื้นที่ลดค่าใช้จ่ายการขนส่งและราคาวัตถุดิบ รวมถึงส่งเสริมการใช้วัตถุดิบในพื้นที่หรือพื้นที่ใกล้เคียง และถ้ามากกว่า 5 วัน ควรใช้คู่มือการอพยพและแนวปฏิบัติการจัดตั้งและจัดการศูนย์พักพิงและช่วยเหลือผู้ประสบภัยเพื่อสุขอนามัยของผู้ประสบภัย

3. หน่วยงานมหาวิทยาลัย สามารถให้ความร่วมมือด้านวิชาการและด้านการผลิตเมนูอื่นที่เหมาะสมกับผู้ประสบภัยในวัยอื่น ๆ มากกว่าที่ได้ดำเนินการ และหาเทคโนโลยีอื่นที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน เพราะมีราคาต่อถ้วย ประมาณ 50 บาท ซึ่งยังถือว่าราคาสูงอยู่ โดยมีโรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่มที่ได้รับรอง GMP และเครื่องหมายฮาลาล ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังไม่มี รวมถึงมีห้องปฏิบัติการอาหารที่ทดสอบวิเคราะห์อาหาร และสามารถเพิ่มข้อมูลคุณค่าอาหารและโภชนาการในฉลากได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่รักษาสิ่งแวดล้อมเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย

4. การนำแนวคิดธนาคารอาหาร (Food Bank) มาใช้ในการจัดหาเครื่องอุปโภคบริโภคสำหรับผู้ประสบภัย โดยมีการดำเนินการใน 2 รูปแบบ คือ 1) การตกลงและทำสัญญาระหว่างหน่วยงานผู้ซื้อและหน่วยงานผู้ขาย (Supplier) ซึ่งเมื่อเกิดสาธารณภัยขึ้น หน่วยงานผู้ขายในพื้นที่ประสบภัยจะจัดหาสิ่งของอุปโภคบริโภค และจัดส่งไปยังพื้นที่โดยตรง ซึ่งวิธีดังกล่าวจะช่วยลดปัญหาด้าน Logistics 2) การรับบริจาคจากผู้รับบริจาคโดยตรง ตามบัญชีหรือข้อมูลความต้องการของผู้ประสบภัยซึ่งได้มีการสำรวจเบื้องต้น

5. การบูรณาการความร่วมมือระหว่างหน่วยงานตามแนวทฤษฎีการบริหารราชการบ้านเมืองแบบร่วมมือกัน (Collaborative Governance) เพื่อการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัย ทั้งระหว่างหน่วยงานภาครัฐกับภาคเอกชน ซึ่งในภาคเอกชนสามารถดำเนินการในรูปแบบ CSR หรือการดำเนินกิจกรรมเพื่อสังคม

รูปที่ 4.44 บรรยากาศการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อหาแนวทางในการต่อยอดผลผลิตจากการวิจัยและพัฒนาอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินการ

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยเป็นหน่วยงานกลางด้านการบริหารจัดการสาธารณภัยของประเทศ มีภารกิจประการหนึ่งในการพัฒนาการจัดการในภาวะฉุกเฉินให้เป็นไปอย่างมีมาตรฐาน เพื่อให้ผู้ประสบภัยได้รับความช่วยเหลือบรรเทาทุกข์อย่างรวดเร็ว ทั่วถึง และทันต่อเหตุการณ์ จึงได้จัดทำโครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างต้นแบบนวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน และพัฒนาต่อยอดเพื่อให้สามารถขยายผลการผลิตในจำนวนมาก มีคุณภาพ มีราคาถูก สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้องปกติ และสามารถนำไปแจกจ่ายเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินในอนาคตได้อย่างรวดเร็วและเป็นรูปธรรม ซึ่งมีผลการดำเนินงานโดยสรุป ดังนี้

1. ดำเนินการสำรวจและสอบถามความคิดเห็นของประชาชนที่เคยเกิดสาธารณภัยทั่วประเทศ โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sampling) จำนวน 975 คน ใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามผ่านระบบออนไลน์ เกี่ยวกับเมนูอาหารที่เหมาะสมกับผู้ประสบสาธารณภัยในการนำมาผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน ซึ่งผลการสำรวจ พบว่า เมนูที่ควรนำมาผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานสูงสุด 4 อันดับแรก ได้แก่ ไข่พะโล้ ไก่ผัดกระเทียม แกงเขียวหวานไก่ และข้าวหุงสุก ดังนั้น กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยนี้จึงเลือก 4 เมนูดังกล่าว มาวิจัยและพัฒนาเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

2. การพัฒนาสูตรอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน จำนวน 4 เมนู ได้แก่ ไข่พะโล้ ไก่ผัดกระเทียม แกงเขียวหวานไก่ และข้าวหุงสุก จะคิดสูตรการผลิตที่แตกต่างกันอย่างละ 3 สูตร/เมนูอาหาร หลังจากนั้นจะใช้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้านอาหารจำนวน 10 คน ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตที่เหมาะสมที่สุด ด้วยวิธี 9 – point Hedonic Scale โดยการทดสอบชิมทั้งหมด 6 ด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เมื่อดำเนินการทดสอบทางประสาทสัมผัสเสร็จเรียบร้อยทั้ง 4 เมนู ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวม วิเคราะห์และประมวลผลการทดสอบของทั้ง 4 เมนู เพื่อคัดเลือกสูตรการผลิตที่เหมาะสมที่สุด

3. กระบวนการผลิตใช้เครื่องฆ่าเชื้อรีทอร์ทแบบการพ่นน้ำร้อน (Water Spray Retort) ในการฆ่าเชื้ออาหารโดยใช้ถ้วยพลาสติกชนิด PP/EVOH/PP ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 103 มิลลิเมตร ความสูง 46 มิลลิเมตร ประกอบกับการปิดผนึกด้วยฟิล์มทนความร้อนและแรงดัน หลังจากนั้น ได้ดำเนินการหาสภาวะฆ่าเชื้อที่เหมาะสมโดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์หรือเทคนิคที่มีมาตรฐานเพื่อคำนวณหาเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ (ค่า F_0) ที่จะช่วยให้อาหารปลอดจากจุลินทรีย์ก่อโรค และระยะเวลาทั้งหมดในการฆ่าเชื้อ (Process Time) จากผลการหาสภาวะฆ่าเชื้อที่เหมาะสม พบว่า เวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ (ค่า F_0) ของไข่พะโล้ ไก่ผัดกระเทียม แกงเขียวหวานไก่

และข้าวหุงสุก อยู่ที่ 6.1 6.1 6.1 และ 3.7 นาที ตามลำดับ และระยะเวลาทั้งหมดในการฆ่าเชื้อ (Process Time) ของไข่พะโล้ ไก่ผัดกระเทียม แกงเขียวหวานไก่ และข้าวหุงสุก อยู่ที่ 43 53 53 และ 30 นาที ตามลำดับ

4. การออกแบบฉลากบรรจุภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ชั้นนอก ได้ออกแบบภายใต้แนวคิด “ลายไทย” ซึ่งเป็นศิลปะที่มีความวิจิตร งดงามและลายเส้นสายที่เป็นอัตลักษณ์ของไทย สื่อสารออกมาด้วยความชดช้อยหรูหรา นำเสนอความงดงามแบบไทยในรูปแบบไทยคลาสิกที่มีความหรูหราและมีกลิ่นอายของความเป็นไทย เลือกใช้โทนสีเหลืองทองเพื่อเพิ่มความหรูหราและสื่อถึงแสงสว่าง และสีน้ำเงินสื่อถึงความมั่นคงและการปกป้อง ทั้งนี้ การแสดงเนื้อหาบนฉลากบรรจุภัณฑ์ได้ออกแบบให้สอดคล้องตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 367) พ.ศ. 2557 เรื่อง การแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุ

5. การทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน มีกลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งสิ้น 101 คน แบ่งเป็น 1) กลุ่มวัยทำงาน ได้แก่ บุคลากรส่วนกลางของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จำนวน 56 คน 2) กลุ่มคนเปราะบาง ได้แก่ ประชาชนทั่วไปที่เป็นเด็กและผู้สูงอายุ จำนวน 34 คน และ 3) กลุ่มคนมุสลิม จำนวน 11 คน ดำเนินการทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory Test) ของเมนูอาหารที่ได้รับการพัฒนาสูตร ทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความพึงพอใจโดยรวม โดยให้คะแนนสำหรับการประเมินการยอมรับ ด้วยวิธี 9 – point Hedonic Scale ผลการทดสอบ พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีระดับความชอบต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน อยู่ในระดับเฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย เรียงลำดับคะแนนจากน้อยไปหามาก ดังนี้ 1) ข้าวหุงสุก (5.71 คะแนน) อยู่ในระดับเฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย 2) ไก่ผัดกระเทียม (5.82 คะแนน) อยู่ในระดับเฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย 3) แกงเขียวหวานไก่ (5.91 คะแนน) อยู่ในระดับเฉย ๆ ถึง ชอบเล็กน้อย และ 4) ไข่พะโล้ (6.41 คะแนน) อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง

6. จากผลการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงสูตรการผลิต และได้ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสอีกครั้งโดยผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร จำนวน 10 คน เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความชอบระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ผลการทดสอบ พบว่า คะแนนความชอบโดยรวมหลังการปรับปรุสูตรการผลิตมีค่าสูงกว่าก่อนการปรับปรุงสูตรการผลิตทุกเมนูอาหาร และจากค่าคะแนนตีความได้ว่าผู้บริโภคมีระดับความชอบต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง ในทุกเมนูอาหาร ดังนั้น จึงเป็นการยืนยันได้ว่าอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินได้รับการพัฒนา/ปรับปรุงสูตรการผลิตให้ดียิ่งขึ้น

7. การตรวจสอบความปลอดภัยทางอาหาร โดยการส่งตรวจวิเคราะห์ความปลอดภัยทางอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ. 2556 เรื่องอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ผลการทดสอบพบว่า ผลิตภัณฑ์ไข่พะโล้ ไก่ผัดกระเทียม แกงเขียวหวานไก่ และข้าวหุงสุก มีผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยอาหารอยู่ในระดับ “ผ่าน” ทุกเมนู ซึ่งเป็นไปตามกำหนดประกาศกฎหมายที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยยังได้รับเลขสารบบอาหาร (เลข อย.) ตามกฎหมายจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ดังนี้

ลำดับ	รายการ	เลข อย.	วันอนุมัติ
1	ไข่พะโล้	10-1-03659-5-0053	28 ธ.ค. 64
2	ไก่ผัดกระเทียม	10-1-03659-5-0052	28 ธ.ค. 64
3	แกงเขียวหวานไก่	10-1-03659-5-0044	25 ส.ค. 64
4	ข้าวหุงสุก	10-1-03659-5-0048	25 ส.ค. 64

ดังนั้น จึงมั่นใจได้ว่าอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉินมีความปลอดภัยต่อผู้ประสบภัย ถูกสุขอนามัย และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้เป็นเวลานาน

8. การผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์ จะคำนึงถึงปริมาณและพลังงานที่ผู้ประสบภัยจะได้รับ จึงทำการผลิตดังนี้ 1) ไข่พะโล้ น้ำหนักสุทธิ 200 กรัม/น้ำหนักเนื้อ 120 กรัม 2) ไก่ผัดกระเทียม น้ำหนักสุทธิ 200 กรัม/น้ำหนักเนื้อ 150 กรัม 3) แกงเขียวหวานไก่ น้ำหนักสุทธิ 200 กรัม/น้ำหนักเนื้อ 100 กรัม และ 4) ข้าวหุงสุก น้ำหนักสุทธิ 150 กรัม โดยกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยได้ว่าจ้างสถาบันอาหารในการดำเนินการผลิตต้นแบบจำนวน 720 ชิ้น แบ่งเป็น 1) ไข่พะโล้ 120 ชิ้น 2) ไก่ผัดกระเทียม 120 ชิ้น 3) แกงเขียวหวานไก่ 120 ชิ้น และ 4) ข้าวหุงสุก 360 ชิ้น โดยภายหลังการผลิตจะนำผลิตภัณฑ์มาบ่มเป็นเวลา 14 วัน เพื่อตรวจสอบความผิดปกติของผลิตภัณฑ์ ก่อนนำไปแจกจ่ายแก่ผู้ประสบภัย

9. กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยได้นำต้นแบบอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานไปแจกจ่ายแก่ผู้ประสบภัยในเขตกรุงเทพและปริมณฑล และทำการสำรวจความพึงพอใจ ผลการสำรวจ พบว่า ผู้ประสบภัยมีความพึงพอใจโดยรวมต่ออาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ถึง ชอบปานกลาง โดยเมนูไข่พะโล้ ไก่ผัดกระเทียม และแกงเขียวหวานไก่ เฉลี่ยที่ 7.05 คะแนน และเมนูข้าวหุงสุก เฉลี่ยที่ 6.90 คะแนน นอกจากนี้ ผู้ประสบภัยเห็นว่าบรรจุภัณฑ์มีความสวยงามน่าประทับใจ และปริมาณอาหารมีความเหมาะสม รวมถึงเห็นว่ามีความเหมาะสมที่จะเป็นทางเลือกหนึ่งในการช่วยเหลือผู้ประสบภัย

5.2 ปัญหาและข้อจำกัด

1. เนื่องจากการผลิตสินค้าอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานภายใต้โครงการวิจัยนี้ เป็นการทดลองผลิตเพื่อสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ จึงมีการผลิตจำนวนไม่มาก ดังนั้น การจัดซื้อวัตถุดิบและการจัดทำบรรจุภัณฑ์จึงซื้อจากร้านค้าหรือตลาดทั่วไป อีกทั้งระหว่างการดำเนินงานโครงการอยู่ในช่วงภาวะการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ซึ่งราคาวัตถุดิบมีความผันผวนและมีราคาสูงขึ้น จึงส่งผลให้มีต้นทุนการผลิตสูง

2. ผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานใช้เทคโนโลยีการยืดอายุด้วยเครื่องฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิและแรงดันสูง ดังนั้น จึงจัดผลิตภัณฑ์ดังกล่าวอยู่ในหมวดอาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิทและเป็นอาหารที่อยู่ในหมวดอาหารกำหนดคุณภาพมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งมีความเข้มงวดในการตรวจสอบข้อมูล และการผลิตผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ ในประกาศดังกล่าวยังไม่มีข้อมูลการกำหนดคุณภาพมาตรฐานของเมนูไข่พะโล้ และไก่ผัดกระเทียม จึงต้องดำเนินการยื่นขอพิจารณาน้ำหนักเนื้อของเมนูดังกล่าวเพิ่มเติม ซึ่งระยะเวลาในการพิจารณาอนุมัติขึ้นอยู่กับการพิจารณาของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ส่งผลให้การดำเนินงานยื่นขอเลข อย. ใช้ระยะเวลานานกว่าแผนที่กำหนด

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ผลิตภัณฑ์อาหารที่จะพัฒนาต่อไปควรมีบรรจุภัณฑ์ที่แข็งแรงทนต่อการกระแทกและฉีกขาด ฉลากควรมีอักษรเบรลล์เพื่อผู้พิการทางสายตา เพิ่มข้อมูลคุณค่าอาหารและโภชนาการ ควรพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ได้รับตราฮาลาล และควรมีช้อนส้อมมาให้ด้วย

2. เมนูอาหารที่จะผลิตต่อไปควรเป็นเมนูที่มีข้าวกับกับข้าวอยู่รวมกัน เพื่อลดภาชนะในการบรรจุ และสะดวกต่อการรับประทาน รวมไปถึงอาจมีถุงร้อน (Heating Bag) เพื่อใช้อุ่นร้อนอาหารในตัว

3. เมนูอาหารที่จะผลิตต่อไปควรมีเมนูอาหารสำหรับกลุ่มคนเปราะบางโดยเฉพาะ

4. ควรร่วมมือกับหน่วยงานมหาวิทยาลัยซึ่งสามารถให้ความร่วมมือด้านวิชาการและด้านการผลิตเมนูอื่นที่เหมาะสมกับผู้ประสบภัยในวัยอื่น ๆ มากกว่าที่ได้ดำเนินการ และหาเทคโนโลยีอื่นที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน เพราะมีราคาต่อถ้วย ประมาณ 50 บาท ซึ่งยังถือว่าราคาสูงอยู่ โดยมีโรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่มที่ได้รับรอง GMP และเครื่องหมายฮาลาล ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังไม่มี รวมถึงมีห้องปฏิบัติการอาหารที่ทดสอบวิเคราะห์อาหาร และสามารถเพิ่มข้อมูลคุณค่าอาหารและโภชนาการในฉลากได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่รักษาสิ่งแวดล้อมเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย

5. ควรนำแนวคิดธนาคารอาหาร (Food Bank) มาใช้ในการจัดหาเครื่องอุปโภคบริโภคสำหรับผู้ประสบภัย โดยมีการดำเนินการใน 2 รูปแบบ คือ 1) การตกลงและทำสัญญาระหว่างหน่วยงานผู้ซื้อและหน่วยงานผู้ขาย (Supplier) ซึ่งเมื่อเกิดสาธารณภัยขึ้น หน่วยงานผู้ขายในพื้นที่ประสบภัยจะจัดหาสิ่งของอุปโภคบริโภค และจัดส่งไปยังพื้นที่โดยตรง ซึ่งวิธีดังกล่าวจะช่วยลดปัญหาด้าน Logistics 2) การรับบริจาคจากผู้รับบริจาคโดยตรง ตามบัญชีหรือข้อมูลความต้องการของผู้ประสบภัยซึ่งได้มีการสำรวจเบื้องต้น

6. ควรบูรณาความร่วมมือระหว่างหน่วยงานตามแนวทฤษฎีการบริการกิจการบ้านเมืองแบบร่วมมือกัน (Collaborative Governance) เพื่อการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัย ทั้งระหว่างหน่วยงานภาครัฐกับภาคเอกชน ซึ่งในภาคเอกชนสามารถดำเนินการในรูปแบบ CSR หรือการดำเนินกิจกรรมเพื่อสังคม

7. ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน ควรมีการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมโดยผลิตคราวละปริมาณมาก สามารถซื้อวัตถุดิบจากแหล่งวัตถุดิบได้โดยตรง ประกอบกับการวางแผนการผลิตที่ดีจะส่งผลให้สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยง หรือเพาะปลูกได้อีกทางหนึ่ง อันเป็นการบูรณาการการช่วยเหลือได้อย่างยั่งยืน

บรรณานุกรม

กนกกานต์ วีระกุล, จันทร์จนา ศิริพันธ์วัฒนา, นราธิป ปุณเกษม, ครรชิต จุดประสงค์ และสมศรี เจริญเกียรติกุล. 2561. **น้ำซอสอาหารไทยสำเร็จรูปพร้อมปรุงในรีทอร์ทเพาซ์**. สืบค้นจาก http://www.thai-explore.net/search_detail/result/6104

กระทรวงสาธารณสุข. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 เรื่อง ฉลากโภชนาการ**. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 115 ตอนที่ 47ง (ลงวันที่ 11 มิถุนายน 2541)

กระทรวงสาธารณสุข. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 355) พ.ศ. 2556 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท**. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 130, ตอนพิเศษ 87 ง (ลงวันที่ 24 กรกฎาคม 2556).

กระทรวงสาธารณสุข. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 367) พ.ศ. 2557 เรื่อง การแสดงฉลากของอาหารในภาชนะในภาชนะบรรจุ**. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 131, ตอนพิเศษ 102 ง (ลงวันที่ 6 มิถุนายน 2557).

กระทรวงสาธารณสุข. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 420) พ.ศ. 2563 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และเก็บรักษาอาหาร**. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 138, ตอนพิเศษ 31 ง (ลงวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2564).

กุลพร พุทธมี และ วริศชนม์ นิลนนท์. 2559. **ผลของวิธีการสกัดน้ำเงาะและการทำให้เข้มข้นต่อคุณภาพของไซรัปเงาะและการประยุกต์ใช้เป็นสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์อาหาร**. วารสารวิจัยรำไพพรรณี ปีที่ 10 ฉบับที่ 2.

เกศริน แก้วมณี, ดร.วัชรี หาญเมืองใจ. 2558 **การผลิตและการทดสอบประสาทสัมผัสของข้าวหมากจากข้าวเหนียวกล้องและข้าเหนียวกล้องงอก**,วารสารการประชุมวิชาการและนาเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2562. **วศ.อว. เดินหน้าผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภคในถุงรีทอร์ท เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยน้ำท่วม**. เข้าถึงจาก https://www.mhesi.go.th/index.php/news/4744-2021-10-07-07-48-46.html

ขวัญหทัย แช่ทอง และวลลิดา เลิศกิจสมบูรณ์. 2544. **แกงไตปลาแห้งบรรจุกระป๋อง**. โครงงานนักศึกษา คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

คนิดา ราชปัก และดวงกมล เสริมสันติธรรม. 2543. **การหากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิตของน้ำแกงเผ็ดพร้อมปรุงบรรจุกระป๋อง**. ปริญญานิพนธ์, ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2550**. การบรรจุอาหาร.** ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร. บริษัท เอส.พี. เอ็ม การพิมพ์ จำกัด.

จิรรัชต์ กันทะขู้. 2549. **การแปรรูปหอยเป๋าฮื้อในน้ำเกลือบรรจุรีทอร์ตเพาซ์**. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีอาหาร, ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิราภัทร โอทอง, อมรรัตน์ เจริญชัย, ลัดดาวัลย์ กลิ่นมาลัย, สุธิดา กิจจาวรเสถียร, วรลักษณ์ ป้อมน้อย และ วรธณ ป้อมเย็น. 2562. **การพัฒนาไอศกรีมนมเสริมอกไก่สำหรับผู้ออกกำลังกาย**. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ชัยวุฒิ กู้เมือง. 2563. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อโคขุนคัดทิ้งตุ๋นยาจีนในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์**. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาสัตวศาสตร์, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ดารณี สุขรอด. 2555. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วเน่าก้อน**. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. [สืบค้นจาก: วศินี ศุภพิมล. 2558. **การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อไส้ขนมลูกชิดจากเศษเหลือใช้ในอุตสาหกรรมลูกชิดเชื่อม**. ค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่].

นันทิยา พาหุมันโต. 2552. **คุณค่าทางอาหารและกลิ่นรสของเต้าหู้ยี้ที่หมักแบบธรรมชาติ**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาจุลชีววิทยา, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประเทือง โชคประเสริฐ. 2553. **การประเมินคุณภาพอาหารโดยประสาทสัมผัส**. ในเอกสารประกอบการสอน. สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ประภาศรี เทพรักษา. 2547. **การผลิตอาหารในภาชนะปิดสนิทด้วยความร้อน**. ในหลักการผลิตและฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะปิดสนิทด้วยความร้อน. กรุงเทพมหานคร. [สืบค้นจาก: กรรวี พิสันเทียะ. 2559. การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ไก่ยอลดฟอสเฟตพร้อมบริโภคในรีทอร์ทเพาซ์].

ผุสดี ตังวัชรินทร์. 2558. **จุลินทรีย์ในเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ.** ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วน จำกัด มีน เซอร์วิส ซัพพลาย.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2545. **การประเมินทางประสาทสัมผัส**. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง ลำปาง. 2555. **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเพื่อสุขภาพ**. กิจกรรมภายใต้โครงการพัฒนาการผลิตข้าวปลอดภัยคุณภาพทั้งระบบ กลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนบน 1.

รวมพร เลี่ยมแก้ว และ เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2561. **การทดสอบทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำนมข้าวโพดผสมธัญพืช**. คณะการจัดการธุรกิจอาหาร, สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์.

วาณี ชนเห็นชอบ. 2554. **เทคโนโลยีการบรรจุอาหาร (Food packaging technology).** ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุและวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีระ โชติธรรมาภรณ์. 2564. **บทที่ 1 ความรู้พื้นฐานบรรจุภัณฑ์**. เข้าถึงจาก lfit.ssru.ac.th/weera/mod/resource/view.php?inpopup=true&id=224.

วรรณี ตั้งคำ และสายทอง สุทธิสงค์. 2546. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวหมกไก่บรรจุกระป๋อง**. โครงงานนักศึกษา คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศศิมน ปรีชา. 2555. **หน่วยที่ 8 การถนอมและแปรรูปอาหารด้วยความร้อน**. ในเอกสารสอนชุด วิชาเทคโนโลยีการถนอมและแปรรูปอาหาร.

ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. 2565. **MRE คืออะไร?.** เข้าถึงจาก https://sciplanet.org/content/9920.

ศศิมน ปรีชา. 2555. **หน่วยที่ 8 การถนอมและแปรรูปอาหารด้วยความร้อน**. ในเอกสารสอนชุด วิชาเทคโนโลยีการถนอมและแปรรูปอาหาร. กรุงเทพมหานคร. [สืบค้นจาก: กรรวี พิสันเทียะ. 2559. การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ไก่ยอลดฟอสเฟตพร้อมบริโภคในรีทอร์ทเพาช์].

ศิวบูรณ์ ธนานุกูลชัย. 2554. **ภาพลักษณ์ตราสินค้ามีผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์มือสองค่ายญี่ปุ่นของผู้บริโภค**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ. 2556. **เทคโนโลยีอาหารกับอุตสาหกรรมป้องกันประเทศของไทย**. เข้าถึงจาก http://www.dti.or.th/download/food_2.pdf

สถาบันอาหาร. 2562. **ผู้ควบคุมการผลิต (Retort supervisors)**. ในเอกสารการฝึกอบรมหลักสูตรผู้ควบคุมการผลิต (Retort supervisors) ครั้งที่ 7.กรุงเทพมหานคร.

สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ, 2547. **หลักการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Principle of Thermally process) หลักการผลิตและฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะปิดสนิทด้วยความร้อน.** ภรณ์ภัทรสิน, หน้า 69-78.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2557. **คู่มือสำหรับผู้ควบคุมการผลิตอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและชนิดที่ปรับกรด (Retort Supervisors)**. สำนักงานกิจการโรงพิมพ์สงเคราะห์องค์การทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

อนลลักษณ์ โอฬาริโกวิท. 2546. **การผลิตข้าวพร้อมบริโภคในรีทอร์ตเพาช์**. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีอาหาร, ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Bindu, J., Srinicasa Gopal, T.K. and Unnikrishnan Nair, T.S. 2004. **Ready – to – eat mussel meat processed in retort pouches for the retail and export market**. Packaging Technology and Science, 17: 113–117.

Delaquis, P.J., Baker, R. and Mccurdy, A.R. 1986. **Microbiological stability of pasteurized Ham Subjected to a Secondary Treatment in Retort Pouch**. Food Protection, 49: 42–46.

Lee E.S., Park S.Y., Jeong Y.G., Jo B.C., Kim M. and Ha S.D. 2015. **Quality Evaluation and Estimation of Shelf Life oF Retort-pouched Tomato-based and Korean Traditional Fermented Food-based sauces**. Journal of The Korean Society for Applied Biological Chemistry, 58(2): 229-236.

Maheswara, K. J., Raju, C. V., Naik, J., Prabhu, R. M. and Panda, K. 2011. **Studies on thermal processing of tuna-a comparative Study in tin and tin-free steel cans**. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**,** 11: 5539-5560

Plodklaew K. and Wattanachant S. 2019. **Optimizing Process Conditions for Sterilization of Plastic Tray Products in Water Spray Retort**. The 16th ASEAN Food conference (16th AFC 2019), 91-96.

Rajkumar, v. 2008. **Assessment of quality and shelf life of retort pouch processed chettinad goat meat product.** Thesis of Madras Veterinary College.

Shah M.A., John Don Bosco S., Mir S. and Sunooj K. 2017. **Evaluation of shelf life of retort pouch packaged Rogan josh, a traditional meat curry of Kashmir, India**. Food Packaging and Shelf Life, 12(24): 76-82.

ภาคผนวก ก

ประวัติผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร

ตารางที่ ก.1 ประวัติผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร

ลำดับ	ชื่อ	วุฒิการศึกษา	รายละเอียดประสบการณ์	ประสบการณ์
1	คุณอรรถวิทย์ วิทยกุล	- ระดับปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีทางอาหาร) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย - ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) มหาวิทยาลัยมหิดล	- ผู้อำนวยการฝ่ายบริการงานที่ปรึกษา/ผู้จัดการโครงการ - ควบคุมการดำเนินงานการให้คำปรึกษาแนะนำและฝึกอบรมระบบคุณภาพตามมาตรฐานสากล เช่น GAP, GMP, HACCP, ISO9001, ISO22000, BRC, IFS เป็นต้น - ควบคุมการดำเนินงานการให้คำปรึกษาแนะนำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และการออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สอดคล้องตามกฎหมายฉลาก - อบรมหลักสูตรการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการทดสอบทางประสาทสัมผัสในอุตสาหกรรมอาหาร - อบรมหลักสูตรกฎหมายฉลากอาหาร ฉลากโภชนาการ และกฎหมายไทยที่เกี่ยวข้อง - อบรมหลักสูตรหลักการและวิธีการ ควบคุมการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ	26 ปี
2	คุณนิตยา พิระภัทรุ่งสุริยา	- ระดับปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (จุลชีววิทยา) -มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	- รองผู้อำนวยการสถาบันอาหาร ศูนย์บริการห้องปฏิบัติการอุตสาหกรรมอาหาร - ผู้ประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบทางเทคนิคด้านจุลชีววิทยาตามระบบ ISO/IEC 17025 (สมอ.) - ประธานกรรมการการคัดเลือกผลิตภัณฑ์อาหาร และการทดสอบทางประสาทสัมผัส - อบรมหลักสูตรการวิเคราะห์ความเสี่ยงอันตรายในอุตสาหกรรมอาหาร	
3	คุณครรธรส เทียนวิบูลย์	- ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	- ผู้เชี่ยวชาญ แผนกที่ปรึกษาระบบงานอุตสาหกรรม - ให้คำปรึกษาแนะนำและฝึกอบรมระบบคุณภาพตามมาตรฐานสากล เช่น GAP, GMP, HACCP, ISO9001, ISO22000, BRC, IFS เป็นต้น - ให้คำปรึกษาแนะนำ การถ่ายทอดความรู้เชิงปฏิบัติการในการควบคุมกระบวนการผลิตให้ถูกสุขลักษณะ และเป็นไปตามมาตรฐาน - ให้คำปรึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการ	28 ปี

ลำดับ	ชื่อ	วุฒิการศึกษา	รายละเอียดประสบการณ์	ประสบการณ์
			ออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สอดคล้องตามกฎหมายฉลากอบรมหลักสูตรการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการทดสอบทางประสาทสัมผัสในอุตสาหกรรมอาหาร - อบรมหลักสูตรกฎหมายฉลากอาหาร ฉลากโภชนาการ และกฎหมายไทยที่เกี่ยวข้อง - อบรมหลักสูตร Shelf life ผลิตภัณฑ์	
4	คุณชนาธิป ลอยกุลนันท์	- ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีทางอาหาร) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	- ผู้เชี่ยวชาญ แผนกที่ปรึกษาระบบงานอุตสาหกรรม - ให้คำปรึกษาแนะนำและฝึกอบรมระบบคุณภาพตามมาตรฐานสากล เช่น GAP, GMP, HACCP, ISO9001, ISO22000, BRC, IFS เป็นต้น - ให้คำปรึกษาแนะนำ การถ่ายทอดความรู้เชิงปฏิบัติการในการควบคุมกระบวนการผลิตให้ถูกสุขลักษณะ และเป็นไปตามมาตรฐาน - ให้คำปรึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สอดคล้องตามกฎหมายฉลาก - อบรมหลักสูตรการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการทดสอบทางประสาทสัมผัสในอุตสาหกรรมอาหาร - อบรมหลักสูตรกฎหมายฉลากอาหาร ฉลากโภชนาการ และกฎหมายไทยที่เกี่ยวข้อง - อบรมหลักสูตรการขออนุญาตผลิตอาหารและผลิตภัณฑ์อาหารตามกฎระเบียบใหม่	22 ปี
5	คุณสตินันท์ พงศานุชิต	- ระดับปริญญาโท บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง- - ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต	- ผู้จัดการ แผนกที่ปรึกษาระบบงานอุตสาหกรรม - ให้คำปรึกษาแนะนำและฝึกอบรมระบบคุณภาพตามมาตรฐานสากล เช่น GAP, GMP, HACCP, ISO9001, ISO22000, BRC, IFS เป็นต้น - ให้คำปรึกษาแนะนำ การถ่ายทอดความรู้เชิงปฏิบัติการในการควบคุมกระบวนการผลิตให้ถูกสุขลักษณะ และเป็นไปตามมาตรฐาน - ให้คำปรึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการ	19 ปี

ลำดับ	ชื่อ	วุฒิการศึกษา	รายละเอียดประสบการณ์	ประสบการณ์
			ออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สอดคล้องตามกฎหมายฉลาก - อบรมหลักสูตรการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการทดสอบทางประสาทสัมผัสในอุตสาหกรรมอาหาร - อบรมหลักสูตรกฎหมายฉลากอาหาร ฉลากโภชนาการ และกฎหมายไทยที่เกี่ยวข้อง	
6	คุณณรงค์ฤทธิ์ นรมั่ง	- ระดับปริญญาโท บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต (การจัดการสาธารณะ) มหาวิทยาลัยบูรพา - ระดับปริญญาตรี บริหารธุรกิจบัณฑิต (บริหารธุรกิจ) มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	- นักวิชาการที่ปรึกษาอาวุโส แผนกบริการที่ปรึกษาระบบงานอุตสาหกรรม/ ที่ปรึกษา - ให้คำปรึกษาแนะนำและฝึกอบรมระบบคุณภาพตามมาตรฐานสากล เช่น GAP, GMP, HACCP, ISO9001, ISO22000, BRC, IFS เป็นต้น - ให้คำปรึกษาแนะนำ การถ่ายทอดความรู้เชิงปฏิบัติการในการควบคุมกระบวนการผลิตให้ถูกสุขลักษณะ และเป็นไปตามมาตรฐาน - ให้คำปรึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สอดคล้องตามกฎหมายฉลาก - ให้คำปรึกษาด้านการยื่นขออนุญาตสถานที่ผลิตและเลขสารบบตามกฎหมาย - อบรมหลักสูตรสมุนไพรที่ใช้กับอาหาร - อบรมหลักสูตรผู้ควบคุมการผลิตอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและชนิดที่ ปรับกรด (Retort supervisors)	19 ปี
7	คุณอรุณรัศมิ์ จิตรศรีศักดา	- ระดับปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี - ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	- นักวิชาการที่ปรึกษา/ ผู้ช่วยผู้เชี่ยวชาญ - ให้คำปรึกษาแนะนำ การถ่ายทอดความรู้เชิงปฏิบัติการในการควบคุมกระบวนการผลิตให้ถูกสุขลักษณะ และเป็นไปตามมาตรฐาน - ให้คำปรึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สอดคล้องตามกฎหมายฉลาก - อบรมหลักสูตรกฎหมายฉลากอาหาร ฉลากโภชนาการ และกฎหมายไทยที่เกี่ยวข้อง - อบรมหลักสูตรสมุนไพรที่ใช้กับอาหาร - อบรมหลักสูตรการประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร	10 ปี

ลำดับ	ชื่อ	วุฒิการศึกษา	รายละเอียดประสบการณ์	ประสบการณ์
			- อบรมหลักสูตร Starch and Hydrocolloid	
8	คุณพิธิตา นาวาเจริญ	- ระดับปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย - ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีทางอาหาร) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	- นักวิชาการที่ปรึกษา/ ผู้ช่วยผู้เชี่ยวชาญ - ให้คำปรึกษาแนะนำ การถ่ายทอดความรู้เชิงปฏิบัติการในการควบคุมกระบวนการผลิตให้ถูกสุขลักษณะ และเป็นไปตามมาตรฐาน - ให้คำปรึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สอดคล้องตามกฎหมายฉลาก - อบรมหลักสูตรการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการทดสอบทางประสาทสัมผัสในอุตสาหกรรมอาหาร - อบรมหลักสูตรกฎหมายฉลากอาหาร ฉลากโภชนาการ และกฎหมายไทยที่เกี่ยวข้อง - อบรมหลักสูตรสมุนไพรที่ใช้กับอาหาร - อบรมหลักสูตรการประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร	8 ปี
9	คุณยุทธชัย เพชรรัตน์ไพศาล	- ระดับปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ชีววิทยาประยุกต์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี - ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	- นักวิชาการ/ ผู้ช่วยผู้เชี่ยวชาญ - ผู้ช่วยการให้คำปรึกษาผู้ประกอบการในการถ่ายทอด ความรู้เชิงปฏิบัติการในการควบคุมกระบวนการผลิต ให้ถูกสุขลักษณะ และเป็นไปตามมาตรฐาน รวมถึงการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สอดคล้องตามกฎหมายฉลาก - อบรมหลักสูตรผู้ควบคุมการผลิตอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท	9 ปี
10	คุณสวรรยา ภิบาลบุตร	ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต เทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	- นักวิชาการ/ ผู้ช่วยผู้เชี่ยวชาญ - ผู้ช่วยการให้คำปรึกษาผู้ประกอบการในการถ่ายทอด ความรู้เชิงปฏิบัติการในการควบคุมกระบวนการผลิต ให้ถูกสุขลักษณะ และเป็นไปตามมาตรฐาน รวมถึงการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สอดคล้องตามกฎหมายฉลาก อบรมหลักสูตรการจัดระบบ GMP/HACCP ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร	4 ปี

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ.....
วันที่.....

แบบสอบถาม

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของอาหาร จำนวน 4 เมนู เมนูละ 3 สูตร ภายใต้โครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยข้อมูลดังกล่าวจะเป็นความลับและนำเสนอผลการวิเคราะห์ในภาพรวมเท่านั้น

คำชี้แจง: โปรดเติมคำหรือทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องว่างที่ตรงกับการรับรู้/ความคิดเห็น/ความเป็นจริงของท่านในส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ชื่อเมนู

☐ ไข่พะโล้ ☐ ไก่ผัดกระเทียม ☐ แกงเขียวหวานไก่ ☐ ข้าวหุงสุก

กรุณาประเมินคุณภาพของเมนูที่ท่านชิม จำนวน 3 สูตร โดยให้คะแนนความชอบตั้งแต่ 1 - 9 ในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ พร้อมทั้งให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมในแต่ละสูตร ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

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

1)
ระบุหมายเลขของสูตรที่ท่านชิม .....

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์					
ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

2) ระบุหมายเลขของสูตรที่ท่านชิม					
คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์					
ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

3) ระบุหมายเลขของสูตรที่ท่านชิม					
คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์					
ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

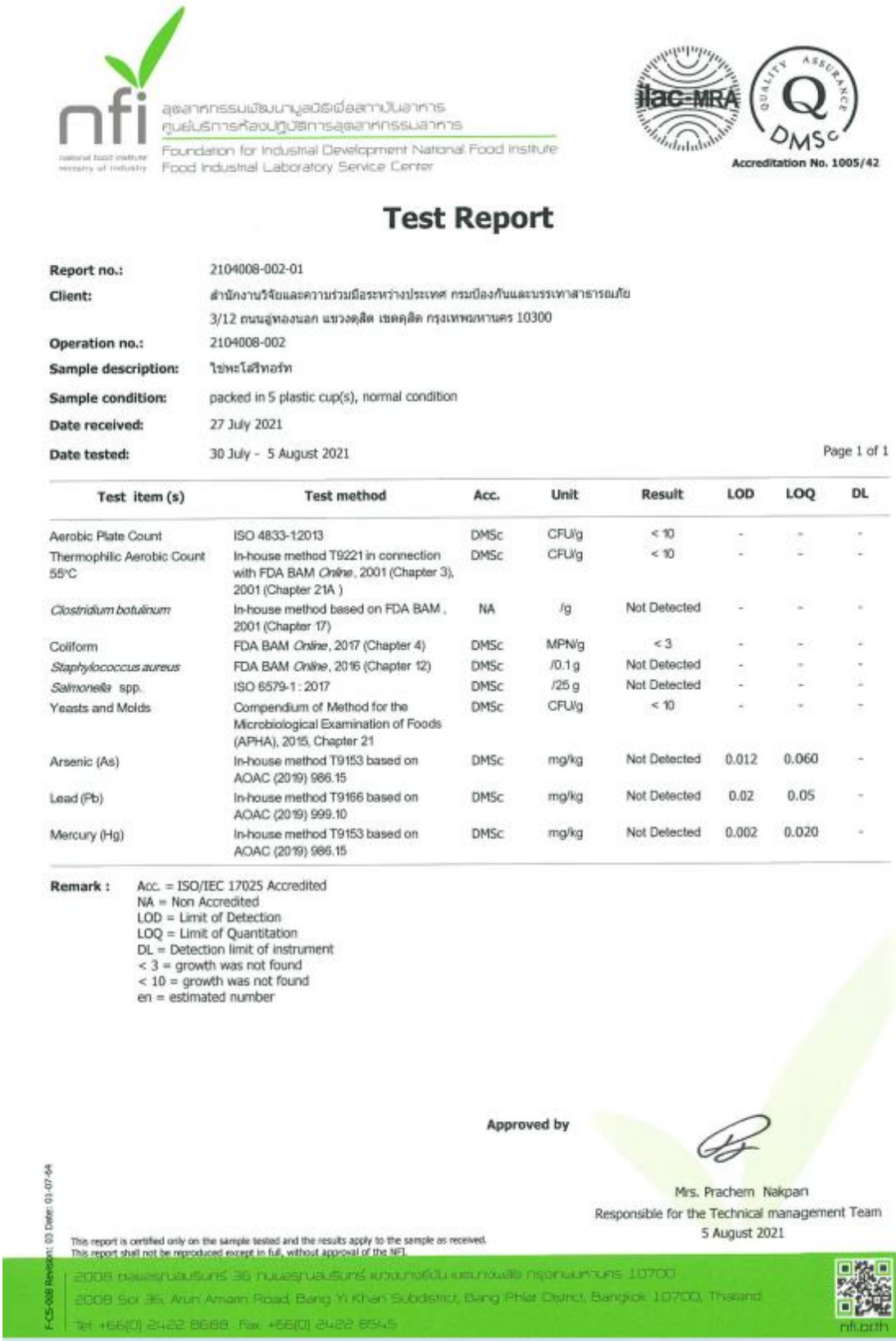
.....

.....

.....

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยอาหาร



สถาบันอาหาร
กระทรวงอุตสาหกรรม
Foundation for Industrial Development National Food Institute
Food Industrial Laboratory Service Center

Accreditation No. 1005/42

Test Report

Report no.: 2104008-002-01

Client: สำนักงานวิจัยและความร่วมมือระหว่างประเทศ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
3/12 ถนนสู่ทองนอก แขวงดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

Operation no.: 2104008-002

Sample description: ไข่พะโล้ทอร์ท

Sample condition: packed in 5 plastic cup(s), normal condition

Date received: 27 July 2021

Date tested: 30 July - 5 August 2021

Page 1 of 1

Test item (s)	Test method	Acc.	Unit	Result	LOD	LOQ	DL
Aerobic Plate Count	ISO 4833-1:2013	DMSc	CFU/g	< 10	-	-	-
Thermophilic Aerobic Count 55°C	In-house method T9221 in connection with FDA BAM *Online*, 2001 (Chapter 3), 2001 (Chapter 21A)	DMSc	CFU/g	< 10	-	-	-
Clostridium botulinum	In-house method based on FDA BAM , 2001 (Chapter 17)	NA	/g	Not Detected	-	-	-
Coliform	FDA BAM *Online*, 2017 (Chapter 4)	DMSc	MPN/g	< 3	-	-	-
Staphylococcus aureus	FDA BAM *Online*, 2016 (Chapter 12)	DMSc	/0.1 g	Not Detected	-	-	-
Salmonella spp.	ISO 6579-1 : 2017	DMSc	/25 g	Not Detected	-	-	-
Yeasts and Molds	Compendium of Method for the Microbiological Examination of Foods (APHA), 2015, Chapter 21	DMSc	CFU/g	< 10	-	-	-
Arsenic (As)	In-house method T9153 based on AOAC (2019) 986.15	DMSc	mg/kg	Not Detected	0.012	0.060	-
Lead (Pb)	In-house method T9166 based on AOAC (2019) 999.10	DMSc	mg/kg	Not Detected	0.02	0.05	-
Mercury (Hg)	In-house method T9153 based on AOAC (2019) 986.15	DMSc	mg/kg	Not Detected	0.002	0.020	-

Remark : Acc. = ISO/IEC 17025 Accredited
NA = Non Accredited
LOD = Limit of Detection
LOQ = Limit of Quantitation
DL = Detection limit of instrument
< 3 = growth was not found
< 10 = growth was not found
en = estimated number

Approved by

Mrs. Prachern Nakpan
Responsible for the Technical management Team
5 August 2021

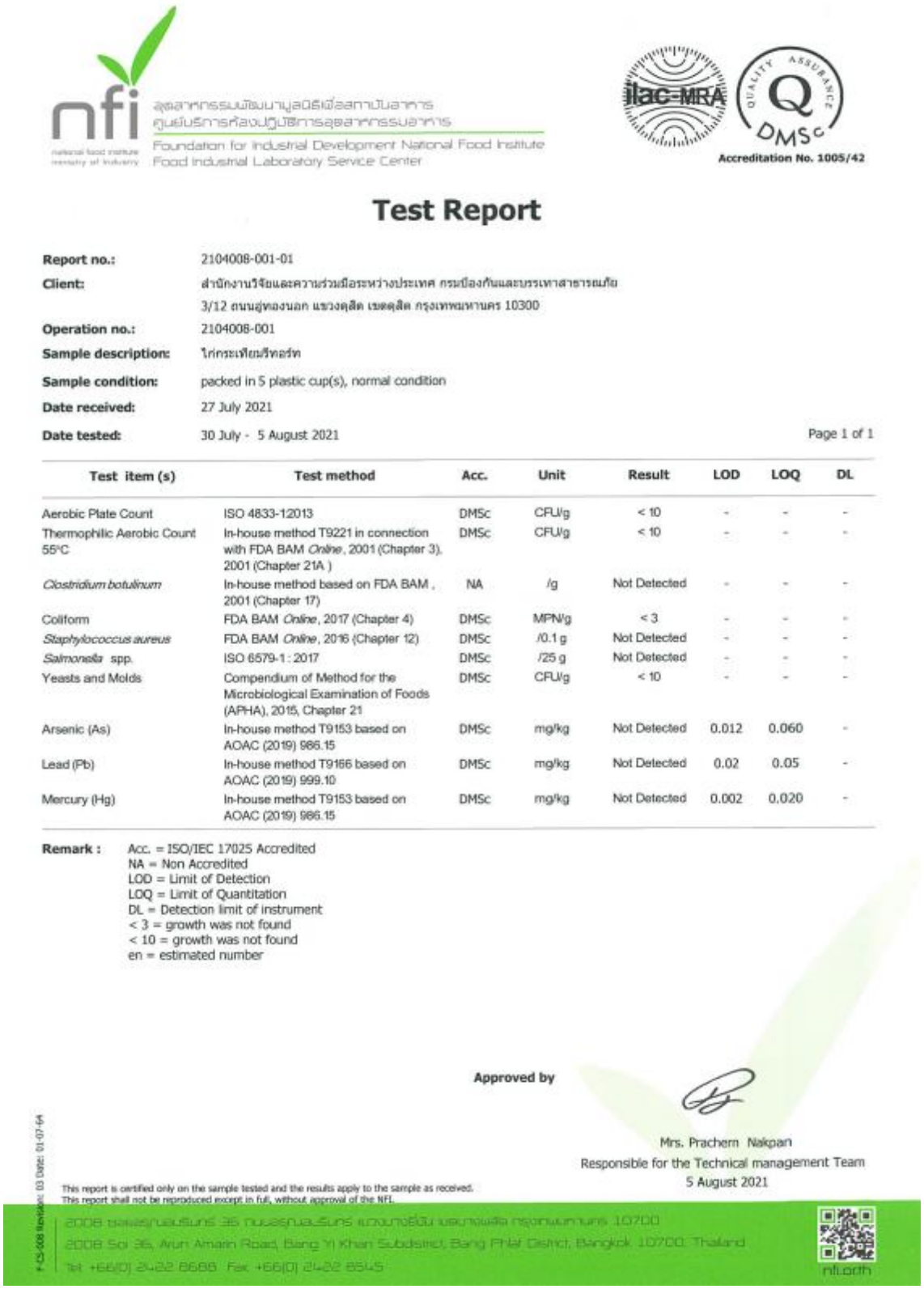
This report is certified only on the sample tested and the results apply to the sample as received.
This report shall not be reproduced except in full, without approval of the NFI.

F-CS-008 Revision: 03 Date: 01-07-64

2008 ถนนอรุณอมรินทร์ 36 แขวงบางยี่เรือ เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700
2008 Soi 36, Arun Amarin Road, Bang Yi Khan Subdistrict, Bang Phlat District, Bangkok 10700, Thailand
Tel: +66(0) 2422 8688 Fax: +66(0) 2422 8545

nfi.or.th

รูปที่ ค.1 รายงานผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ไข่พะโล้



สถาบันอาหาร
ศูนย์บริการห้องปฏิบัติการอุตสาหกรรมอาหาร
Foundation for Industrial Development National Food Institute
Food Industrial Laboratory Service Center

Accreditation No. 1005/42

Test Report

Report no.: 2104008-001-01

Client: สำนักงานวิจัยและความร่วมมือระหว่างประเทศ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
3/12 ถนนสุทธสงนอก แขวงดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

Operation no.: 2104008-001

Sample description: ไก่กระเทียม/รีทอร์ท

Sample condition: packed in 5 plastic cup(s), normal condition

Date received: 27 July 2021

Date tested: 30 July - 5 August 2021

Page 1 of 1

Test item (s)	Test method	Acc.	Unit	Result	LOD	LOQ	DL
Aerobic Plate Count	ISO 4833-12013	DMSc	CFU/g	< 10	-	-	-
Thermophilic Aerobic Count 55°C	In-house method T9221 in connection with FDA BAM *Online*, 2001 (Chapter 3), 2001 (Chapter 21A)	DMSc	CFU/g	< 10	-	-	-
Clostridium botulinum	In-house method based on FDA BAM , 2001 (Chapter 17)	NA	/g	Not Detected	-	-	-
Coliform	FDA BAM *Online*, 2017 (Chapter 4)	DMSc	MPN/g	< 3	-	-	-
Staphylococcus aureus	FDA BAM *Online*, 2016 (Chapter 12)	DMSc	/0.1 g	Not Detected	-	-	-
Salmonella spp.	ISO 6579-1 : 2017	DMSc	/25 g	Not Detected	-	-	-
Yeasts and Molds	Compendium of Method for the Microbiological Examination of Foods (APHA), 2015, Chapter 21	DMSc	CFU/g	< 10	-	-	-
Arsenic (As)	In-house method T9153 based on AOAC (2019) 986.15	DMSc	mg/kg	Not Detected	0.012	0.060	-
Lead (Pb)	In-house method T9166 based on AOAC (2019) 999.10	DMSc	mg/kg	Not Detected	0.02	0.05	-
Mercury (Hg)	In-house method T9153 based on AOAC (2019) 986.15	DMSc	mg/kg	Not Detected	0.002	0.020	-

Remark : Acc. = ISO/IEC 17025 Accredited
NA = Non Accredited
LOD = Limit of Detection
LOQ = Limit of Quantitation
DL = Detection limit of instrument
< 3 = growth was not found
< 10 = growth was not found
en = estimated number

Approved by

Mrs. Prachern Nakpan
Responsible for the Technical management Team
5 August 2021

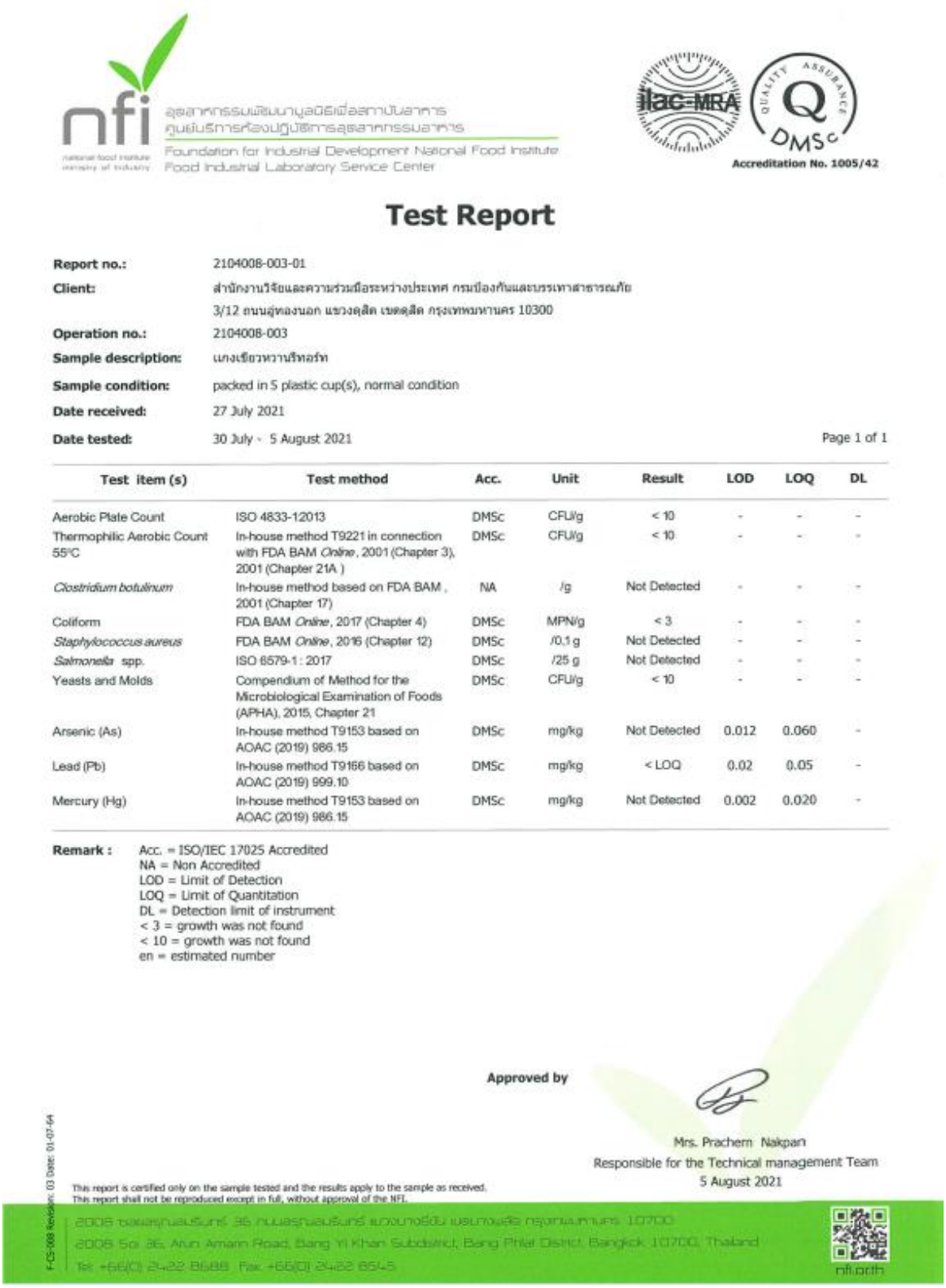
This report is certified only on the sample tested and the results apply to the sample as received.
This report shall not be reproduced except in full, without approval of the NFI.

F-CS-008 Revision: 03 Date: 01-07-64

2008 ซอยอ่อนนุช 35 ถนนอ่อนนุช-ลาดกระบัง แขวงบางจะเกร็ง เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700
2008 Soi 35, Arun Amarin Road, Bang Yi Khan Subdistrict, Bang Phlat District, Bangkok 10700, Thailand
Tel +66(0) 2422 8688 Fax +66(0) 2422 8545

nfi.or.th

รูปที่ ค.2 รายงานผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ไก่ผัดกระเทียม



สถาบันอาหาร
ศูนย์บริการห้องปฏิบัติการอุตสาหกรรมอาหาร
Foundation for Industrial Development National Food Institute
Food Industrial Laboratory Service Center

ilac-MRA
QUALITY ASSURANCE DMSc
Accreditation No. 1005/42

Test Report

Report no.: 2104008-003-01
Client: สำนักงานวิจัยและความร่วมมือระหว่างประเทศ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
3/12 ถนนสุทธสารนอก แขวงดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300
Operation no.: 2104008-003
Sample description: แกงเขียวหวานรีทอร์ท
Sample condition: packed in 5 plastic cup(s), normal condition
Date received: 27 July 2021
Date tested: 30 July - 5 August 2021

Page 1 of 1

Test item (s)	Test method	Acc.	Unit	Result	LOD	LOQ	DL
Aerobic Plate Count	ISO 4833-12013	DMSc	CFU/g	< 10	-	-	-
Thermophilic Aerobic Count 55°C	In-house method T9221 in connection with FDA BAM *Online*, 2001 (Chapter 3), 2001 (Chapter 21A)	DMSc	CFU/g	< 10	-	-	-
Clostridium botulinum	In-house method based on FDA BAM , 2001 (Chapter 17)	NA	/g	Not Detected	-	-	-
Coliform	FDA BAM *Online*, 2017 (Chapter 4)	DMSc	MPN/g	< 3	-	-	-
Staphylococcus aureus	FDA BAM *Online*, 2016 (Chapter 12)	DMSc	/0.1 g	Not Detected	-	-	-
Salmonella spp.	ISO 6579-1 : 2017	DMSc	/25 g	Not Detected	-	-	-
Yeasts and Molds	Compendium of Method for the Microbiological Examination of Foods (APHA), 2015, Chapter 21	DMSc	CFU/g	< 10	-	-	-
Arsenic (As)	In-house method T9153 based on AOAC (2019) 986.15	DMSc	mg/kg	Not Detected	0.012	0.060	-
Lead (Pb)	In-house method T9166 based on AOAC (2019) 999.10	DMSc	mg/kg	< LOQ	0.02	0.05	-
Mercury (Hg)	In-house method T9153 based on AOAC (2019) 986.15	DMSc	mg/kg	Not Detected	0.002	0.020	-

Remark : Acc. = ISO/IEC 17025 Accredited
NA = Non Accredited
LOD = Limit of Detection
LOQ = Limit of Quantitation
DL = Detection limit of instrument
< 3 = growth was not found
< 10 = growth was not found
en = estimated number

Approved by

Mrs. Prachern Nakpan
Responsible for the Technical management Team
5 August 2021

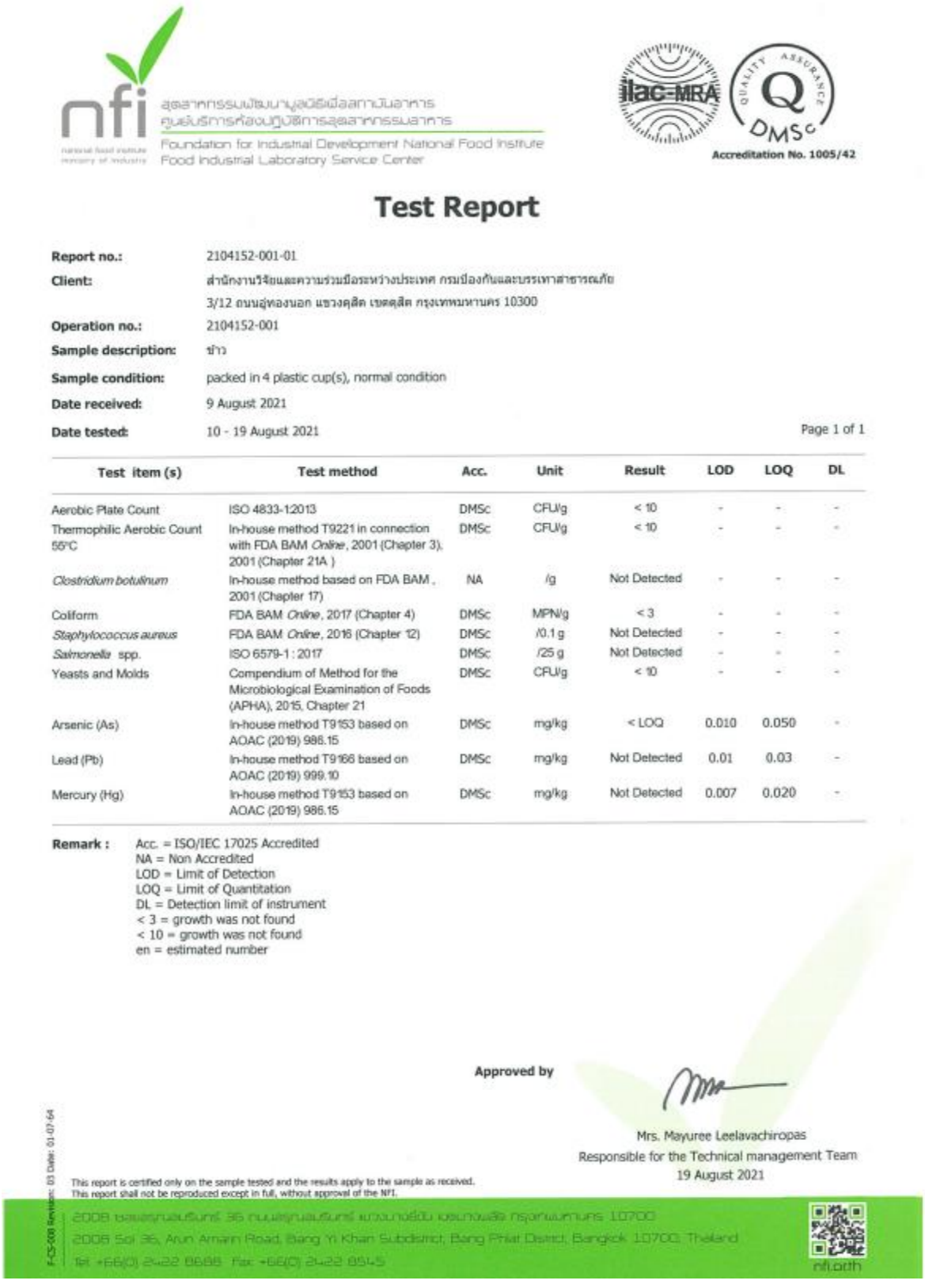
This report is certified only on the sample tested and the results apply to the sample as received.
This report shall not be reproduced except in full, without approval of the NFI.

F-CS-008 Revision: 03 Date: 01-07-64

2006 ถนนอรุณอมรินทร์ 36 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700
2006 Soi 36, Arun Amarin Road, Bang Yi Khan Subdistrict, Bang Phlat District, Bangkok 10700, Thailand
Tel: +66(0) 2422 8688 Fax: +66(0) 2422 8545

nfi.or.th

รูปที่ ค.3 รายงานผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่



สถาบันอาหาร
ศูนย์บริการห้องปฏิบัติการอุตสาหกรรมอาหาร
Foundation for Industrial Development National Food Institute
Food Industrial Laboratory Service Center

ilac-MRA QUALITY ASSURANCE Q DMSc
Accreditation No. 1005/42

Test Report

Report no.: 2104152-001-01
Client: สำนักงานวิจัยและความร่วมมือระหว่างประเทศ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
3/12 ถนนอู่ทองนอก แขวงดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300
Operation no.: 2104152-001
Sample description: ข้าว
Sample condition: packed in 4 plastic cup(s), normal condition
Date received: 9 August 2021
Date tested: 10 - 19 August 2021

Page 1 of 1

Test item (s)	Test method	Acc.	Unit	Result	LOD	LOQ	DL
Aerobic Plate Count	ISO 4833-1:2013	DMSc	CFU/g	< 10	-	-	-
Thermophilic Aerobic Count 55°C	In-house method T9221 in connection with FDA BAM *Online*, 2001 (Chapter 3), 2001 (Chapter 21A)	DMSc	CFU/g	< 10	-	-	-
Clostridium botulinum	In-house method based on FDA BAM , 2001 (Chapter 17)	NA	/g	Not Detected	-	-	-
Coliform	FDA BAM *Online*, 2017 (Chapter 4)	DMSc	MPN/g	< 3	-	-	-
Staphylococcus aureus	FDA BAM *Online*, 2016 (Chapter 12)	DMSc	/0.1 g	Not Detected	-	-	-
Salmonella spp.	ISO 6579-1 : 2017	DMSc	/25 g	Not Detected	-	-	-
Yeasts and Molds	Compendium of Method for the Microbiological Examination of Foods (APHA), 2015, Chapter 21	DMSc	CFU/g	< 10	-	-	-
Arsenic (As)	In-house method T9153 based on AOAC (2019) 986.15	DMSc	mg/kg	< LOQ	0.010	0.050	-
Lead (Pb)	In-house method T9166 based on AOAC (2019) 999.10	DMSc	mg/kg	Not Detected	0.01	0.03	-
Mercury (Hg)	In-house method T9153 based on AOAC (2019) 986.15	DMSc	mg/kg	Not Detected	0.007	0.020	-

Remark : Acc. = ISO/IEC 17025 Accredited
NA = Non Accredited
LOD = Limit of Detection
LOQ = Limit of Quantitation
DL = Detection limit of instrument
< 3 = growth was not found
< 10 = growth was not found
en = estimated number

Approved by

Mrs. Mayuree Leelavachiropas
Responsible for the Technical management Team
19 August 2021

F-CS-008 Revision: 03 Date: 01-07-64

This report is certified only on the sample tested and the results apply to the sample as received.
This report shall not be reproduced except in full, without approval of the NFI.

2008 ซอยอรุณอมรินทร์ 36 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700
2008 Soi 36, Arun Amarin Road, Bang Yi Khan Subdistrict, Bang Phlat District, Bangkok 10700, Thailand
Tel. +66(0) 2422 8888 Fax. +66(0) 2422 8545
nfi.or.th

รูปที่ ค.4 รายงานผลการวิเคราะห์ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ข้าวหุงสุก

ภาคผนวก ง

ใบสำคัญการจดทะเบียนอาหาร

แบบ สบ.5/1 (อิเล็กทรอนิกส์)

ใบสำคัญการจดทะเบียนอาหาร

เลขสารบบอาหาร 10-1-03659-5-0053 **ให้ไว้ ณ วันที่** 28 ธันวาคม 2564

ให้ไว้เพื่อแสดงว่าผลิตภัณฑ์อาหารตามข้อมูลนี้ได้จดทะเบียนไว้กับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาหรือจังหวัด ตามระเบียบสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาว่าด้วยการดำเนินการเกี่ยวกับเลขสารบบอาหาร

☑ การผลิตเพื่อจำหน่าย ☐ การนำเข้าเพื่อจำหน่าย ☐ การผลิตเพื่อส่งออก (ไม่จำหน่ายในประเทศ)

ชื่ออาหารภาษาไทย	ไข่พะโล้
ชื่ออาหารภาษาอังกฤษ	Egg Pa-lo
ประเภทอาหาร	อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
ชนิดอาหาร	อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท 3 (1) กรดต่ำ
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข	(ฉบับที่ 355) พ.ศ.2556
กรรมวิธีการผลิตหลัก	สเตอริไลซ์ (Commercial Sterilization) (อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ),การฆ่าเชื้ออาหารหลังบิดผนึก

รายละเอียดผลิตภัณฑ์ (Product Profile) ตามเอกสารแนบท้ายใบสำคัญนี้
เมื่อได้รับเลขสารบบอาหารแล้ว ต้องมีเอกสารและหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ อย่างน้อย ได้แก่ สูตรส่วนประกอบ ๑๐๐ % รายละเอียดกรรมวิธีการผลิต ชนิดภาชนะบรรจุ และกรณีสูตรส่วนประกอบมีการเติมสารสำคัญต้องจัดเตรียม Raw Material Specification ณ สถานที่ผลิตหรือสถานที่นำเข้าสำหรับการตรวจสอบของพนักงานเจ้าหน้าที่

ให้ไว้แก่

ผู้รับอนุญาตผลิตชื่อ อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิ เลขที่ใบอนุญาตผลิต/เลขสถานที่ผลิต 10-1-03659
สถานที่ผลิตชื่อ มูลนิธิ อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิเพื่อสถาบันอาหาร อยู่เลขที่ 2008 ห้อง
ชั้น อาคาร/ตึก ตรอก/ซอย อรุณอมรินทร์ 36
ถนน อรุณอมรินทร์ หมู่ที่ ตำบล/แขวง บางยี่ขัน
อำเภอ/เขต บางพลัด จังหวัด กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10700
โทรศัพท์ 0 2886 8088 โทรศัพท์มือถือ โทรสาร
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail address)

รูปที่ ง.1 ใบสำคัญการจดทะเบียนอาหารของผลิตภัณฑ์ไข่พะโล้

แบบ สบ.5/1 (อิเล็กทรอนิกส์)

ใบสำคัญการจดทะเบียนอาหาร

เลขสารบบอาหาร 10-1-03659-5-0052 ให้ไว้ ณ วันที่ 28 ธันวาคม 2564

ให้ไว้เพื่อแสดงว่าผลิตภัณฑ์อาหารตามข้อมูลนี้ได้จดทะเบียนไว้กับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาหรือจังหวัด ตามระเบียบสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาว่าด้วยการดำเนินการเกี่ยวกับเลขสารบบอาหาร

☑ การผลิตเพื่อจำหน่าย ☐ การนำเข้าเพื่อจำหน่าย ☐ การผลิตเพื่อส่งออก (ไม่จำหน่ายในประเทศ)

ชื่ออาหารภาษาไทย	ไก่ผัดกระเทียม
ชื่ออาหารภาษาอังกฤษ	Stir fried chicken with garlic
ประเภทอาหาร	อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
ชนิดอาหาร	อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท 3 (1) กรดต่ำ
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข	(ฉบับที่ 355) พ.ศ.2556
กรรมวิธีการผลิตหลัก	สเตอริไลซ์ (Commercial Sterilization) (อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ),การฆ่าเชื้ออาหารหลังปิดผนึก

รายละเอียดผลิตภัณฑ์ (Product Profile) ตามเอกสารแนบท้ายใบสำคัญนี้
เมื่อได้รับเลขสารบบอาหารแล้ว ต้องมีเอกสารและหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ อย่างน้อย ได้แก่ สูตรส่วนประกอบ ๑๐๐ % รายละเอียดกรรมวิธีการผลิต ชนิดภาชนะบรรจุ และกรณีสูตรส่วนประกอบมีการเติมสารสำคัญต้องจัดเตรียม Raw Material Specification ณ สถานที่ผลิตหรือสถานที่นำเข้าสำหรับการตรวจสอบของพนักงานเจ้าหน้าที่

ให้ไว้แก่

ผู้รับอนุญาตผลิตชื่อ อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิ เลขที่ใบอนุญาตผลิต/เลขสถานที่ผลิต 10-1-03659
สถานที่ผลิตชื่อ มูลนิธิ อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิเพื่อสถาบันอาหาร อยู่เลขที่ 2008 ห้อง
ชั้น อาคาร/ตึก ตรอก/ซอย อรุณอมรินทร์ 36
ถนน อรุณอมรินทร์ หมู่ที่ ตำบล/แขวง บางยี่ขัน
อำเภอ/เขต บางพลัด จังหวัด กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10700
โทรศัพท์ 0 2886 8088 โทรศัพท์มือถือ โทรสาร
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail address)

รูปที่ ง.2 ใบสำคัญการจดทะเบียนอาหารของผลิตภัณฑ์รไก่ผัดกระเทียม

แบบ สบ.5/1 (อิเล็กทรอนิกส์)

ใบสำคัญการจดทะเบียนอาหาร

เลขสารบบอาหาร 10-1-03659-5-0044 **ให้ไว้ ณ วันที่** 25 สิงหาคม 2564

ให้ไว้เพื่อแสดงว่าผลิตภัณฑ์อาหารตามข้อมูลนี้ได้จดทะเบียนไว้กับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาหรือจังหวัด ตามระเบียบสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาว่าด้วยการดำเนินการเกี่ยวกับเลขสารบบอาหาร

☑ การผลิตเพื่อจำหน่าย ☐ การนำเข้าเพื่อจำหน่าย ☐ การผลิตเพื่อส่งออก (ไม่จำหน่ายในประเทศ)

ชื่ออาหารภาษาไทย	แกงเขียวหวานไก่
ชื่ออาหารภาษาอังกฤษ	CHICKEN GREEN CURRY
ประเภทอาหาร	อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
ชนิดอาหาร	อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท 3 (1) กรดต่ำ
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข	(ฉบับที่ 355) พ.ศ.2556
กรรมวิธีการผลิตหลัก	สเตอริไลส์ (Commercial sterilization)(อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ),การฆ่าเชื้ออาหารหลังปิดผนึก

รายละเอียดผลิตภัณฑ์ (Product Profile) ตามเอกสารแนบท้ายใบสำคัญนี้
เมื่อได้รับเลขสารบบอาหารแล้ว ต้องมีเอกสารและหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ อย่างน้อย ได้แก่ สูตรส่วนประกอบ ๑๐๐ % รายละเอียดกรรมวิธีการผลิต ชนิดภาชนะบรรจุ และกรณีสูตรส่วนประกอบมีการเติมสารสำคัญต้องจัดเตรียม Raw Material Specification ณ สถานที่ผลิตหรือสถานที่นำเข้าสำหรับการตรวจสอบของพนักงานเจ้าหน้าที่

ให้ไว้แก่

ผู้รับอนุญาตผลิตชื่อ อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิ เลขที่ใบอนุญาตผลิต/เลขสถานที่ผลิต 10-1-03659
สถานที่ผลิตชื่อ มูลนิธิ อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิเพื่อสถาบันอาหาร อยู่เลขที่ 2008 ห้อง
ชั้น อาคาร/ตึก ตรอก/ซอย อรุณอมรินทร์ 36
ถนน อรุณอมรินทร์ หมู่ที่ ตำบล/แขวง บางยี่ขัน
อำเภอ/เขต บางพลัด จังหวัด กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10700
โทรศัพท์ 0 2886 8088 โทรศัพท์มือถือ โทรสาร
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail address)

รูปที่ ง.3 ใบสำคัญการจดทะเบียนอาหารของผลิตภัณฑ์แกงเขียวหวานไก่

แบบ สบ.5/1 (อิเล็กทรอนิกส์)

ใบสำคัญการจดทะเบียนอาหาร

เลขสารบบอาหาร 10-1-03659-5-0048 **ให้ไว้ ณ วันที่** 17 กันยายน 2564

ให้ไว้เพื่อแสดงว่าผลิตภัณฑ์อาหารตามข้อมูลนี้ได้จดทะเบียนไว้กับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาหรือจังหวัด
ตามระเบียบสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาว่าด้วยการดำเนินการเกี่ยวกับเลขสารบบอาหาร

☑ การผลิตเพื่อจำหน่าย ☐ การนำเข้าเพื่อจำหน่าย ☐ การผลิตเพื่อส่งออก (ไม่จำหน่ายในประเทศ)

ชื่ออาหารภาษาไทย	ข้าวหอมมะลิหุงสุก
ชื่ออาหารภาษาอังกฤษ	COOKED JASMINE RICE
ประเภทอาหาร	อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
ชนิดอาหาร	อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท 3 (1) กรดต่ำ
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข	(ฉบับที่ 355) พ.ศ.2556
กรรมวิธีการผลิตหลัก	สเตอริไลส์ (Commercial sterilization)(อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ),การฆ่าเชื้ออาหารหลังปิดผนึก

รายละเอียดผลิตภัณฑ์ (Product Profile) ตามเอกสารแนบท้ายใบสำคัญนี้
เมื่อได้รับเลขสารบบอาหารแล้ว ต้องมีเอกสารและหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ อย่างน้อย ได้แก่ สูตรส่วนประกอบ ๑๐๐ % รายละเอียดกรรมวิธีการผลิต ชนิดภาชนะบรรจุ และกรณีสูตรส่วนประกอบมีการเติมสารสำคัญต้องจัดเตรียม Raw Material Specification ณ สถานที่ผลิตหรือสถานที่นำเข้าสำหรับการตรวจสอบของพนักงานเจ้าหน้าที่

ให้ไว้แก่

ผู้รับอนุญาตผลิตชื่อ อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิ เลขที่ใบอนุญาตผลิต/เลขสถานที่ผลิต 10-1-03659
สถานที่ผลิตชื่อ มูลนิธิ อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิเพื่อสถาบันอาหาร อยู่เลขที่ 2008 ห้อง
ชั้น อาคาร/ตึก ตรอก/ซอย อรุณอมรินทร์ 36
ถนน อรุณอมรินทร์ หมู่ที่ ตำบล/แขวง บางยี่ขัน
อำเภอ/เขต บางพลัด จังหวัด กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10700
โทรศัพท์ 0 2886 8088 โทรศัพท์มือถือ โทรสาร
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail address)

รูปที่ ง.4 ใบสำคัญการจดทะเบียนอาหารของผลิตภัณฑ์ข้าวหุงสุก

ภาคผนวก จ

ต้นทุนการผลิต

ตารางที่ จ.1 แสดงต้นทุนการผลิตอาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในภาวะฉุกเฉิน

รายการ	ขั้นต่ำ 500 ถ้วย/เมนูอาหาร *ที่ผลิตจริงในโครงการ			ขั้นต่ำ 100,000 ถ้วย/เมนูอาหาร		
	ค่าวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ (บาท/ถ้วย)	ค่าผลิต (บาท/ถ้วย)	ต้นทุนการผลิตรวม (บาท/ถ้วย)	ค่าวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ (บาท/ถ้วย)	ค่าผลิต (บาท/ถ้วย)	ต้นทุนการผลิตรวม (บาท/ถ้วย)
ไข่พะโล้	23.6	18	**41.6**	21.5	15	**36.5**
ไก่ผัดกระเทียม	30.8	18	**48.8**	28.0	15	**43.0**
แกงเขียวหวานไก่	30.4	18	**48.4**	27.6	15	**42.6**
ข้าวหอมมะลิ	19.3	18	**37.3**	18.6	15	**33.6**

รายชื่อคณะผู้วิจัย

คณะที่ปรึกษา

1. นายบุญธรรม เลิศสุขีเกษม	อธิบดีกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
2. นายรัฐพล นราดิสร	รองอธิบดีกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
3. นายเธียรชัย ชูกิตติวิบูลย์	รองอธิบดีกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
4. นางสาวชัชดาพร บุญพีระณัช	รก. รองอธิบดีกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
5. นายสหรัฐ วงศ์สกุลวิวัฒน์	ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและความร่วมมือระหว่างประเทศ
6. ผศ. ดร.วรีสา ชูวัฒนกูล	อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คณะผู้วิจัย

1. นางสาวอารีรัตน์ วิจิตรพัชรผล	ผู้อำนวยการส่วนวิจัยและพัฒนา
2. นายสุกฤษฎิ์ ขจรเวหาศน์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการพิเศษ
3. นางสาวฉัตรทิพย์ ชุมพงศ์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการพิเศษ
4. นางสาวกมลวรรณ เอกโชติ	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
5. นายพีระพงศ์ ศรีชัย	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ
6. นางสาวศศิธร ศรีรัตนพิบูลย์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ
7. นางสาวเยาวภาพันธุ์ คงคาศรี	พนักงานนโยบายและแผนงาน

ผู้เรียบเรียง

1. นายพีระพงศ์ ศรีชัย	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ