



รายงานวิจัย

การจัดการคุณภาพและความปลอดภัยผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบสำหรับ

ธุรกิจแฟรนไชส์

Quality and Food Safety Management System of Palaw

Keropok for Franchise Business

โดย

จริยา สุขจันทร์

ชูไบตะ หะยิวาเงะ

คีนจันทร์ ณ นคร

ภายใต้แผนงานวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านชายแดนใต้สู่ธุรกิจแฟรนไชส์:

หั่วข้าวเกรียบ (ปาลอ – กรือโป๊ะ)

ได้รับการสนับสนุนงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2554

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

หัวข้อวิจัย	การจัดการคุณภาพและความปลอดภัยผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบสำหรับธุรกิจแฟรนไชส์
ผู้วิจัย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรรยา สุขจันทร์ อาจารย์ชูไต้ หะยิวาเงาะ อาจารย์ศินจันทร์ ณ นคร
คณะ	วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัย	ราชภัฏยะลา
ปี	2554

บทคัดย่อ

คุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหารเป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่จะสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภคหากต้องการพัฒนาไปสู่ธุรกิจแฟรนไชส์ ดังนั้นการศึกษาถึงปัจจัยที่จะส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบเพื่อนำไปกำหนดกระบวนการควบคุมคุณภาพจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ได้แก่ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาหมึกซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักของผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบโดยเก็บรักษาในน้ำแข็ง ($0-2^{\circ}\text{C}$) พบว่า สามารถเก็บได้นาน 8 วัน โดยดัชนีชี้วัดคุณภาพที่เหมาะสมของปลาหมึกคือ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งปรากฏว่าในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา มีค่า TVB-N, TMA-N, pH, TBA และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 8 mg/100g, 3.91 mg/100g, 5.95, 9.72 mg MDA และ 0.7×10^5 cfu/g ตามลำดับ

การศึกษาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาหั่วข้าวเกรียบในน้ำแข็งและเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นเวลา 18 วัน โดยตรวจสอบค่า TVB-N, pH, a_w , TBA, ค่าสี L^* a^* b^* และการตรวจสอบทางจุลชีววิทยาได้แก่ total bacteria count, Coliform, Fecal coliform, *E. coli*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp. พบว่า หั่วข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน สูตรกระเทียมพริกไทยและสูตรสาหร่ายมีอายุการเก็บรักษาในน้ำแข็งเท่ากับ 12 วัน และเก็บรักษาในตู้เย็นเท่ากับ 15 วัน ส่วนหั่วข้าวเกรียบสูตรพริกหวานสามารถเก็บในน้ำแข็งและในตู้เย็นได้ 9 วันเท่ากัน โดยดัชนีชี้วัดการเสื่อมคุณภาพของหั่วข้าวเกรียบจากการศึกษานี้ คือ การตรวจสอบทางจุลชีววิทยา

การศึกษาศึกษาในการทอดหั่วข้าวเกรียบที่ใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำมันต่อหั่วข้าวเกรียบเท่ากับ 4:1 อุณหภูมิ 180-190 องศาเซลเซียส เวลาทอด 3-5 นาที โดยมีค่าการพองตัวเท่ากับ 1.11 เท่า และปริมาณไขมันร้อยละ 11.15 ซึ่งสามารถทอดได้ 15 ครั้ง โดยการทอดครั้งที่ 15 มีค่าความหนืดเท่ากับ 56.33 cP ปริมาณกรดไขมันอิสระเท่ากับร้อยละ 2.42

การกำหนดหัวข้อควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตและจำหน่ายหั่วข้าวเกรียบมีทั้งสิ้น 26 ข้อ และจุดควบคุมวิกฤติที่ต้องควบคุมในการผลิตหั่วข้าวเกรียบ (CCP) มี 6 ขั้นตอน คือ CCP-1 ขั้นตอน

ที่ 1 ความสดของปลาทุบแช่, CCP-2 ขั้นตอนที่ 9 การต้มหัวข้าวเกรียบ, CCP-3 ขั้นตอนที่ 10 การพักหัวข้าวเกรียบให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง, CCP-4 ขั้นตอนที่ 11 การหั่นก้อนข้าวเกรียบเป็นชิ้นขนาด กว้าง x หนา x ยาว เท่ากับ 1x1x8 เซนติเมตร, CCP-5 ขั้นตอนที่ 12 การบรรจุ และ CCP-6 ขั้นตอนที่ 13 การจัดเก็บผลิตภัณฑ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

Research Title: Quality and Food Safety Management System of Palaw Keropok for Franchise Business.

Researchers: Jariya Sukjuntra
Zubaidah Hajiwangoh
Kuenchan Na Nakorn

Faculty: Faculty of Sciences, Technology and Agriculture

University: yala Rajabhat University

Academic Year: 2011

Abstract

Quality and safety of food products is important to build consumers confidence. This is the new factor associated with the development of franchise. Therefore, the study of factors affecting Palaw Keropok quality is necessary for quality control. Quality changes of mackerel, the main ingredients of the product, during storage in ice (0-2 °C). Were monitored. It based on sensory evaluation maximum stored time was 8 days. TMA-N, TMA, pH, TBA and Total bacteria count of 8 days were 8 mg/100g, 3.91 mg/100g, 5.95, 9.72 mg MDA and 0.7×10^5 cfu/g, respectively.

Studies on quality changes of the Palaw Keropok during storage in ice and in a refrigerator for 18 days were carried out and TVB-N, pH, a_w , TBA, $L^* a^* b^*$ and microbiological analysis on total bacteria count, Coliform, Fecal coliform, *E coli*, *S. aureus* and *Salmonella* spp. were determined. Product with standard facial, there containing garlic and seaweed, had the shelf life of 12 days in ice, and 15 days in the refrigerator. For the Product enriched in peppers, it could be stored in ice and in the refrigerator for 9 days.

The recommended frying conditions of Palaw Keropok were the ratio of oil to Palaw Keropok of 4:1 at a temperature of 180-190°C for 3-5 min, Fried product with the inflation of 1.11 and 11.15 % fat was obtained the oil could be fried up to 15 times. After being fried for 15 times, the viscosity and free fatty acid of oil were 56.33 cP and 2.42 % , respectively.

Quality control process and distribution were determined with a total of 26 points and Critical Control Point (CCP) to control the production of the Palaw Keropok had six CCP; CCP-1 the freshness of the mackerel, CCP-2 boiling, CCP-3 holding, CCP-4 chipping, CCP-5 packaging and CCP-6 the storage.

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง “การจัดการคุณภาพและความปลอดภัยผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบสำหรับธุรกิจแฟรนไชส์” เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัย “การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านชายแดนใต้สู่ธุรกิจแฟรนไชส์ : หั่วข้าวเกรียบ (ปาลอ-กรือโป๊ะ)” ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ประจำปีงบประมาณ 2554

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร นักศึกษาหลักสูตรจุลชีววิทยา ผู้ช่วยวิจัย ตลอดจนผู้ประกอบการผลิตหั่วข้าวเกรียบ คณะนักวิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

จรรยา สุขจันทร์

ซูไบ๊ะะ หะยีวาเงาะ

คีนจันทร์ ณ นคร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(10)
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
หัวข้าวเกรียบ	4
วัตถุดิบในการผลิต	5
ขั้นตอนการผลิตหัวข้าวเกรียบ	8
การทอดและอุณหภูมิการทอด	9
การเสื่อมเสียของอาหาร	10
การเสื่อมคุณภาพของน้ำ	11
คุณภาพอาหารทางจุลชีววิทยา	17
การถนอมอาหารโดยการใช้ความเย็น	24
คุณภาพและการควบคุมคุณภาพ	26
กระบวนการควบคุมคุณภาพ	28
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงานวิจัย	
วัตถุดิบ	32
อุปกรณ์ในการผลิตหัวข้าวเกรียบ	32
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี	32
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา	33
สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ	33
การดำเนินงานวิจัย	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	
ผลการศึกษากระบวนการผลิต “ห้วข้าวเกรียบ”	39
ผลการศึกษาปัจจัยคุณภาพที่ส่งผลต่อผลิตภัณฑ์ห้วข้าวเกรียบ	43
การกำหนดห้วข้อคุณภาพและจัดทำคู่มือคุณภาพ	67
การจัดทำระบบคุณภาพและความปลอดภัย HACCP	76
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
สรุป	82
ข้อเสนอแนะ	83
เอกสารอ้างอิง	84
ภาคผนวก	91
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี	91
ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ	94
ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์	96
ภาคผนวก ง. แบบฟอร์มการควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตห้วข้าวเกรียบ	101
ภาคผนวก จ. เอกสารการบันทึกข้อมูล	150
ภาคผนวก ฉ. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ	165
ภาคผนวก ช. ประวัติคณะผู้วิจัย	175

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางสารอาหารของปลาหูฉลาม	6
2.2	ส่วนประกอบของสารอาหารในสัตว์ทะเล (ร้อยละ)	14
2.3	ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่อยู่ในสารประกอบในปลาและสัตว์จำพวกครัสเตเชีย	15
3.1	เกณฑ์การประเมินคุณภาพ EU Scheme	35
4.1	ผลการตรวจสอบคุณภาพปลาหูฉลามระหว่างการเก็บรักษาในน้ำแข็ง	44
4.2	ผลการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาหูฉลามโดยใช้หลักเกณฑ์การประเมินของ EU (EU Scheme)	46
4.3	ผลการวิเคราะห์ค่า TVB-N (mg/100g) ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง	47
4.4	ผลการวิเคราะห์ค่า TVB-N (mg/100g) ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น	48
4.5	ผลการวิเคราะห์ค่า pH ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง	49
4.6	ผลการวิเคราะห์ค่า pH ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น	49
4.7	ผลการวิเคราะห์ค่า a _w ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง	50
4.8	ผลการวิเคราะห์ค่า a _w ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น	51
4.9	ผลการวิเคราะห์ค่า TBA (mg MDA/kg) ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง	52
4.10	ผลการวิเคราะห์ค่า TBA (mg MDA/kg) ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น	52
4.11	ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน	57
4.12	ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2° C)	58
4.13	ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในหัวข้าวเกรียบสูตรกระเทียมพริกไทย	59
4.14	ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในหัวข้าวเกรียบสูตรกระเทียมพริกไทยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26±2° C)	60
4.15	ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในหัวข้าวเกรียบสูตรสาคู	61
4.16	ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในหัวข้าวเกรียบสูตรสาคูที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(26±2° C)	62

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.17	ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในหัวข้าวเกรียบสูตรพริกหวาน	63
4.18	ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในหัวข้าวเกรียบสูตรพริกหวานที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง($26\pm 2^{\circ}\text{C}$)	64
4.19	ปริมาณไขมันและการฟองตัวของหัวข้าวเกรียบ	64
4.20	ค่าความหนืดและปริมาณกรดไขมันอิสระของน้ำมันที่ใช้ทอดหัวข้าวเกรียบ	66
4.21	การควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ	68
4.22	การควบคุมคุณภาพกระบวนการทอดหัวข้าวเกรียบ	75
4.23	จุดควบคุมวิกฤตที่พบในกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ	80

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ปลาหูแหกครีบบยาว (Decapterus maruadsi)	6
4.1 ขั้นตอนการเตรียมปลา	40
4.2 ขั้นตอนการบดปลา	41
4.3 ขั้นตอนการนวดส่วนผสม	41
4.4 ขั้นตอนการปั้นเป็นก้อน	42
4.5 ขั้นตอนการต้ม	42
4.6 ขั้นตอนการผึ่งลม	43
4.7 ขั้นตอนการบรรจุและจำหน่าย	43
4.8 ผลการวัดค่าสี L^* ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง	53
4.9 ผลการวัดค่า L^* ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น	53
4.10 ผลการวัดค่าสี a^* ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง	54
4.11 ผลการวัดค่า a^* ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น	54
4.12 ผลการวัดค่าสี b^* ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง	55
4.13 ผลการวัดค่าสี b^* ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น	55
4.14 แผนภูมิกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ	67
4.15 แผนภูมิกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน	76
4.16 แผนภูมิกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบสูตรกระเทียมพริกไทย	77
4.17 แผนภูมิกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบสูตรสาหร่าย	78
4.18 แผนภูมิกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบสูตรพริกหวาน	79

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ผลิตภัณฑ์ “หั่วข้าวเกรียบ” จัดเป็นอาหารว่างประเภททอด การปรุงรับประทานจะต้องนำ “หั่วข้าวเกรียบสด” มาทอดในน้ำมันจนมีสีน้ำตาลกรอบ รับประทานร่วมกับน้ำจิ้มในลักษณะเดียวกับอาหารกลุ่มลูกชิ้นและไส้กรอก ได้รับความนิยมสูงในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้และรัฐฝั่งตะวันออกของประเทศมาเลเซีย (รัฐตรังกาณู) มีกระบวนการผลิตเช่นเดียวกับข้าวเกรียบปลา คือ นวดส่วนผสม อาทิ ปลาสด แป้ง กระเทียม เครื่องปรุงรส แล้วปั้นเป็นก้อน จากนั้นจึงนำไปนึ่งจนสุกและนำไปหั่นเป็นชิ้น แล้วทอดในน้ำมัน (deep-fat frying) ก่อนรับประทานโดยไม่ต้องผ่านการตากแห้งเหมือนกับข้าวเกรียบปลาทั่วไป คุณลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์คือ มีสีน้ำตาลทอง มีกลิ่นหอมของเนื้อปลาและแป้ง รสเค็มมันของหั่วข้าวเกรียบและหวานเปรี้ยวของน้ำจิ้ม เนื้อสัมผัสกรอบนอกภายในยืดหยุ่นเล็กน้อย จุดเด่นของผลิตภัณฑ์จากการสำรวจผู้บริโภค คือรสชาติดี (Omar *et al*, 2011) ข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์คืออายุการเก็บรักษาสั้น นั่นคือ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้เพียง 1 วัน โดยมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.89-0.90 ซึ่งเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Nor Khaizura *et al*, 2009) รูปแบบการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในปัจจุบันมีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับผู้จำหน่ายแต่ละรายซึ่งมีจำนวนมากและกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ทั้งในรูปแบบร้านแผงลอย รถเข็น ร้านจำหน่ายอาหารและจำหน่ายร่วมกับอาหารทอดประเภทอื่น ๆ จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่ากระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบยังคงใช้วิธีการดั้งเดิม ทำให้มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนสูงในทุกขั้นตอน ดังรายงานผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ในขั้นตอนการผลิตหั่วข้าวเกรียบ ซึ่งพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงขึ้นในขั้นตอนการนวด เท่ากับ $6.6 \log_{10} \text{ cfu/g}$ และขั้นตอนหลังจากต้มสุกและรอให้เย็น มีจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) $4.38 \log_{10} \text{ cfu/g}$, psychrotrophic $2.00 \log_{10} \text{ cfu/g}$, mesophilic sporeformer $1.26 \log_{10} \text{ cfu/g}$ และ total coliform $1.71 \log_{10} \text{ MPN/g}$ เนื่องจากการจัดการด้านสุขลักษณะเบื้องต้นในการผลิตอาหารไม่เหมาะสม (Nor Khaizura *et al*, 2010) อีกทั้งวิธีการจัดจำหน่าย วิธีการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ระหว่างการรอจำหน่าย ยังไม่สามารถรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ จึงเป็นปัญหาสำคัญที่ต้องสร้างความเข้าใจและให้ความรู้แก่ผู้ผลิตและจำหน่ายเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้นและปลอดภัยในการบริโภค

กรอบยุทธศาสตร์การจัดการด้านอาหารของประเทศไทย (2555-2559) ได้กำหนดวิสัยทัศน์ว่า “ประเทศไทยผลิตอาหารที่มีคุณภาพและปลอดภัย มีความมั่นคงด้านอาหารอย่างยั่งยืน เพื่อชาวไทยและชาวโลก” ซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้อาหารที่ผลิตได้ในทุกระดับนับตั้งแต่ในระดับครัวเรือนระดับ

ชุมชนและในระดับอุตสาหกรรมเชิงพาณิชย์มีความพอเพียง มีคุณภาพ ปลอดภัยและมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี จากการวิเคราะห์สถานการณ์แวดล้อมด้านอาหารของไทย พบว่า จุดอ่อนที่สำคัญ คือ ผู้ผลิต/ผู้ประกอบการรายย่อยจำนวนมากยังขาดแคลนปัจจัยการผลิตและข้อมูลซึ่งเป็นข้อจำกัดในการยกระดับการผลิตให้ได้อาหารที่มีมาตรฐานทั้งคุณภาพ และความปลอดภัย ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์อาหารท้องถิ่น “หั่วข้าวเกรียบ” จัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารท้องถิ่นที่จำเป็นจะต้องพัฒนาระดับคุณภาพให้เป็นไปตามกรอบยุทธศาสตร์การจัดการด้านอาหารของประเทศไทยเช่นเดียวกัน เพื่อช่วยเสริมสร้างความเข้มแข็งภาคการผลิตในระดับชุมชน (community based) นอกจากนี้การส่งเสริมการตลาดผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับในวงกว้างขึ้น คณะผู้วิจัยจึงมุ่งพัฒนาระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบให้มีความพร้อมในการขยายตลาดสู่ธุรกิจแฟรนไชส์

ธุรกิจแฟรนไชส์ (business format franchising) เป็นการให้สิทธิ์ในการให้บริการหรือทำการผลิตสินค้าที่มีสูตรหรือส่วนประกอบเฉพาะ และ/หรือ จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ภายใต้รูปแบบและเครื่องหมายทางการค้า/ บริการของผู้เป็นเจ้าของแฟรนไชส์ โดยมีการถ่ายทอดระบบและวิธีการดำเนินธุรกิจแบบร้านมาตรฐาน เช่น ระบบการผลิต ระบบการขาย ระบบการบริหารการตลาด เพื่อที่จะให้รูปแบบวิธีดำเนินธุรกิจในทุก ๆ สาขาให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน พร้อมคู่มือประกอบเพื่อใช้ในการปฏิบัติงานของทุกส่วนงานให้ผู้รับแฟรนไชส์ปฏิบัติตาม (ไทยแฟรนไชส์เซ็นเตอร์, 2553) ดังนั้นธุรกิจแฟรนไชส์ร้านอาหารจึงนับเป็นธุรกิจที่มีความเป็นไปได้สูง ด้วยพฤติกรรมผู้บริโภคที่เปลี่ยนไปในปัจจุบัน กอปรกับผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบมีจุดเด่นเรื่องรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการ ดังนั้นการจัดทำระบบการผลิตเพื่อควบคุมคุณภาพอาหารให้มีความสม่ำเสมอเป็นไปตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ย่อมเป็นหัวใจหลักของธุรกิจนี้

ดังนั้นหากจะพัฒนาระดับ “หั่วข้าวเกรียบ” ให้สามารถจำหน่ายในลักษณะธุรกิจแฟรนไชส์จะต้องจัดทำระบบการจัดการคุณภาพที่ดีเพื่อสร้างความมั่นใจเรื่องความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ให้ได้ การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำระบบการจัดการคุณภาพของผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบ โดยครอบคลุมตั้งแต่การควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ การควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตทุกขั้นตอน รวมทั้งควบคุมคุณภาพในระหว่างการจัดจำหน่าย และจัดทำระบบจัดการความปลอดภัย คือ ระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตอาหาร (Hazard analysis critical control point: HACCP) ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นให้เป็นที่ยอมรับ มีระบบเฝ้าระวังเพื่อประกันคุณภาพในจุดที่มีความเสี่ยงต่อความปลอดภัยของอาหารตามมาตรฐานสากล และตอบสนองความต้องการทางการตลาดที่เพิ่มมากขึ้นในอนาคตได้

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อจัดทำระบบการจัดการคุณภาพและความปลอดภัยกระบวนการผลิตและการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ “หั่วข้าวเกรียบ” สำหรับธุรกิจแฟรนไชส์

ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยเพื่อกำหนดวิธีการควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตและการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ “หั่วข้าวเกรียบ” โดยกำหนดปัจจัยคุณภาพที่เป็นดัชนีสำคัญและใช้ตรวจวัด และจัดทำเป็นคู่มือควบคุมคุณภาพร่วมกับจัดทำเอกสารระบบ HACCP เพื่อประกันความปลอดภัยที่เป็นมาตรฐานและสร้างความมั่นใจแก่ผู้บริโภค

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หัวข้าวเกรียบ

หัวข้าวเกรียบ หมายถึง ข้าวเกรียบแบบนึ่งหรือข้าวเกรียบพลาสติก เป็นอาหารพื้นบ้านมีชื่อภาษาถิ่น ว่า กือปาลอเกอรูโปะ (Kepala keropok) ซึ่ง kepala หมายถึง หัว ส่วน keropok หมายถึง ข้าวเกรียบ หัวข้าวเกรียบจะเป็นกลุ่มย่อยของข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์อาหารจากเนื้อมีปลาที่ประชาชนใน 3 จังหวัด ชายแดนภาคใต้นิยมรับประทานกันมาก จัดอยู่ในอาหารจำพวกลูกชิ้น แหนม ไส้กรอก ฯลฯ จุดเด่นของ ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ คือ มีปริมาณแคลเซียมสูง เนื่องจากใช้ปลาพร้อมก้างบดจนเป็นเนื้อเดียวกัน เป็นส่วนผสมปริมาณสูงถึงร้อยละ 60 ในขณะที่ข้าวเกรียบปลาโดยทั่วไปเติมเนื้อปลาในปริมาณร้อยละ 20 - 25 และเป็นเนื้อปลาล้วนที่ไม่มีก้างเป็นส่วนผสม (เพลินใจ ตังคณะกุล, 2546) จึงจัดเป็นอาหาร รับประทานเล่นที่อุดมไปด้วยแคลเซียมและโปรตีนที่เหมาะสมทางด้านโภชนาการสำหรับผู้บริโภคทุกวัย กระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบจะมีส่วนผสมหลัก คือ ปลา นำมาขนาดผสมกับส่วนผสมรอง คือ แป้งมันสำปะหลัง แป้งสาชู และสารปรุงแต่งกลิ่นรส นวดจนเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นจึงนำมาขึ้นรูป ทรงกระบอก นำไปต้มให้สุกในน้ำเดือด แล้วจึงนำมาทอดในน้ำมัน รับประทานพร้อมน้ำจิ้ม (Mohamed *et al.*, 2008)

หัวข้าวเกรียบเป็นอาหารพื้นบ้านที่ได้รับอิทธิพลมาจากคาบสมุทรมลายูซึ่งได้แก่ มาเลเซีย อินโดนีเซีย ในแต่ละประเทศก็จะมีชื่อเรียกที่แตกต่างกันดังนี้ (เจ๊ะอามิ เจ๊ะมุ, 2552)

- 1) ภาษามาเลเซียเรียกว่า Keropok ซึ่งแบ่งเป็น 3 ชนิด
 - keropok lekor แบบทอด มีลักษณะยาวและเหนียว
 - keropok losong แบบนึ่ง จะบางและกรอบ
 - keropok keping แบบทอด จะบางและกรอบ
- 2) ภาษาอินโดนีเซียเรียกว่า krupuk, kerupuk หรือ kroepoek
- 3) ภาษาฟิลิปปินส์เรียกว่า kropek

หัวข้าวเกรียบมีอายุการเก็บรักษาสั้น โดยสามารถเก็บได้เพียง 1 วัน ที่อุณหภูมิห้องเท่านั้น (Embond *et al.*, 1990) โดยมีรายงานพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของแบคทีเรียในหัวข้าวเกรียบมีการเพิ่มขึ้นจาก 1×10^2 cfu/g เป็น 1.5×10^8 cfu/g หลังจากเก็บ 2 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (37 องศาเซลเซียส) (Che Rohani and Mat Arup, 1992) เนื่องจากหัวข้าวเกรียบนั้นมีค่า pH อยู่ ในช่วง 6.61-6.87 และมีค่า Water activity (a_w) อยู่ในช่วง 0.98-0.99 ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสม สำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ (Nor Khaizura *et al.*, 2010)

2. วัตถุดิบในการผลิต

หัวข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป โดยมีวัตถุดิบในการผลิตดังนี้

2.1. ปลา

ปลาที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหัวข้าวเกรียบมีหลายชนิด อาทิ ปลาทุบแขก ปลาหลังเขียว ปลาข้างเหลือง เป็นต้น โดยปลาที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ ปลาทุบแขก ทั้งนี้ปลาทุบแขกเป็นปลาผิวน้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย พบแพร่กระจายทั่วไปตามชายฝั่งทะเลอันดามันและอ่าวไทย มีพฤติกรรมชอบอยู่รวมกันเป็นฝูงในระดับกลางน้ำ เป็นปลาที่กินลูกปลา สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก และแพลงก์ตอนเป็นอาหาร ขนาดความยาวตลอดตัวสูงสุด 35 เซนติเมตร ปลาทุบแขกจัดอยู่ในปลาสีกุน (family carangidae) และอยู่ในสกุล *Decapterus* มีชื่อสามัญว่า round scad ปลาทุบแขกที่พบทางฝั่งทะเลอันดามันของไทยมี 3 ชนิด คือ ปลาทุบแขกครีบบยาว (*Decapterus maruadsi*) ปลาทุบแขกครีบทูสั้น (*Decapterus macrosoma*) และปลาทุบแขกใหญ่ (*Decapterus russelli*) ชนิดที่พบมากที่สุดคือปลาทุบแขกครีบบยาว ซึ่งปริมาณการจับสูงสุดร้อยละ 73.78 ของปริมาณปลาทุบแขกทั้งหมด (สนธยา บุญสุข และคณะ, 2551) ปลาทุบแขกครีบบยาวมีลักษณะลำตัวกว้างกว่าปลาทุบแขกครีบทูสั้น และแบนข้างมากกว่า ความยาวของลำตัวประมาณ 3.7-4.0 เท่าของความกว้างของลำตัว ตาค่อนข้างโตมีเยื่อไขมันปกคลุม ปลายขากรรไกรบนยื่นถึงแนวขอบหน้าของตา มีฟันละเอียดบนขากรรไกร เพดานปาก กระดูกเพดานกลางปาก ส่วนครีบท้องอันแรกมีก้านแข็ง 8 อัน ครีบท้องอันที่สองมีก้านครีบท้อง 32-33 ก้าน ถัดจากครีบท้อง และครีบทวารจะมีครีบท้อง 1 อัน ครีบทวารอันแรกมีก้านครีบท้อง ส่วนครีบทวารอันที่สองมีก้านครีบท้อง 1 อัน มีก้านครีบท้อง 28-29 อัน สันข้างตัวโค้งมากทางตอนหน้า ส่วนตอนท้ายบริเวณโค้งหางมีเกล็ดสันหนามประมาณ 31-39 อัน เริ่มจากครีบท้องอันที่ 11-14 สีปลาทุบแขกชนิดนี้มีสีเขียวออกน้ำเงินบริเวณด้านหลัง ด้านท้องเป็นสีเงินริมขอบครีบท้องมีสีขาว ส่วนครีบท้องมีสีขาวใส หรืออมเหลืองและจุดสีดำบริเวณขอบผาครอบเหงือกตอนบน (เพราลัย นุชหมอน, 2532) (ภาพที่ 2.1) จากหลักฐานทางด้านวิชาการของกรมประมงทะเล พบว่าในปลาทุบแขก 100 กรัม มีคุณค่าทางสารอาหาร ดังตารางที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ปลาทูแวกครีบยาว (*Decapterus maruadsi*)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางสารอาหารของปลาทูแวก

คุณค่าทางสารอาหาร	ปริมาณ
พลังงาน	140.00 แคลอรี
โปรตีน	20.00 กรัม
ไขมัน	6.70 กรัม
แคลเซียม	170.00 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	60.00 มิลลิกรัม
เหล็ก	11.90 มิลลิกรัม
วิตามินซี	9.20 มิลลิกรัม
ไนอะซิน	9.20 มิลลิกรัม
วิตามินบี2	0.62 มิลลิกรัม
วิตามินบี1	0.03 มิลลิกรัม

ที่มา: ชีววิทยาของปลาทูแวก, 2554

2.2. แป้ง

แป้งเป็นวัตถุดิบหลักอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญมากในการผลิตหัวข้าวเกรียบ เนื่องจากมีผลต่อคุณภาพของหัวข้าวเกรียบ กล่าวคือ ทำให้หัวข้าวเกรียบพองตัว ส่วนใหญ่แป้งที่ใช้ในการทำ

หัวข้าวเกรียบ คือ แป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคู ซึ่งเป็นแป้งในกลุ่มที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำประมาณร้อยละ 20 และมีคุณลักษณะดังนี้

2.2.1. แป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลังมีลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาว ลักษณะเด่นของแป้งมันสำปะหลัง คือ มีความบริสุทธิ์สูง มีสิ่งปนเปื้อนต่ำ โดยจะมีสตาร์ชอยู่มากกว่าร้อยละ 95 มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 0.05 ไขมันร้อยละ 0.14 และเถ้าร้อยละ 0.16 มีปริมาณอะไมโลสค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งชนิดอื่นคือร้อยละ 17-18 และมีปริมาณอะไมโลเพคตินร้อยละ 83 โดยน้ำหนักแห้ง (Taewee, Mutita & Janphen, 2008; จันทร์เพ็ญ ไชยบุญ, 2550) โดยปกติแล้วเม็ดสตาร์ชจะไม่ละลายในน้ำเย็น แต่เมื่ออยู่ในน้ำอุ่นเม็ดสตาร์ชจะพองตัวและเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นเรื่อยๆ เม็ดแป้งจะพองตัวมากขึ้น จนกระทั่งแตกได้เป็นสารละลายชั้นหนืด เรียกกระบวนการนี้ว่า เจลาติไนเซชัน (gelatinization) คุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยากับน้ำมีความสำคัญในการนำไปใช้ประโยชน์ เม็ดแป้งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเมื่อได้รับความร้อน พลังงานความร้อนจะทำลายพันธะไฮโดรเจนในโครงสร้างของเม็ดแป้ง ทำให้โมเลกุลของน้ำสามารถเข้าไปจับกับหมู่ไฮดรอกซิลที่เป็นอิสระของเม็ดแป้งได้ และเม็ดแป้งจะเริ่มพองตัวขึ้นซึ่งกำลังการพองตัวของเม็ดแป้งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง แป้งที่มีอะไมโลสสูงจะมีการพองตัวต่ำกว่าแป้งที่มีอะไมโลสต่ำ แป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งที่มีอะไมโลสต่ำจึงมีการพองตัวสูง ทำให้มีความหนืดสูงเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งชนิดอื่น ดังนั้น แป้งเปียกของแป้งมันสำปะหลังจะไม่คงตัว (กล้าณรงค์ และเกื้อกุล, 2543) จึงทำให้แป้งมันสำปะหลังถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ เนื่องจากมีผลต่อการพองตัวดีกว่าแป้งชนิดอื่น และยังมีผลต่อความสม่ำเสมอของผิว และการบิบบอม้วนตัว ทั้งนี้เป็นผลจากปริมาณอะไมโลส และอะไมโลเพคติน ตลอดถึงโครงสร้างขนาดและรูปร่างของแป้ง (นาฏยา แหะหมัด และนุริยาน สาและ, 2551)

2.2.2. แป้งสาคู

สาคูจัดเป็นพืชท้องถิ่นชนิดหนึ่งในตระกูลปาล์ม ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ สาคูที่ไม่มีหนามและสาคูที่มีหนาม สาคูที่นิยมนำมาทำแป้งสาคู ส่วนใหญ่ เป็นชนิดที่ไม่มีหนาม ซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีการผลิตหรือใช้ประโยชน์แป้งสาคูในระดับอุตสาหกรรม (จันทร์เพ็ญ ไชยบุญ, 2549) เม็ดแป้งสาคูประกอบด้วย โปรตีนร้อยละ 0.10 ไขมันร้อยละ 0.10 เถ้าร้อยละ 0.20 ฟอสฟอรัสร้อยละ 0.02 มีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 27 และมีปริมาณอะไมโลเพคตินร้อยละ 73 โดยน้ำหนักแห้ง แป้งสาคูมีอุณหภูมิเจลาติไนซ์ที่ 75-76 องศาเซลเซียส เม็ดแป้งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 ขนาด คือ 0-15 ไมโครเมตร และน้อยกว่า 8 ไมโครเมตร (Rekha *et al.*, 2008)

2.3. เครื่องปรุงรส

เครื่องปรุงรสที่ใช้ในการหั่วข้าวเกรียบมีดังนี้

2.3.1. เกลือ

เกลือเป็นเครื่องปรุง ที่ให้รสเค็มและเป็นที่รู้จักกันมานาน มีสูตรทางเคมีว่าโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เกลือที่บริสุทธิ์มีสีขาวเป็นผลึกแบบลูกบาศก์และมีคุณสมบัติในการดูดความชื้น เกลือเป็นสารเพิ่มรสชาติของหั่วข้าวเกรียบการเติมเกลือร้อยละ 0.5-5.5 ช่วยเพิ่มการพองตัว (สุมาลี กา เปี่ยมมงคล, 2544)

2.3.2. น้ำตาล

น้ำตาลเป็นเครื่องปรุง ที่ให้รสหวานแก่หั่วข้าวเกรียบมีผลทำให้การพองตัวของเม็ดแป้งช้าลง ทำให้การสุกของแป้งเป็นไปอย่างช้าๆ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำตาลรีดิวซิง (reducing sugar) สามารถจับตัวกับน้ำได้ดีกว่าแป้ง จึงสามารถดึงน้ำไปรวมได้ดีกว่า ถ้าใส่น้ำตาลมากเกินไปแป้งเปียกจะไม่พองตัว และเมื่อนำไปทอดจะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่พองตัวด้วย (สุมาลี กา เปี่ยมมงคล, 2544)

2.4. น้ำมันสำหรับทอด

ในการทอดอาหารไขมันหรือน้ำมันจะเป็นตัวนำความร้อนทำให้อาหารสุก ช่วยหล่อลื่นไม่ให้อาหารติดกับภาชนะขณะทอด ทำให้อาหารมีสีและเพิ่มรสชาติ สมบัติของไขมันหรือน้ำมันทอดอาหารที่ดีต้องมีความคงตัว มีจุดหลอมเหลวต่ำ ทนทานต่อความร้อนได้ถึงอุณหภูมิประมาณ 325-375 องศาฟาเรนไฮต์ และต้องมีสมบัติสัมพันธ์กับอาหารที่ใช้ทอด เพราะกลิ่นและรสชาติของไขมันหรือน้ำมันจะติดไปกับอาหารที่ทอดแล้วด้วย น้ำมันที่ใช้สำหรับทอดอาหารที่นิยมใช้กันมาก คือ น้ำมันพืชชนิดต่างๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภค น้ำพืชส่วนใหญ่จะมีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมาก ซึ่งจะไวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) หากไม่มีการเติมสารต้านออกซิเดชันลงไป น้ำมันนั้นๆ อย่งไรก็ตามในน้ำมันพืชตามธรรมชาติจะมีสารต้านออกซิเดชันธรรมชาติ เช่นวิตามินอี หรือโทโคฟีรอล (tocopherol) ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นสารต้านออกซิเจนให้แก่กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวได้

3. ขั้นตอนการผลิตหั่วข้าวเกรียบ

3.1. การนวดผสม

การนวดผสมเป็นขั้นตอนที่มีวัตถุประสงค์เพื่อผสมเนื้อปลา แป้งมันสำปะหลัง และส่วนผสมอื่นๆให้เป็นเนื้อเดียวกัน และมีเนื้อสัมผัสเนียนซึ่งมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏเป็นรูพรุนสม่ำเสมอพองตัวดี (เพลินใจ ดังคณะกุล, 2546) ในขั้นตอนการนวดผสมนี้พบว่าการปนเปื้อนของจุลินทรีย์สูงจากอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการผลิต (Che Rohani, 1992 อ้างโดย Nor khaizura *et al*, 2009) จะเห็นได้ว่า จุลินทรีย์ทั้งหมดจะสูงขึ้นในช่วงของการนวด คือ 6.65 log CFU/g (Nor khaizura *et al*, 2010)

3.2. การปั่นและการต้ม

การปั่นและการต้มเป็นขั้นตอนที่มีผลต่อรูปร่างของหัวข้าวเกรียบ โดยนำส่วนผสมที่ผ่านการนวดแล้วมาปั่นเป็นท่อนขนาด กว้าง×ยาว ประมาณ 5×30 เซนติเมตร (Nurul *et al* , 2009) แล้วนำไปต้ม โดยการต้มหัวข้าวเกรียบจะใช้ไฟกลางอุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการต้มขึ้นอยู่กับเส้นผ่านศูนย์กลางของก้อนแป้ง ชนิดและส่วนผสมที่ใช้ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใช้ ถ้าใช้น้ำมากเกินไปแป้งจะสุกเร็ว แต่ก้อนแป้งไม่สามารถรักษารูทรงเอาไว้ได้ เนื่องจากก้อนแป้งจะมีลักษณะนิ่ม แต่หากใช้น้ำน้อยเกินไปแป้งจะสุกช้าหรือไม่สุกเลย เนื่องจากแป้งเกิดเจลได้ไม่หมด หรือเกิดเจลไม่ทั่วถึง แม้จะใช้เวลาต้มนาน (สุมาลีภา เปี่ยมมงคล, 2544)

3.3. การหั่น

การหั่นคือการลดขนาดของก้อนหัวข้าวเกรียบให้เป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อความสะดวกในการทอดและการรับประทาน ขั้นตอนนี้จะกระทำเมื่อได้ก้อนหัวข้าวเกรียบที่ผ่านการต้มและวางทิ้งไว้ให้ก้อนแป้งเย็นแล้ว ถ้าก้อนแป้งมีลักษณะไม่ติดมืออาจหั่นได้เลย ทำได้ทั้งหั่นด้วยมือหรือใช้เครื่องจักรหั่น สิ่งที่ต้องระมัดระวังในการหั่นคือ ความหนาของแผ่น ถ้าแผ่นมีความหนามาก การเกิดการพองตัวน้อย เนื้อแข็ง แต่ถ้าความหนาน้อยลง การพองตัวจะมีมากขึ้น การหั่นหัวข้าวเกรียบมักมีปัญหาแป้งติดมีดหั่นเสมอ โดยเฉพาะหัวข้าวเกรียบที่มีแป้งมันสำปะหลังผสมอยู่ด้วย (สุดารัตน์ พรภิบุญจันทร์, 2547 และ Nor khaizura *et al*, 2010) รายงานว่าในขั้นตอนการวางก้อนแป้งให้เย็นก่อนนำไปหั่นทำให้เกิดจุลินทรีย์กลุ่ม coliform, fecal coliform และ *E. coli* มีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 3.79, 3.02, 1.69 log MPN/g ตามลำดับ

4. การทอดและอุณหภูมิการทอด

การทอดเป็นกระบวนการที่ทำให้หัวข้าวเกรียบพองตัวโดยใช้น้ำมันเป็นสื่อให้ความร้อน ผลของการทอด ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะกรอบ อุณหภูมิที่ควรใช้ทอดหัวข้าวเกรียบอยู่ระหว่าง 180-200 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที (Nurul *et al*, 2009) ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สูงกว่าจุดเกิดควันเล็กน้อย สำหรับน้ำมันที่เหลืออยู่ในหัวข้าวเกรียบขึ้นอยู่กับความชื้นของหัวข้าวเกรียบก่อนทอดกล่าวคือ ถ้ามีความชื้นก่อนทอดสูงจะดูดน้ำมันไว้ได้มากกว่าหัวข้าวเกรียบที่มีความชื้นต่ำ (Nurul *et al*, 2009) การทอดอาหารที่ใช้ความร้อนสูงมาก หรือใช้น้ำมันทอดอาหารซ้ำหลายๆ ครั้ง วิตามินจะถูกทำลายหมด ทำให้กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวถูกออกซิไดส์ และเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน (polymerization) ได้ง่าย เช่น การทอดไก่ ผลของปฏิกิริยาจะมีสารชนิดใหม่เกิดขึ้น ซึ่งสารที่เกิดขึ้นใหม่เหล่านี้เป็นสารพิษต่อร่างกายและบางชนิดเป็นสารก่อมะเร็งด้วย ดังนั้นอาหารที่เคยใช้ทอดอาหารมาแล้ว 2-3 ครั้ง หรือผ่านความร้อนสูงๆมาแล้ว หากเหลือใช้ควรทิ้ง ไม่ควรนำมากลับใช้ทอดอาหารซ้ำแล้วซ้ำอีก เพราะจะทำให้สารก่อมะเร็งติดปนอยู่ในอาหารที่ทอด ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งได้

(นิธิยา รัตนูปนธ์, 2548) การทอดในทางการค้ามี 2 แบบ คือ การทอดโดยใช้น้ำมันน้อย และการทอดโดยใช้น้ำมันมาก ซึ่งจะมีการถ่ายเทความร้อนแตกต่างกัน ดังนี้

4.1. การทอดโดยใช้น้ำมันน้อย (pan frying)

การทอดโดยใช้น้ำมันน้อยนิยมใช้กับอาหารที่มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมาก เช่น เบคอนไข่ และแฮมเบอร์เกอร์ ความร้อนจะถ่ายเทไปยังอาหารโดยการนำจากผิวของกระทะที่ร้อนไปยังน้ำมันความหนาของชั้นน้ำมันจะไม่สม่ำเสมอและจะผันแปรตามความไม่สม่ำเสมอของผิวนอกชิ้นอาหาร นอกจากนี้ยังมีฟองของไอน้ำเกิดขึ้นขณะทอดด้วย ซึ่งจะดันผิวนอกของชิ้นอาหารให้ลอยขึ้นเหนือผิวของกระทะที่ร้อน ทำให้อุณหภูมิขณะทอดผันแปรได้ ชิ้นอาหารที่ทอดก็จะเกิดสีน้ำตาลไม่สม่ำเสมอ

4.2. การทอดโดยใช้น้ำมันมาก (deep fat frying)

การทอดโดยใช้น้ำมันมากจะทำให้การถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นทั้งการนำโดยน้ำมันและการพาเข้าไปภายในชิ้นอาหาร ผิวนอกของอาหารทั้งชิ้นจะได้รับความร้อนสม่ำเสมอทั่วกัน ทำให้มีสีสม่ำเสมอ การทอดวิธีนี้ใช้ได้กับอาหารทุกชนิด แต่ถ้าชิ้นอาหารมีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ จะต้องใช้น้ำมันในการทอดเพิ่มมากขึ้น (นิธิยา รัตนูปนธ์, 2554) สำหรับห้วข้าวเกรียบจะใช้น้ำมันมากในการทอดเพื่อทำให้ห้วข้าวเกรียบเกิดการพองตัว ช่วยหล่อลื่นไม่ให้ห้วข้าวเกรียบติดภาชนะที่ใช้ทอด ทำให้เกิดสีและเพิ่มรสชาติให้ด้วย น้ำมันจะสัมผัสห้วข้าวเกรียบตลอดเวลาที่ทอด คุณสมบัติของน้ำมันที่ใช้จึงมีผลต่อคุณภาพของห้วข้าวเกรียบมาก น้ำมันที่เหมาะสมสำหรับทอดจะต้องบริสุทธิ์ ไม่สลายตัวได้ง่าย (พรรณี วงศ์ไกรศรีทอง, 2530) น้ำมันที่ใช้ทอดห้วข้าวเกรียบควรเลือกใช้น้ำมันพืชชนิดที่เป็นไข เช่น น้ำมันปาล์ม มีคุณสมบัติ คือ ทนต่อความร้อน ความชื้นและออกซิเจน ไม่เหม็นหืน และเวลาที่ใช้ทอดอาหารจะทำให้อาหารกรอบอร่อย น่ารับประทาน เหมาะที่จะใช้ทอดอาหารที่ต้องการความร้อนสูง (การเลือกใช้น้ำมันพืช, 2555)

5. การเสื่อมเสียของอาหาร (food deterioration)

การเสื่อมเสียของอาหารถือเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดการไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์อาหารของผู้บริโภค ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเสื่อมเสียทางกายภาพหรือการพัฒนาของกลิ่นรสผิดปกติ การเจริญของจุลินทรีย์ เป็นต้น ซึ่งมีสาเหตุจากปฏิกิริยาชีวเคมีหรือทางจุลินทรีย์มีกลไกที่อาจจะยากต่อการบ่งชี้ การเจริญของจุลินทรีย์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเผาผลาญสารอาหารจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในบางกรณีผู้บริโภคไม่อาจทราบได้ว่าอาหารเกิดการเน่าเสียแล้ว

อาหารที่มาจากพืชและสัตว์จะเสื่อมคุณภาพและเน่าเสียได้ง่ายหลังจากการเก็บเกี่ยวหรือหลังการฆ่าสัตว์ เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในตลอดเวลาแม้ว่าเซลล์สัตว์ที่ผ่านการฆ่าและชำแหละแล้วจะไม่มีมีการหายใจเหมือนเซลล์ของพืช แต่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเนื่องจากเอ็นไซม์ในเนื้อเยื่อย่อยสลายสารอาหารต่างๆ เช่น โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ทำให้มีโมเลกุลสั้นลง เนื้อสัมผัสของ

เนื้อสัตว์จะนุ่ม ย่อย มีน้ำเยิ้ม สีจะคล้ำ การเสื่อมคุณภาพและการเน่าเสียของอาหารเร็วหรือช้าเป็นผลมาจากจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับอาหารตามธรรมชาติ พันธุ์พืชหรือสัตว์ หรือสภาพที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ ตลอดจนการปฏิบัติก่อนและหลังการการฆ่าสัตว์ สาเหตุสำคัญที่ทำให้อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงได้แก่

- จุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ได้แก่ รา ยีสต์ และแบคทีเรียหลายชนิดทำให้อาหารเสื่อมเสียหรือทำให้อาหารเป็นพิษ จุลินทรีย์เหล่านี้มีอยู่แล้วตามธรรมชาติโดยปนเปื้อนมากับอาหาร น้ำ หรืออากาศ สามารถเจริญและเพิ่มจำนวนได้หากอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ถ้าสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น ไม่มีอาหาร น้ำ อากาศ ฯลฯ แบคทีเรียบางชนิดจะสร้างสปอร์ (spore-forming bacteria) ทำให้ทนความร้อน ความเย็น ความแห้ง สารกันเสียได้ดี ทำให้การทำลายยากมากขึ้น

- เอนไซม์ เป็นโปรตีนในเซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาต่างๆ การเปลี่ยนแปลงของอาหารในระหว่างการเก็บรักษาเกิดขึ้นจากเอนไซม์ในอาหารและเอนไซม์จากจุลินทรีย์ซึ่งปนเปื้อนมากับอาหาร ตัวอย่างเช่น การเกิดสีน้ำตาลในผลไม้เมื่อมีการชำ การเกิดกลิ่นเน่าเสีย

- แมลงและสัตว์ ทำให้เกิดการเสียหายแก่อาหารโดยการลดปริมาณของสารอาหารลง และทำให้อาหารไม่น่ารับประทาน ตลอดจนเป็นพาหะของโรคบางชนิด รอยที่เกิดจากการเจาะหรือกัดแทะจะเป็นจุดที่ทำให้อาหารเกิดการเสื่อมเสียได้ง่ายยิ่งขึ้น

- ปัจจัยภายนอก เช่น แรงกระแทกกระแทกจากภายนอกอาจทำให้อาหารเกิดการบอบช้ำแตกหัก ทำให้ไม่น่ารับประทาน ส่วนอาหารสดถ้ามีการชำจะทำให้เอนไซม์เร่งปฏิกิริยาต่างๆ ให้เร็วขึ้น ปริมาณของออกซิเจน โลหะหนัก แสง ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในระหว่างการผลิตและการเก็บรักษาจะเร่งให้เกิดการเสื่อมเสียเร็วขึ้น

6. การเสื่อมคุณภาพของสัตว์น้ำ

เนื้อเยื่อภายในของสัตว์น้ำตามปกติจะปลอดเชื้อจุลินทรีย์เช่นเดียวกับเนื้อสัตว์ แต่จุลินทรีย์ภายนอกที่ปนเปื้อนเข้าไป มีผลทำให้อาหารทะเลเน่าเสียเร็วขึ้น คุณภาพทางจุลินทรีย์ของอาหารทะเลที่จับมาใหม่ๆ สะท้อนถึงคุณภาพของน้ำทะเลในปลา จุลินทรีย์ปนเปื้อนได้ 3 ทาง คือ ทางผิวหนัง ทางเหงือก และระบบทางเดินอาหาร ตามปกติจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนผิวหนังจะพบอยู่ระหว่าง $\log 2 - \log 7/\text{cm}^2$ ในเหงือกและในทางเดินอาหารระหว่าง $\log 3 - \log 9/\text{cm}^2$ ส่วนมากเป็นแบคทีเรียแกรมลบในจีส *Pseudomonas*, *Shewanella*, *Psychrobacter*, *Vibrio*, *Flavobacterium* และ *Cytophaga* ส่วนแบคทีเรียแกรมบวกที่พบ คือ แบคทีเรียในกลุ่ม โคลินีฟอร์ม (coryneforms) และ

ไมโครคอกไค (micrococci) เนื่องจากปลาเป็นสัตว์เลือดเย็น อุณหภูมิที่แบคทีเรียในปลาเจริญได้ดี คือ อุณหภูมิของน้ำที่ปลาอาศัยอยู่ น้ำในเขตหนาวตามปกติมีอุณหภูมิระหว่าง -2 ถึง +12 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์ในปลาจึงเป็นพวกไซโครฟิลล์และไซโครโทรปส์ แบคทีเรียพวก ไซโครโทรปส์ส่วนมากเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำในเขตร้อน ด้วยเหตุนี้ ปลาที่จับได้ในเขตที่มีอากาศหนาวเมื่อนำไปแช่น้ำแข็ง จึงเสื่อมคุณภาพเร็วเพราะแบคทีเรียพวก ไซโครฟิลล์เจริญได้ ต่างจากปลาที่จับได้ในเขตร้อน น้ำแข็งจะช่วยรักษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของปลาได้ดีกว่า เนื่องจากปลาในเขตร้อนมักปนเปื้อนด้วยแบคทีเรียไซโครโทรป ซึ่งเจริญได้ไม่ดีนักในสภาวะที่มีน้ำแข็งปกคลุม

6.1 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของอาหารทะเลสดและแช่แข็ง : ดังได้กล่าวแล้วว่า คุณภาพทางจุลินทรีย์ของอาหารทะเลขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำที่สัตว์น้ำอาศัยอยู่ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการผลิตและวิธีการจัดการ บ่อยครั้งที่อาหารทะเลเป็นสาเหตุทำให้เกิดกระบวนการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษขึ้น การสุขาภิบาลที่ดีเป็นปัจจัยสำคัญในการประกันความเสี่ยงให้กับผู้บริโภคด้วยเหตุนี้ องค์การอาหารและยาของสหรัฐฯ (US.FDA) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่กำกับควบคุมอาหารทะเล จึงได้ออกกฎหมายให้ผู้ผลิตอาหารทะเลต้องจัดทำคู่มือการสุขาภิบาลที่เป็นมาตรฐานของโรงงาน (Sanitation Standard Operating Procedure- SSOP)

แบคทีเรียที่ปนมากับอาหารทะเลทนเกลือได้ดี ตามปกติการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ นิยมเติมเกลือแกงประมาณร้อยละ 2-3 ซึ่งจะมีผลทำให้เชื้อแบคทีเรียที่มากับอาหารทะเลเจริญได้ดี ปลาหลังจับมาได้นิยมแช่น้ำทันที วิธีการจับปลาอาจทำให้ปลาตาย หรือบาดเจ็บ หรือทำให้ผิวหนังเป็นแผลหรือถลอก เป็นผลให้ปลาบาดเจ็บและอ่อนเพลีย จึงเป็นโอกาสที่เจริญ และทำลายเนื้อเยื่อของปลาได้ง่าย เช่นเดียวกับปลาที่แล่เอาเฉพาะเนื้อ หรือหั่นเป็นชิ้นๆ ทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวของปลาที่สัมผัสกับอากาศ อัตราการเน่าเสียจากแบคทีเรียที่ต้องการอากาศจึงเพิ่มขึ้น ปลาอาจเกิดการปนเปื้อนจากแบคทีเรียในขณะที่เคลื่อนย้ายบนเรือ ท่าเรือ และ/หรือในขณะที่ขนส่ง ตลอดจนสภาพแวดล้อมในตลาดขณะวางจำหน่าย กระนั้นก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์แล้ว ปลาปลายังนับว่ามีความปลอดภัยมากกว่า

ความเสี่ยงจากโรคอาหารเป็นพิษในปลา มีดังนี้

- ความเสี่ยงจากเชื้ออหิวาต์ (*Vibrio cholera*)
- ความเสี่ยงจากเชื้อแบคทีเรียที่มากับอาหารทะเลและทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษขึ้น

(*Vibrio parahaemolyticus*)

- ความเสี่ยงจากการได้รับสารพิษชนิด อี จากเชื้อ *Clostridium botulinum*
- ความเสี่ยงจากเชื้อไวรัสลำไส้ (enteric viruses) และไวรัสตับอักเสบเอและบี
- ความเสี่ยงจากการได้รับสารพิษประเภท scombroid toxins จากปลาบางชนิด
- ความเสี่ยงจากการได้รับสารพิษอื่นๆ ที่มีอาการทางประสาทสัมผัส (paralytic shellfish

poisonings)

6.2 การเน่าเสียของอาหารทะเล

6.2.1 ปลา : ไม่ว่าจะเป็นปลาน้ำจืดหรือปลาทะเล ล้วนมีโปรตีนและสารประกอบไนโตรเจน เป็นสารสำคัญดังตารางที่ 2.2 และ 2.3 ในปลาไม่มีคาร์โบไฮเดรตเหมือนพวกหอย ปลาหมึกและกุ้ง การที่สัตว์ทะเลมีองค์ประกอบที่แตกต่างกันออกไปเช่นนี้ เป็นผลให้มีลักษณะของการเน่าเสียแตกต่างกัน สารประกอบไนโตรเจนในปลาทั้งหมด เรียกว่า total N และสารประกอบไนโตรเจนประเภทโปรตีน เรียกว่า protein N สัดส่วนของโปรตีน N และสารประกอบไนโตรเจนทั้งหมดในสัตว์ทะเลแสดงใน ตารางที่ 2.3 จะเห็นได้ว่าไนโตรเจนทั้งหมดในปลาไม่ใช่เป็นโปรตีนทั้งหมด บางส่วนของสารประกอบ ไนโตรเจนจะอยู่ในรูปกรดอะมิโนอิสระ สารประกอบไนโตรเจนที่เป็นต่างระหว่างได้ (Volatile Nitrogen Bases- VNB) เช่น แอมโมเนีย, ไตรเมธิลามีน (trimethylamine), ครีเอทีน (creatine), เทารีน (taurine), เบทาอีน (betaines) กรดยูริก, แอนซีรีน (anserine), คาร์โนซีน (carnosine) ฮิสตามีน (histamine) เป็นต้น

ปลาสดแช่น้ำแข็ง การเน่าเสียมักเกิดจากแบคทีเรีย ในขณะที่ปลาหมึก หรือปลาแห้ง การเน่าเสียส่วนมากเกิดจากเชื้อรา ในปลาสดการเน่าเสียจะเกิดที่เหงือกก่อน ดังนั้นวิธีการเลือกซื้อปลา จะดูว่าปลาสด/ไม่สด จึงดูที่เหงือก ปลาที่เริ่มเน่าเสีย เหงือกจะไม่แดง อาจมีเมือกและมูกกลิ่นแอมโมเนียด้วย เมือกเป็นสารประกอบประเภทมิวโคโพลิแซคคาไรด์ กรดอะมิโน ไตรเมธิลามีนออกไซด์ (trimethylamine oxide) อนุพันธ์ของสารไพเพอริดีน (piperidine derivatives) และสารที่คล้ายกัน วิธีการตรวจหาจุลินทรีย์ในเมือกกระทำเช่นเดียวกับการตรวจในไก่ คือ การทำสวอป (swab) ผิวหน้า นำไปเพาะเชื้อนับจำนวน รายงานเป็นค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบของสารอาหารในสัตว์ทะเล (ร้อยละ)

ชื่อปลา	น้ำ	คาร์โบไฮเดรต	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า
Bony fish					
Bluefish	74.6	0	20.5	4.0	1.2
Cod	82.6	0	16.5	0.4	1.2
Haddock	80.7	0	18.2	0.1	1.4
Halibut	75.4	0	18.6	5.2	1.0
Herring (Atlantic)	67.4	0	18.3	12.5	2.7
Mackerel (Atlantic)	68.1	0	18.7	12.0	1.2
Salmon (Pacific)	63.4	0	17.4	16.5	1.0
Swordfish	75.8	0	19.2	4.0	1.3
Crustaceans					
Crab	80.0	0.6	16.1	1.6	1.7
Lobster	79.2	0.5	16.2	1.9	2.2
Mollusks					
Clams, meat	80.2	3.4	12.8	1.4	2.1
Oysters	80.5	5.6	9.8	2.1	2.0
Scallops	80.3	3.4	14.8	0.1	1.4

ที่มา: สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2545

ตารางที่ 2.3 ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่อยู่ในสารประกอบในปลาและสัตว์จำพวกครัสเตเชีย

Specie	% Total N	% Protein N	Ratio of Protein N :Total N
Cod (Atlantic)	2.83	2.72	0.87
Herring (Atlantic)	2.90	2.53	0.87
Sardine	3.46	2.97	0.86
Haddock	2.85	2.48	0.87
Lobster	2.72	2.04	0.75

ที่มา : สุขอนทา วัฒนสินธุ์, 2545

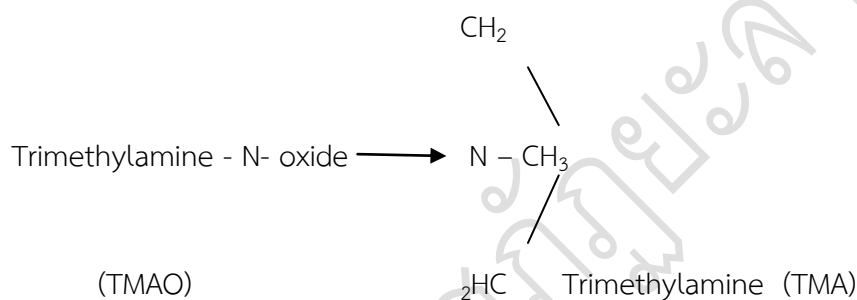
เป็นที่ยอมรับว่ากลไกการเน่าเสียของอาหารทะเล เกิดขึ้นจากการที่จุลินทรีย์ในอาหารทะเลใช้สารประกอบโมเลกุลง่ายๆ และปล่อยสารประกอบมีกลิ่นที่ระเหยได้ออกมา ตามที่ชีวาน (Shewan,1961) รายงานว่า กลไกการเน่าเสียของปลามีการลดลงของสารต่อไปนี้: trimethylamine oxide, creatine, taurine, แอมโมเนียม, ฮีสตามีน, ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และอินโดล เนื้อปลาต่างจากเนื้อสัตว์ เนื่องจากจะเกิดการย่อยตัวเอง (autolysis) อย่างรวดเร็ว สืบเนื่องจากเอนไซม์คาทรีปซิน (cathepsin) ปลาที่มีไขมันสูง เช่น ปลาแฮร์ริงส์ แมคเคอเรล ซัลมอน ฯลฯ จะเกิดกลิ่นหืนได้เร็ว เกล็ดปลาประกอบด้วยโปรตีน ชนิดคอลลาเจน และโปรตีนในกลุ่มเคราติน (keratin) ซึ่งมีความแข็งแรง การย่อยสลายเกิดขึ้นหลังจากปลาเน่าเสียจากส่วนอื่นๆ แล้ว ลำไส้ของปลาตามปกติต้องรับชำระล้างก่อนที่ปลาจะเสีย เนื่องจากแบคทีเรียจะไชทะลุผนังลำไส้เข้าไปอยู่ในเนื้อปลาโดยอาศัยเอนไซม์ย่อยโปรตีนช่วยในกลไกดังกล่าว

จากการศึกษาของ Stenstrom and Molin (1990) จากแบคทีเรียแกรมลบที่แยกได้จากปลาน้ำจืดที่เน่าเสีย ซึ่งมีจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ต้องการอากาศประมาณ 10^8 cfu/g จำแนกออกได้เป็น ชูโดโมแนดส์ร้อยละ 46 และ *Shewanella spp.* ร้อยละ 38 สำหรับ *Shewanella spp.* แบคทีเรียที่ผลิต H_2S Trimethylamine oxide (TMAO) ไปเป็น Trimethylamine (TMA) เชื่อว่าแบคทีเรียชนิดนี้ จะมีความสำคัญมากที่สุดในโลกที่ทำให้ปลาเน่าเสีย ปลาบางชนิด เช่น ปลาฉลามและปลาที่มีชื่อว่า dogfish มียูเรียสูงมาก การเน่าเสียเกิดจากแบคทีเรียใช้ยูเรียในปลา เปลี่ยนเป็นแอมโมเนียอย่างรวดเร็ว และเกิดมากจนได้กลิ่นแสบจมูก ปลาที่เก็บไว้จะมี pH สูงขึ้น (ซึ่งต่างจากการเน่าเสียของอาหารทั่วไปที่ pH ของผลิตภัณฑ์มักจะต่ำลง) เนื่องจากแบคทีเรียเจริญแล้วให้กรดกลูตามิกของแอมโมเนียทำให้เนื้อปลาฉลามไม่นิยมนำมาใช้บริโภค มีหน้าซ้ำเนื้อปลาฉลามได้ จึงทิ้งเนื้อไป เก็บไว้แต่เพียงครีบ (fins) ซึ่งไม่เสื่อมคุณภาพจากแอมโมเนีย ครีบปลาฉลามแห้งใช้ประกอบอาหารซึ่งเป็นที่ยอมรับไปทั่วโลก คือ ซุปหูฉลาม

สารที่เป็นอันตรายชีวิตการเน่าเสียของปลา

- แอลกอฮอล์ : เช่น phenethyl alcohol, ethanol, propanol และ isopropanol ซึ่งแบคทีเรียในปลาผลิตออกมาในปริมาณที่สูงขึ้นตามระดับของการเน่าเสีย

- Trimethylamine (TMA): องค์ประกอบของไนโตรเจนที่มีไฮโดรเจนในปลาแตกต่างจากในเนื้อสัตว์มาก TMAO เกิดขึ้นในปลาทะเล สารนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายจากแบคทีเรียจำพวก non-fermentatia (เช่น *Shewanella putrefaciens*) ในสภาวะไร้อากาศหรือมีอากาศเพียงเล็กน้อย เป็นผลให้เกิด TMA ขึ้นการวัดระดับของ TMA จึงสามารถใช้บ่งถึงสภาวะการเสื่อมคุณภาพของปลาทะเลได้



ในปัจจุบันสามารถใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีที่เรียกว่า ก๊าซโครมาโตกราฟฟีตรวหา TMA ใน headspace โดยใช้เวลาเวลาเพียง 5 นาที ซึ่งสะดวกมาก นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีทดสอบทางประสาทสัมผัสร่วมด้วย ทำให้ได้ผลวิเคราะห์แม่นยำมากขึ้น

- ปริมาณ CO₂: ปริมาณ CO₂ ในปลาที่กำลังจะเน่าเสียเพิ่มขึ้นตามจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ต้องการอากาศในปลา ปัจจุบันมีเครื่องมือตรวจหา CO₂ ที่ใช้รังสีอินฟราเรด สามารถรู้ผลได้ภายในเวลาไม่เกิน 4 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับการตรวจเพาะเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งจะต้องใช้เวลาถึง 24 – 48 ชั่วโมง

สารประเภทฮิสตามีน ไดเอมีน และสารที่ระเหยได้ทั้งหมด: เป็นอันตรายถึงชีวิตถึงสภาวะการเน่าเสียของปลา ดังนี้

ฮิสตามีน (histamine) เกิดจากเอนไซม์ ซึ่งแบคทีเรียที่ทำให้ปลาเน่าเสียทำการทำการย่อยสลายกรดอะมิโนฮิสติดีน (histidine) ดังนี้



ฮิสตามีนเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคอาหารเป็นพิษที่เรียกว่า scombroid poisoning เกิดกับการบริโภคปลาทะเลบางชนิดไดเอมีนส์ (diamine) ได้แก่ คาดาเวอรีน (cadaverine) และพูเทรสซีน (putrescine) ใช้เป็นตัวชี้วัดการเน่าเสียของปลาได้เช่นเดียวกับเนื้อสัตว์

- ไทรามีน (Tyramine) : เกิดกับปลาที่บรรจุแบบสุญญากาศและเก็บที่อุณหภูมิต่ำ (4-9°C) เนื่องจากแบคทีเรียบางชนิดที่สร้างเอนไซม์ดีคาร์บอกซิลเลสกำจัด CO₂ ออกไป

- **สารประกอบที่ระเหยได้ทั้งหมด** : ในปลาที่เริ่มเน่าเสีย สารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้จะเพิ่มขึ้น สารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ประกอบด้วย

-Total volatile bases (TVB) ประกอบด้วย แอมโมเนีย dimethylamine และ trimethylamine

-Total volatile acids (TVA) ประกอบด้วย กรดน้ำส้ม กรดโพรปิโอนิก และกรดอินทรีย์อื่นๆ

-Total volatile substances (TVS) ประกอบด้วย สารที่ได้จากการเติมอากาศในผลิตภัณฑ์ และทำปฏิกิริยาลดออกซิเจนกับสารละลายกับต่างทับทิม อาจเรียกว่า Volatile Reducing substances

-Total volatile nitrogen (TVN) ประกอบด้วย สาร TVB และสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ ที่ได้จากการระเหยตัวอย่างด้วยไอน้ำ

TVN ใช้เป็นดัชนีตรวจหาความสดของกุ้งในออสเตรเลียและในญี่ปุ่น ค่ายอมรับไม่เกิน 30 mg N/100 g ทั้งนี้พิจารณาพร้อมกับค่า TMA (trimethylamine) ที่ระดับไม่เกิน 5 mg/100 g

นอกจากนี้ยังใช้ค่า TVN และ TVB เป็นดัชนีบ่งชี้ความสดของกุ้ง คือ

ค่า TVN ไม่เกิน 30 mg N/100g

ค่า TVB ไม่เกิน 45 mg N/100g

7. คุณภาพอาหารทางจุลชีววิทยา

7.1 เกณฑ์ของจุลินทรีย์ในอาหาร

โดยส่วนใหญ่แล้วจะใช้เกณฑ์ทางจุลินทรีย์ที่ได้กำหนดขึ้นมาโดยสมัชชานานาชาติ (The International Commission on Microbiological Specifications for Foods : ICMSF) ซึ่งได้จำแนกเกณฑ์ของจุลินทรีย์ในอาหารเป็น 3 ประเภทดังนี้

1) เกณฑ์มาตรฐานทางจุลชีววิทยา (Microbiological standard) เป็นเกณฑ์จุลินทรีย์ที่ระบุในกฎหมายซึ่งกำหนดโดยองค์กรที่ทำหน้าที่ควบคุมอาหาร แต่สำหรับประเทศไทยนั้นกระทรวงสาธารณสุขเป็นผู้กำหนดมาตรฐานทางจุลินทรีย์ในอาหารประเภทต่างๆ โดยจะทำการเก็บข้อมูลจริงจากการทดลองเกี่ยวกับจุลินทรีย์ในอาหารและได้ประกาศเป็นกฎหมายขึ้นมา

2) เกณฑ์ข้อกำหนดทางจุลชีววิทยา (Microbiological specifications) เป็นเกณฑ์ของจุลินทรีย์ในอาหารที่ทำการตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย ถ้าจำนวนจุลินทรีย์เกินที่กำหนดไว้ลูกค้าจะไม่ยอมรับสินค้าและสินค้าจะถูกส่งกลับ

3) เกณฑ์แนวปฏิบัติทางจุลชีววิทยา (Microbiological guideline) เป็นเกณฑ์การเฝ้าระวังให้มีการผลิตที่ดีโดยเกณฑ์การเฝ้าระวังในข้อนี้เป็นการแนะนำให้ปฏิบัติตามมากกว่าการบังคับใช้

- เกณฑ์มาตรฐานของจุลินทรีย์ในอาหารปรุงสุกแล้ว แช่เย็นหรือแช่แข็งต้องอุ่นก่อนบริโภค (บุษกร อุตริชาติ, 2550)

- 1) การนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด / กรัม น้อยกว่า 1×10^6
- 2) MPN Coliform / กรัม น้อยกว่า 500
- 3) MPN Fecal coliform / กรัม น้อยกว่า 500
- 4) MPN *E.coli* / กรัม น้อยกว่า 3
- 5) *Staphylococcus aureus* / กรัม น้อยกว่า 100
- 6) *Salmonella* spp. ไม่พบ

- มาตรฐานอาหารทางจุลชีววิทยา

ในการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาจะต้องมีการทำแผนชักตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของอาหารทั้งหมด เพื่อสะดวกแก่การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอาหารที่มีปริมาณมาก ซึ่งจุลินทรีย์ที่จะต้องทำการตรวจคือ จุลินทรีย์ทั้งหมดได้แก่ Aerobic plate count, Psychrotrophic count, Thermotolerant count, ยีสต์และรา ส่วนจุลินทรีย์ดัชนีบ่งชี้ได้แก่ Coliform และ Fecal coliform สำหรับจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในอาหารได้แก่ *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum* และ *Listeria monocytogenes* เป็นต้น (Ray, 1996) การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์นั้นอาจจะต้องทำการตรวจในวัตถุดิบ ขั้นตอนกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์สุดท้าย หรือในขั้นตอนการผลิตที่วิเคราะห์แล้วว่าเป็นจุดวิกฤตในการทำระบบ HACCP รวมทั้งการตรวจวิเคราะห์สภาพแวดล้อมในการผลิต อย่างเช่น คุณภาพน้ำใช้ ความสะอาดพื้นผิวและคุณภาพของอากาศในโรงงาน เป็นต้น

มาตรฐานอาหารทางจุลินทรีย์ที่กำหนดขึ้นควรจะต้องมีความเหมาะสมกับอาหารแต่ละชนิดด้วย เช่น จำนวนของจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์อาหารดิบและอาหารสุกนั้นจะต้องแตกต่างกัน และในกรณีของการตรวจสอบจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในผลิตภัณฑ์อาหารที่ต่างชนิดกันนั้น จะต้องทำการตรวจหาจุลินทรีย์ก่อโรคที่ต่างชนิดกันด้วย (อุษามาศ วังชัยสุนทร, 2547)

7.2 จุลินทรีย์ที่ระบุในมาตรฐานอาหารทางจุลินทรีย์

7.2.1 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

โคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นแบคทีเรียในแฟมิลี Enterobacteriaceae ที่ใช้เป็นดัชนีในการบ่งบอกถึงการปนเปื้อนของอาหารและน้ำดื่มจากสิ่งปนเปื้อนต่างๆหรือบ่งบอกให้ทราบถึงลักษณะของการสุขาภิบาลในกระบวนการผลิตอาหารที่ไม่เหมาะสม ถูกให้คำจำกัดความรวมกันว่าเป็น “โคลิฟอร์มแบคทีเรีย” ซึ่งจะหมายถึงแบคทีเรียที่มีลักษณะเป็นรูปท่อนสั้น ไม่สร้างสปอร์ ย้อมติดสีแกรมลบ มีการดำรงชีวิตแบบมีหรือไม่มีออกซิเจนก็ได้ (facultative anaerobes) สามารถเคลื่อนที่โดยมี

แฟลกเจลลา (flagella) ขนติรอบตัว (petitrichous) หรือบางชนิดอาจไม่เคลื่อนที่ และสามารถหมักย่อยน้ำตาลแลคโตสได้กรดและแก๊สที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24-48 ชั่วโมง มีเอนไซม์คะตะเลส (catalase) แต่ไม่มีเอนไซม์ออกซิเดส (oxidase) สามารถรีดิวซ์ไนเตรท (nitrate) ให้เป็นไนไตรท์ (nitrite) ได้ โคลิฟอร์มแบคทีเรียประกอบด้วยกลุ่มแบคทีเรียต่างๆ ดังนี้

- 1) *Escherichia coli* (fecal type)
- 2) *Enterobacter* sp.(non fecal type)
- 3) *Klebsiella* sp.
- 4) *Citrobacter* sp.

โดยสรุปแล้ว นักจุลชีววิทยาได้เลือกโคลิฟอร์มแบคทีเรียให้เป็นจุลินทรีย์ดัชนี (Index Microorganism) บ่งบอกถึงการปนเปื้อนจากอุจจาระ ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำและอาหาร และตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อมเนื่องจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- เป็นจุลินทรีย์ประจำถิ่นในระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์เลื้อยคลาน
- เป็นแบคทีเรียที่ถูกขับออกมาพร้อมกับอุจจาระในจำนวนที่สม่ำเสมอ
- ไม่เป็นเชื้อก่ออันตรายต่อผู้ตรวจวิเคราะห์
- เป็นเชื้อที่ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าเชื้อโรค
- ใช้วิธีการตรวจสอบวิเคราะห์ไม่ยุ่งยากเหมือนการตรวจหาเชื้อโรค

อาหารที่ตรวจพบเชื้อโคลิฟอร์ม แสดงว่าอาหารนั้นไม่สะอาดอาจมีสิ่งสกปรกปนเปื้อนและอาจมีเชื้อโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหารเติบโตในอาหารนั้น ทำให้ไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค (สุมาลี เหลืองตระกูล, 2541)

7.2.2 ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ฟีคัลโคลิฟอร์มหรือโคลิฟอร์มในอุจจาระให้คำจำกัดความไว้ว่า เป็นแบคทีเรียให้กรดและแก๊สเมื่อเพาะเลี้ยงในอีซีบรอต (EC broth) ประเภทของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย จำแนกได้ดังนี้

1) ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal coliform) พวกนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลื้อยคลาน ซึ่งจะปะปนมากับอุจจาระเมื่อตรวจพบการเกิดระบาดของโรคทางเดินอาหาร จะตรวจพบแบคทีเรียบ่งชี้ได้แก่ *E.coli* แสดงว่ามีการปนเปื้อนของอุจจาระโดยตรง

2) นอนฟีคัลโคลิฟอร์ม (Non-Fecal coliform) พวกนี้อาศัยอยู่ในดินและพืชมีอันตรายน้อยกว่าพวกแรก ใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความไม่สะอาดของน้ำได้ เช่น *Enterobacter aerogens* สามารถแยกฟีคัลโคลิฟอร์ม ออกจากพวกนอนฟีคัลโคลิฟอร์ม โดยอาศัยความสามารถในการเจริญเติบโตที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ฟีคัลโคลิฟอร์มสามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสและผลิตแก๊สออกมาได้ที่อุณหภูมิ

44.5 องศาเซลเซียส ในขณะที่กลุ่มนันทิฟิลล์โคลิฟอร์มไม่เติบโตที่อุณหภูมิดังกล่าว ความร้อนที่ใช้ในการปรุงอาหารและการพาสเจอร์ไรส์อาหารสามารถทำลายฟิซิลโคลิฟอร์มได้ สำหรับอุณหภูมิตำระดับการแช่เยือกแข็งนั้น จะทำให้เชื้อตายหรือรอดชีวิตขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์ของเชื้อ (บุษกร อุดรภิชชาติ, 2545)

7.2.3 *Escherichia coli*

E.coli เป็นจุลินทรีย์ในแฟมิลี Enterobacteriaceae พบในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่นทั่วไป มีลักษณะเซลล์รูปท่อนตรง ขนาด $1.1-1.5 \times 2.0-6.0$ ไมโครเมตร เป็นแบคทีเรียแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ เคลื่อนที่ได้โดยใช้แฟลกเจลลา เจริญได้ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีอากาศ สามารถหมักน้ำตาลแลคโตสให้กรดและแก๊สได้ การตรวจพบเชื้อ *E. coli* นั้นจะบ่งบอกถึงการปนเปื้อนของอุจจาระในน้ำหรืออาหาร ซึ่งผู้บริโภคมีโอกาสได้รับเชื้อโรคชนิดอื่นที่มาจากระบบทางเดินอาหารที่อาจจะปะปนมากับอุจจาระคนหรือสัตว์ จากการศึกษพบว่าในอุจจาระคนมี *E. coli* สูงถึงร้อยละ 92.9 และมีปริมาณมากถึง 10^9 เซลล์ต่อกรัม (dry weight) ซึ่งเชื้อ *E. coli* นั้นจะไม่สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมภายนอกได้นาน ดังนั้นเมื่อพบ *E.coli* ในอาหารจึงสันนิษฐานว่าอาหารนั้นมีการสัมผัสกับสิ่งขับถ่ายโดยตรง หรือมีการปนเปื้อนทางอ้อมจากสิ่งที่ย่อยอาศัยหรือเจริญได้ เช่น อ้ววะ หรือพาหะต่างๆ โดยทั่วไปแล้ววัตถุดิบที่จะนำมาประกอบอาหารไม่ควรมี *E. coli* ปนอยู่

การตรวจสอบ *E. coli* ในวัตถุดิบ หมายถึงโอกาสที่จะมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์อื่นๆ ที่ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ด้วย ในทางจุลชีววิทยาทางอาหารจึงนิยมใช้ *E.coli* เป็นอินดิเคเตอร์สำหรับการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของน้ำและอาหารทางด้านจุลินทรีย์ นอกจากนี้ *E.coli* บางซีโรวาร์ (serovar) ยังเป็นเชื้อก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหารโดยตรง (Enteropathogenic) เช่น *E.coli* O157 :H7

อาหารที่มีการปนเปื้อนของอุจจาระ ไม่ว่าจะทางตรงและทางอ้อม เช่น น้ำใช้ที่ผ่านการบำบัดไม่ดีพอเมื่อนำมาใช้ล้างวัตถุดิบ ภาชนะเครื่องใช้ เชื้อ *E.coli* ก็ปนเปื้อนมาด้วย

การควบคุม: การสุขาภิบาลน้ำกิน-น้ำใช้ และสิ่งอำนวยความสะดวก เป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยลดการปนเปื้อนของอุจจาระ นอกจากนั้นต้องควบคุมการกำจัดขยะ เศษอาหาร แผลงวันตลอดจนสัตว์กักตุนต่างๆ มิให้เป็นสื่อแพร่เชื้อโรค ควบคุมการกำจัด/บำบัดน้ำเสีย และจัดการสุขาภิบาลส่วนบุคคล รวมทั้งระมัดระวังการปนเปื้อนข้ามในการเก็บรักษาและเคลื่อนย้ายอาหารผลิตหรือจัดบริการอาหารตามกรรมวิธีผลิตที่ดี (Good Manufacturing Practice;GMP) และใช้ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตในกระบวนการผลิต (สุเมธนา วัฒนสินธุ์, 2549 และ สุรีย์ นานาสมบัติ, 2553)

7.2.4 การหาค่า MPN

MPN ย่อมาจาก Most Probable Number เป็นจำนวนสูงสุดของจุลินทรีย์อาจมีได้ในตัวอย่าง คำนี้นจากการประเมินโดยใช้หลักการทางสถิติ สำหรับการหาค่า MPN โดยวิธี multiple-tube technique นั้นเป็นวิธีการประเมินจำนวนสูงสุดของจุลินทรีย์ในตัวอย่าง โดยเฉพาะเลี้ยงจุลินทรีย์จากตัวอย่างนั้นในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว ซึ่งเป็นอาหารที่เหมาะสมกับจุลินทรีย์ที่ต้องการจะประเมินจำนวน ดังนั้นจำนวนจุลินทรีย์ที่ประเมินได้ จึงเป็นจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตอยู่ สามารถอยู่และสามารถเจริญในอาหารที่ใช้เลี้ยงเท่านั้น (วีรานูช หลาง, 2552)

7.2.5 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus เป็นแบคทีเรียแกรมบวกในแฟมิลี Micrococcaceae มีรูปร่างกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเซลล์ประมาณ 0.5-1.5 ไมโครเมตร ถ้าตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อาจพบอยู่เป็นคู่ ต่อกันเป็นสายสั้น หรือเกาะกลุ่มกันคล้ายรวงองุ่น ไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างสปอร์ สร้างแคปซูลในช่วงที่ยังอ่อนอยู่ แต่เมื่ออยู่ในระยะ stationary phase แคปซูลจะหายไป เป็นพวกที่ต้องการอากาศในการเจริญ (aerobe) หรือเจริญได้ในทั้งสภาพที่มีและไม่มีอากาศ สามารถสร้างเอนไซม์คะตะเลสได้บางสายพันธุ์ทำให้เม็ดเลือดแดงแตก (hemolytic) บน Horse Blood Agar หมักแมนนิทอล (mannitol) ได้ในสภาพไร้อากาศ เชื้อชนิดนี้ชอบเจริญที่อุณหภูมิปานกลาง บางสายพันธุ์สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำถึง 6-7 องศาเซลเซียส โดยทั่วไป *S. aureus* เจริญได้ที่อุณหภูมิในช่วง 7.4-7.8 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญคือ 35 องศาเซลเซียส ระดับ pH ที่เจริญได้อยู่ระหว่าง 4.5-9.3 ช่วง pH ที่เหมาะสมคือ 7.0-7.5 ลักษณะเด่นของแบคทีเรีย *Staphylococci* คือ สามารถเจริญได้ในสภาพที่มี a_w ในระดับต่ำกว่าระดับ a_w ที่แบคทีเรียกลุ่มไม่ชอบความเค็ม (nonhalophilic bacteria) จะเจริญได้เชื้อ *S. aureus* ส่วนใหญ่ทนเกลือและน้ำตาลได้สูง โดยเจริญในสภาพที่มีค่า a_w เท่ากับ 0.83 ถึง > 0.99 เชื้อ *S. aureus* บางสายพันธุ์สามารถสร้างสารพิษที่ทนความร้อนสูง ทำให้เกิดโรคอาหารที่เป็นพิษที่รุนแรง (สุริย์ นานาสมบัติ, 2553)

โดยทั่วไป *S. aureus* อาศัยอยู่บริเวณผิวหนังหรือเยื่อเมือกของมนุษย์ เช่น โพรง จมูก ผิวหนัง ผม ขน ของมนุษย์และสัตว์ บาดแผลที่มีหนอง หรืออาจปนเปื้อนมากับอาหารที่มีการสุขาภิบาลไม่ดี รวมถึงอาจปนเปื้อนผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ประกอบการแปรรูปอาหารเช่น มีด เขียง เครื่องบดเนื้อ ภาชนะใส่อาหารและอื่นๆ ดังนั้นการปนเปื้อน *S. aureus* จึงมักเกิดจากการสัมผัสจากผู้เตรียมอาหารโดยตรง หรืออาจเกิดจากการจัดบริการ การเคลื่อนย้ายอาหารเป็นต้น เชื้อ *S. aureus* ถูกทำลายได้ง่ายโดยความร้อนและสารทำความสะอาดเกือบทุกชนิด ดังนั้นการตรวจพบแบคทีเรียชนิดนี้ หรือสารพิษของแบคทีเรียชนิดนี้ในอาหารแปรรูปหรือบนอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปอาหาร จึงชี้ให้เห็นถึงสุขลักษณะการผลิตที่ไม่ดี เคยมีรายงานมาแล้วว่าเชื้อนี้ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ผู้บริโภคอาจได้รับอันตรายจากแบคทีเรียก่อโรคชนิดอื่นผ่านการสัมผัสด้วยมือ ผิวหนัง ช่องปากหรือช่องจมูกของผู้ผลิต นอกจากนี้แล้วการเกิดโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อชนิดนี้อาจมีสาเหตุร่วมกับสภาพที่ไม่เหมาะสม

ต่างๆ เช่น การเตรียมอาหารไว้ล่วงหน้านานเกินไป สุขลักษณะส่วนบุคคลที่ไม่ดี และการให้ความร้อนอาหารไม่เพียงพอ เป็นต้น มีรายงานพบว่าเชื้อ *S. aureus* เป็นเชื้อที่บ่งชี้ถึงการปนเปื้อนในอาหาร โดยเฉพาะพบการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ปลา อีกทั้งยังเป็นเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารอีกด้วย (สุรีย์ นานาสมบัติ, 2553 และ Ingham, 1991)

เชื้อ *S. aureus* มีความสามารถสร้างเอนไซม์โคแอกกูเลส (coagulase) และเอนไซม์เอนโดนิวคลีเอสที่ทนความร้อน (heat-stable endonuclease หรือ thermonuclease, TNase) เอนไซม์เอนโดนิวคลีเอสเป็นเอนไซม์ที่ใช้สำหรับวินิจฉัยว่าเชื้อที่สงสัยเป็นเชื้อ *S. aureus* หรือไม่ สำหรับเอนไซม์โคแอกกูเลสเป็นเอนไซม์ที่ปล่อยออกมาภายนอก เอนไซม์ชนิดนี้จะทำปฏิกิริยากับโปรทรอมบริน (prothrombin) ซึ่งปกติมีอยู่ในพลาสมาทำให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของโคแอกกูเลสกับทรอมบริน (coagulase-thrombin complex) และในทางกลับกันก็จะเปลี่ยนไฟบริโนเจน (fibrinogen) ในพลาสมาให้เป็นไฟบริน (fibrin) ที่ละลายได้อยู่ในลิ้มที่แข็งตัว จากผลการวิจัยได้รายงานว่า การทดสอบการสร้างเอนไซม์โคแอกกูเลสที่ให้ผลการเกิดลิ้มเป็น 1+, 2+ และ 3+ แทบจะไม่ให้ผลการทดสอบชนิดอื่นๆ ที่บ่งชี้เป็นลักษณะของ *S. aureus* ส่วนใหญ่จะให้ผลถึงระดับ 4+ จึงจะใช้ *S. aureus* ดังนั้นถ้าให้ผลการทดสอบต่ำกว่า 4+ ควรจะทำการทดสอบชนิดอื่นด้วยเพื่อยืนยัน ส่วนเอนไซม์เอนโดนิวคลีเอสสามารถย่อยสลายได้ทั้ง DNA และ RNA เอนไซม์ชนิดนี้ทนความร้อนได้ดีโดยไม่เสียกิจกรรมหลังจากได้รับความร้อนที่อุณหภูมิน้ำเดือดนาน 30 นาที เชื้อ *Staphylococci* ส่วนใหญ่ที่สร้างเอนเทอโรทอกซิน (enterotoxin) ได้จะให้ผลบวกกับทดสอบการสร้างเอนไซม์โคแอกกูเลสและเอนไซม์เอนโดนิวคลีเอส (สุรีย์ นานาสมบัติ, 2553 และ Ingham, 1991)

ลักษณะสำคัญบางประการที่สามารถใช้ตรวจหา *S. aureus* ได้แก่ การเจริญในสภาพที่มีเกลือความเข้มข้นสูงถึงร้อยละ 10 สภาพที่มีลิเทียมคลอไรด์ (lithium chloride) ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 การหมักแมนนิทอลในสภาพไร้อากาศ การรีดิวซ์เทลลูไรส์ให้โคโลนีดำ การไฮโดรไลส์ไข่แดงเนื่องจากเชื้อสร้างเอนไซม์เลซิทีเนส (lecithinase) รวมทั้งการสร้างเอนไซม์โคแอกกูเลสและเอนไซม์เอนโดนิวคลีเอส ดังนั้นลักษณะอย่างดังกล่าวได้นำมาใช้กับอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมเพื่อการตรวจหาเชื้อ *S. aureus* เช่น Baird - Parker Medium ซึ่งเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อประเภท selective-differential medium ที่มักใช้ในการแยกเชื้อ *S. aureus* การทดสอบการสร้างเอนไซม์โคแอกกูเลสและเอนไซม์เอนโดนิวคลีเอสเป็นการทดสอบที่มักใช้เพื่อยืนยันว่าเชื้อที่แยกจาก Baird - Parker Medium เป็น *S. aureus* (สุรีย์ นานาสมบัติ, 2553)

โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อ *S. aureus*

เมื่อ *S. aureus* ปนเปื้อนในอาหาร จะมีการเจริญเติบโตและสร้างสารพิษในอาหารซึ่งเป็นสาเหตุของ Staphylococcal intoxication และเมื่อสารพิษชนิดนี้ถูกบริโภคเข้าสู่ร่างกายก็จะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดและลำไส้ โดยมีผลกับผนังของลำไส้ โดยทำให้เกิดอาการ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง และท้องเดิน อาการมักเกิดเร็วภายใน 1-6 ชั่วโมง หลังบริโภค แต่อาการไม่รุนแรงและจะหายไปเอง

ภายในเวลา 24 ชั่วโมง โดยไม่ต้องเยียวยา ยกเว้นกรณีผู้ป่วยอ่อนแอ และเป็นโรคอื่นอยู่แล้ว อาจจะเสียชีวิตจากการได้รับสารพิษ ของ *S. aureus* ได้

การควบคุม: การเอาใจใส่ ดูแลเกี่ยวกับสุขวิทยาส่วนบุคคล สำหรับผู้ขายอาหารปรุงสำเร็จแบบแผงลอย หรือแบบล้อเลื่อนต้องระมัดระวังมิให้ฝุ่นละอองและจุลินทรีย์ปนเปื้อนในอาหาร โดยการห้ามไอ หรือจามลงในอาหาร หากในกรณีที่เป็นแผลต้องรักษาแผลและพันพลาสเตอร์ให้มิดชิด หรือในขณะเป็นหวัดถ้าจำเป็นต้องขายอาหารให้มีผ้าปิดปาก อาบน้ำทุกวัน สวมหมวกคลุมผม และตัดเล็บให้สั้น หลีกเลี่ยงการหยิบอาหารโดยตรง ล้างมือทุกครั้งหลังเข้าห้องน้ำ และควรพึงระวังการปนเปื้อนข้ามจากอาหารดิบไปยังอาหารสุก เก็บรักษาอาหารที่อุณหภูมิที่ถูกต้อง การอุ่นอาหารให้ร้อน จะต้องอุ่นที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่ใช้ต้มเพาะเชื้อแบคทีเรีย (สูงกว่า 63 องศาเซลเซียส) รักษาความสะอาดสถานที่ผลิตและจำหน่ายอาหาร ห้ามเลี้ยงสัตว์เลี้ยง เช่น สุนัข และแมว (สมณฑา วัฒนสินธุ์, 2544 และ สุวิมล กิริติพิบูล, 2546)

7.2.6 *Salmonella* spp.

Salmonella เป็นแบคทีเรียแกรมลบ อยู่ในแฟมิลี Enterobacteriaceae รูปร่างท่อน ไม่สร้างสปอร์ สร้างเอนไซม์คะตะเลส ส่วนใหญ่เคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลารอบเซลล์ เจริญได้ทั้งที่มีอากาศและไม่มีอากาศ หมักกลูโคสให้กรดและแก๊ส สามารถใช้ซิเตรทเป็นแหล่งพลังงาน ส่วนใหญ่สร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ และไม่ไฮโดรไลสยูเรีย พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ เป็นจุลินทรีย์ที่อยู่รอดได้ดีในสภาพที่ไม่เหมาะสม เช่น สภาพที่มีสารอาหารต่ำ สภาพที่มีอุณหภูมิและ pH ไม่เหมาะสม แหล่งที่อยู่อาศัยหลักของ *Salmonella* คือ ในลำไส้ของสัตว์ และมักพบในอุจจาระและปัสสาวะของผู้ป่วยที่เป็นโรค เชื้ออาจปนเปื้อนมากับเนื้อสัตว์ที่ใช้เป็นอาหารโดยอาจจะปนเปื้อนในระหว่างการฆ่าและการชำแหละซาก ตัวอย่างเช่น ในสัตว์มีปีก อาจพบอัตราการปนเปื้อนสูงกว่าร้อยละ 50 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการและความเอาใจใส่ในการป้องกันการปนเปื้อน เมื่อเนื้อสัตว์ถูกนำไปแปรรูป ต้องผ่านการปรุงสุกเพียงพอที่จะทำลายเชื้อ *Salmonella* spp. ให้ตายได้ หากไม่แล้วเชื่อก็น่าจะเจริญขึ้นมาได้อีก ถ้าเก็บอาหารปรุงสุกไว้ในอุณหภูมิเหมาะสมที่เชื้อจะเจริญได้ดี แบคทีเรียจะแบ่งตัวเพิ่มจำนวนในอัตราที่คูณได้ภายในระยะเวลาที่สั้นมาก ด้วยเหตุนี้จึงมีการออกกระเปาะว่าหากทิ้งอาหารเนื้อสัตว์ที่ปรุงสุกแล้วไว้นอกตู้เย็น หรืออยู่ในช่วงอุณหภูมิที่เชื้อสามารถเจริญเติบโตได้ดีเกิน 4 ชั่วโมงอาหารจานนั้นอาจไม่ปลอดภัย จึงแนะนำให้ทิ้งไปห้ามนำมาบริโภคอีก

อาหารที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชือนี้คือ อาหารประเภทเนื้อ สัตว์ปีก และน้ำนม พาหะของโรคที่สำคัญ คือ สัตว์ปีก ดังนั้นอาหารที่มาจากสัตว์ เช่น เนื้อสด ไข่ ผลิตภัณฑ์จากสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์นมมักปนเปื้อนด้วยเชือนิดนี้ สำหรับอาหารชนิดอื่นที่อาจพบ *Salmonella* ได้แก่ ไอศกรีม อาหารที่มีไข่เป็นส่วนผสม สลัด แชนวิช ผักและผลไม้ ต่างๆ นอกจากนี้อาจปนเปื้อนในระหว่างการขนส่ง การเก็บ น้ำที่ใช้ล้าง เครื่องมือ เครื่องใช้ ฯลฯ (สุรีย์ นานาสมบัติ, 2553 และสมณฑา วัฒนสินธุ์, 2544)

โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อ *Salmonella*

เชื้อ *Salmonella* spp. มีมากกว่า 2,000 สปีชีส์ แต่ประมาณกว่า 100 สปีชีส์ที่มีรายงานว่าเป็นสาเหตุทำให้เกิดการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษ โรคที่มีสาเหตุมาจากการรับประทานอาหารที่มีการเพิ่มจำนวนของเชื้อ *Salmonella* ในอาหารเรียกว่าโรค Salmonellosis โดยอาจเกิดจาก *Sal. enteritidis*, *Sal. paratyphi* A, หรือ *Sal. pullorum* เชื้อ *Salmonella* เป็นเชื้อที่ไวต่อความเป็นกรดในกระเพาะ ดังนั้นการที่จะติดเชื้อและเป็นโรคได้จำเป็นต้องทานอาหารที่มีการปนเปื้อนของ *Salmonella* ที่ยังมีชีวิตอยู่เป็นจำนวนมาก (มากกว่า 10^6 เซลล์) เชื้อที่รอดชีวิตจากกรดในกระเพาะอาหารจะเข้าไปในระบบทางเดินอาหาร และลงไปเจริญอยู่ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันบริเวณลำไส้เล็กแล้วเริ่มแบ่งตัวเพิ่มจำนวน ทำให้เกิดการอักเสบของลำไส้เล็กและเกิดอาการท้องร่วงตามมา ซึ่งคาดว่าเกิดจากการที่เชื้อ *Salmonella* สร้าง Cholera-like toxin หรือ Shiga-like toxin ออกมา อาการของอาหารเป็นพิษจะเกิดหลังจากที่ได้รับ *Salmonella* เข้าไปประมาณ 12-13 ชั่วโมง ลักษณะอาการที่เห็นได้ชัด คือ ปวดท้อง ท้องร่วง คลื่นไส้ อาเจียน หนาวสั่น มีไข้ ซึ่งเป็นอาการโดยทั่วไป หรืออาจมีการสูญเสียน้ำ โดยปกติอาการของโรคจะมีระยะภายใน 2-6 วัน บางครั้งอาการป่วยหายไปแล้วแต่เมื่อนำอุจจาระของผู้ป่วยไปตรวจอาจพบเชื้อ *Salmonella* spp. อยู่อีกก็เป็นได้ นั่นหมายถึงผู้นั้นกลายเป็นพาหะ (carrier) ของเชื้อ *Salmonella* spp. ไปแล้ว และจะเป็นอันตรายอย่างมาก ถ้าปล่อยให้ผู้ที่เป็นพาหะทำงานที่ต้องสัมผัสกับอาหาร เนื่องจากมีโอกาสสูงที่จะแพร่เชื้อ *Salmonella* spp. มาสู่อาหารและผู้บริโภค

สำหรับเชื้อ *Sal. enteritidis* ไม่ชอบที่จะอาศัยอยู่ในเซลล์ ดังนั้นอายุโดยเฉลี่ยภายในเซลล์จึงค่อนข้างสั้นยกเว้นในบางราย โดยเฉพาะเช่น ผู้ที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่อง ในเด็กทารกคนสูงอายุ และผู้ที่เป็นมะเร็ง เอชไอวี หรือถูกน้ำร้อนลวก หรือมีโรคแทรกซ้อนอยู่ก่อนแล้วอาจถึงตายได้ (สุรีย นานาสมบัติ, 2553 และสมณฑา วัฒนสินธุ์, 2544)

การควบคุม: เริ่มจากการควบคุมแหล่งกำเนิดของอาหาร หรือวัตถุดิบที่นำมาใช้ปรุงอาหาร การปฏิบัติในการแปรรูปอย่างถูกต้องหลักการสุขาภิบาล และการบรรจุเก็บรักษาที่ถูกต้องซึ่งเมื่อนำไปปรุงสุกต้องใช้อุณหภูมิและเวลาที่เพียงพอ จนแน่ใจว่าเชื้อ *Salmonella* spp. ได้ถูกทำลายจนหมดแล้ว ผู้สัมผัสอาหารต้องผ่านการตรวจสุขภาพและไม่เป็นพาหะของเชื้อ โดยต้องผ่านการฝึกอบรมจนสามารถทำหน้าที่ได้ถูกต้องไม่เป็นตัวการแพร่เชื้อและต้องมีการป้องกันการปนเปื้อนข้าม (cross-contamination) ด้วย (สมณฑา วัฒนสินธุ์, 2544)

8. การถนอมอาหารโดยใช้ความเย็น

การถนอมอาหาร หมายถึง การเก็บรักษาอาหารไว้รับประทานได้นานกว่าปกติธรรมดา โดยที่อาหารนั้นไม่เน่าเสีย การถนอมอาหารโดยใช้ความเย็นเป็นวิธีที่นิยมกันมากกว่าวิธีอื่นเพราะอาหารมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเล็กน้อย หรืออาจไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ โดยอาหารยังมีความสดน่า

รับประทาน ซึ่งการใช้อุณหภูมิที่ต่ำในการเก็บรักษาอาหาร จะทำให้การเจริญของจุลินทรีย์หยุดชะงัก เอนไซม์จะลดปฏิกิริยาการทำงานลง ทำให้การเน่าเสียช้าลง และอัตราการแลกเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของอาหารจะลดต่ำลง แต่อย่างไรก็ตามความเย็นนั้นไม่สามารถที่จะทำให้ทำลายจุลินทรีย์ให้อาหารนั้นปลอดภัยได้ (บุษกร อุตรภูษิต, 2550 และ พรพล รมย์นุกูล, 2545)

8.1 ความสำคัญของการถนอมอาหารโดยใช้ความเย็น

จากการที่ได้มีการนำความเย็นมาใช้ในการถนอมอาหาร ทำให้มีการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบทางการเกษตรได้กว้างขวางขึ้นโดยสามารถเก็บรักษาวัตถุดิบ ที่จะใช้สำหรับการแปรรูปของโรงงานได้นานขึ้น รวมทั้งทำให้เกิดผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแช่เย็นและแช่เยือกแข็งหลายหลายชนิด ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องมากมาย ผลิตภัณฑ์อาหารที่เกิดจากการใช้ความเย็นในการถนอมอาหารและแปรรูปอาหารมี 2 ระดับ คือ

- 1) ระดับครัวเรือน ทำให้สามารถเก็บรักษาอาหารและผลิตผลทางการเกษตรที่เป็นอาหารไว้ได้นานขึ้น โดยเก็บไว้ในตู้เย็นสำหรับผัก ผลไม้ และการเก็บเนื้อสัตว์หรือปลาไว้ในช่องแช่เยือกแข็งของตู้เย็น
- 2) ระดับอุตสาหกรรม ก่อให้เกิดการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากผลิตผลทางการเกษตรได้หลากหลายขึ้น ดังนี้
 - ช่วยรักษาคุณภาพทางวัตถุดิบ ชะลอความเสื่อมเสียในระหว่างรอการผลิต สามารถเก็บวัตถุดิบไว้ใช้ในการผลิตได้นานขึ้น รวมทั้งช่วยปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบ
 - ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป พร้อมบริโภคมากมายทั้งผลิตภัณฑ์แช่เย็น เช่น นมพาสเจอร์ไรส์ น้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ ผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง เช่น ไอศกรีม อาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภคแช่เยือกแข็ง เป็นต้น (พรพล รมย์นุกูล, 2545)

8.2 ประเภทของการถนอมอาหารโดยใช้ความเย็น (บุษกร อุตรภูษิต, 2550 และ พรพล รมย์นุกูล, 2545)

8.2.1 การถนอมอาหารโดยการใช้อุณหภูมิสูงกว่าจุดเยือกแข็ง

การถนอมอาหารโดยการใช้อุณหภูมิสูงกว่าจุดเยือกแข็งได้แก่ การเก็บแบบชิลลิ่ง (chilling storage) มีอุณหภูมิ 4 – 8 องศาเซลเซียส ให้เก็บเนื้อไก่ ไช่ และ อาหารทะเล เป็นต้น การแช่เย็นอาหารมี 2 วิธี คือการแช่น้ำแข็ง และการแช่เย็นในตู้เย็น ดังนี้

1) การแช่น้ำแข็ง

การแช่น้ำแข็งเป็นวิธีที่ใช้ในร้านขายของปลีกซึ่งมีการเก็บอาหารไว้บนก้อนน้ำแข็ง ผิวน้ำแข็งที่สัมผัสกับน้ำแข็งจะมีอุณหภูมิระหว่าง 0 – 1 องศาเซลเซียส อาหารที่นิยมเก็บโดยวิธีนี้เช่น ปลาสด อาหารทะเลสด เนื้อสด ผลไม้ปอกเปลือกแล้ว ผักสลัดที่บรรจุในถุง อาหารสลัดสำเร็จรูป น้ำสลัด (ที่มีพีเอชสูงแต่แคลอรีต่ำ) การเก็บอาหารโดยวิธีนี้จะมีอุณหภูมิขึ้นๆ ลงๆ ไม่แน่นอน (เนื่องจากขนาด

ของภาชนะหรือมีการละลายของน้ำแข็ง) ในระหว่างการเก็บอาหารสดเป็นเวลาหลายวันอาจมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนข้ามไปมา (cross contamination) ระหว่างอาหารชนิดหนึ่งไปยังอาหารชนิดหนึ่งหรือระหว่างภาชนะที่บรรจุอาหารกับอาหาร เป็นการปนเปื้อนสลับกันไปมา การเก็บอาหารหลายชนิดเข้าด้วยกัน เช่น การแช่ปลาสด กุ้งสด หอยนางรม และสลัดปลาสำเร็จรูปรวมกัน การปนเปื้อนข้ามไปมาของจุลินทรีย์จะก่อให้เกิดปัญหาสำคัญทางจุลชีววิทยา โดยเฉพาะการแพร่กระจายของเชื้อโรคทางเดินอาหาร

2) การแช่เย็นในตู้เย็นหรือห้องเย็น

อุณหภูมิแช่เย็นอาหารในอดีตมีอุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส แต่ปัจจุบันใช้อุณหภูมิ 4 – 5 องศาเซลเซียส อาหารเน่าเสียง่ายต้องแช่เย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4.4 องศาเซลเซียส อาหารที่ขายทั่วไปต้องเก็บที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เช่น เนื้อสด และปลาสด นอกจากนี้มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์และบรรยากาศที่เก็บอาหารด้วย การเก็บอาหารดิบ และอาหารที่ผ่านการปรุงที่ทำจากเนื้อสัตว์และพืชผัก ในตู้เย็นโดยอาจเก็บได้นานกว่า 60 วัน อาหารแช่เย็นมีอายุการเก็บนาน โดยใช้ร่วมกับวิธีการถนอมอาหารอื่นๆ แต่อาหารยังคงมีเชื้อ แม้ว่าจะมีเชื้อในอาหารต่ำ (น้อยกว่า 1 เซลล์ต่อกรัม) เชื้อสามารถเติบโตได้จนมีปริมาณที่ทำอันตรายต่อคนหรือทำให้อาหารเน่าเสียได้ เมื่ออุณหภูมิที่แช่เย็นไม่คงที่ หรืออุณหภูมิแช่เย็นไม่ต่ำพอ หรือมีการรั่วของภาชนะที่เก็บอาหารแบบสุญญากาศหรือบรรยากาศดัดแปลงที่ใช้เก็บอาหารไม่เหมาะสม หรือมีออกซิเจนซึมผ่านภาชนะไปยังอาหารได้จะมีผลให้จุลินทรีย์เติบโตเพิ่มขึ้น ทำให้อาหารเน่าเสียถ้าไม่ควบคุมให้ดีพอ

ตู้แช่เย็นที่ใช้ในทางการค้า นั้น ได้ถูกสร้างขึ้นให้เหมาะสมกับธรรมชาติของอาหารที่จะทำการเก็บรักษา โดยอุณหภูมิ ความชื้นและสัดส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์กับออกซิเจนในตู้แช่เย็นจะถูกควบคุมอย่างระมัดระวังเพื่อให้มีสภาวะที่เหมาะสมแก่การรักษาคุณภาพของอาหารนั้นๆ สำหรับตู้เย็นที่ใช้กันตามบ้านนั้นส่วนใหญ่จะใช้วิธีควบคุมความชื้นซึ่งจะเก็บอาหารในช่องที่มีฝาปิด โดยจะบรรจุอาหารในถุงพลาสติกหรือภาชนะอื่นๆ อาหารบางชนิดเมื่อนำมาเก็บในตู้เย็นจะสามารถคงสภาพอยู่ได้ 2-3 วันและก็มีบางชนิดที่สามารถเก็บได้นาน 1-2 สัปดาห์ หรืออาจจะนานกว่านี้

8.2.2 การถนอมอาหารโดยใช้อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง หรือการแช่เยือกแข็ง

การถนอมอาหารโดยใช้อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง หรือการแช่เยือกแข็งเป็นการถนอมอาหารโดยการใช้อุณหภูมิต่ำมากๆ ปกติใช้อุณหภูมิต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียส เพื่อให้ น้ำที่อยู่ในอาหารกลายเป็นน้ำแข็ง วิธีนี้สามารถเก็บอาหารได้นานเป็นปี

9. คุณภาพและการควบคุมคุณภาพ

9.1 คุณภาพ (quality) คือสินค้าหรือบริการที่มีความเป็นเลิศในทุกด้านเพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า และเป็นไปตามข้อกำหนดหรือมาตรฐานปราศจากการชำรุดหรือข้อบกพร่อง (วิฑูรย์ สิมะโชคดี, 2542)

9.2 ปัจจัยคุณภาพ

ปัจจัยคุณภาพสามารถจัดได้เป็น 3 หมวดตามคุณลักษณะคุณภาพ (quality attribute) ดังนี้

1) คุณลักษณะคุณภาพเชิงปริมาณ (qualitative quality factor)

ประกอบด้วยปัจจัยคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ได้แก่ ผลผลิต อัตราส่วนของเครื่องอาหารปรุงร น้ำหนักสุทธิและน้ำหนักเนื้ออาหาร คุณภาพเหล่านี้มีความสำคัญ และน่าสนใจต่อผู้ค้ามากกว่าผู้บริโภค

2) คุณลักษณะคุณภาพซ่อนเร้น (hidden quality factor)

ประกอบด้วยปัจจัยคุณภาพที่ผู้บริโภคไม่สามารถสังเกตได้เนื่องจากไม่ปรากฏให้เห็นเด่นชัด จำเป็นต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์หรือทดสอบ เช่น คุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณวัตถุเจือปนในอาหาร ปริมาณสารเคมีทางการเกษตรหรือสารพิษอื่นๆ ที่ปนเปื้อนในอาหาร

- คุณลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส (sensory quality factor)

คุณภาพอาหารที่รู้สึกได้โดยประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะที่มองเห็นได้ ลักษณะสัมผัสได้โดยกลืนเนื้อ และลักษณะรู้สึกได้ด้วยกลิ่นรส ลักษณะเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับคุณภาพที่ทำหน้าที่ในเชิงประกอบอาหารของอาหารนั้นๆ ซึ่งได้แก่ ลักษณะสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของอาหารนั้นนั่นเอง เช่น ลักษณะที่สามารถพองตัวขึ้นใสของแป้งเมื่อต้มได้ที่ เป็นต้น ปกติผู้ผลิตจะผลิตอาหารให้มีลักษณะคุณภาพตามที่คุณลักษณะที่ผู้บริโภคชอบหรือพอใจ ขณะเดียวกันก็คำนึงถึงวิธีการผลิตที่ประหยัดด้วย

9.3 การควบคุมคุณภาพ (quality control)

การควบคุมคุณภาพ คือ การกำหนดเป้าหมาย และทำให้เป็นไปตามเป้าหมายนั้นด้วยวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อสร้างความมั่นใจว่าผลิตภัณฑ์หรือบริการมีคุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการ และควรดัดแปลงวิธีการให้สอดคล้อง กับสังคมและวัฒนธรรมของแต่ละแห่ง (เรืองวิทย์ เกษสุวรรณ, 2545) การดำเนินการควบคุมคุณภาพอาหารแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

9.3.1 การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ

เนื่องจากคุณภาพของวัตถุดิบจะมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลผลิต ดังนั้นสำหรับวัตถุดิบอาหารนั้นไม่เพียงแต่จะต้องมีการควบคุมเฉพาะเมื่อวัตถุดิบมาถึงโรงงานเท่านั้น ยังจะต้องมีการวางแผนควบคุมการผลิตวัตถุดิบก่อนหน้านั้นด้วย เช่น กำหนดขนาด รูปร่าง ความสด เป็นต้น เมื่อวัตถุดิบมาถึงโรงงาน ก็จะต้องตรวจสอบคุณภาพว่าตรงตามกำหนด และตรงตามมาตรฐานที่ต้องการหรือไม่ โดยใช้วิธีที่ได้มีการกำหนดเอาไว้

9.3.2 การควบคุมคุณภาพในระหว่างการผลิต

การควบคุมในระหว่างการผลิตมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้วัตถุดิบที่ได้ผ่านการควบคุมมาแล้วให้ได้ประโยชน์มากที่สุด และรักษาคุณภาพไว้ได้ดีที่สุด ทั้งนี้จะต้องอาศัยเครื่องมือตรวจสอบเข้าช่วย เช่น ในขั้นตอนการลวกผัก มีจุดมุ่งหมายเพื่อยับยั้ง การทำงานของเอนไซม์มีสิ่ง

จะต้องคำนึงถึงหลายอย่าง เช่น กรรมวิธีที่ใช้ อุณหภูมิ ระยะเวลา ปริมาณวัตถุดิบต่อครั้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ เป็นต้น ในการควบคุมความร้อน ก็จำเป็นจะต้องมีเทอร์โมมิเตอร์และเครื่องจับเวลาช่วย ถ้าการควบคุมไม่ดีพอเวลาที่ใช้นี้เร็วเกินไปอาจจะไม่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ได้ตามที่ต้องการ เป็นต้น

9.3.3 การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์

การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าผลิตภัณฑ์อาหารนั้นมีคุณภาพตามที่ต้องการ ซึ่งจะต้องมีคุณภาพที่ตลาดยอมรับและเป็นไปตามที่กฎหมายและข้อบังคับเกี่ยวกับอาหารได้มีการกำหนดไว้ การควบคุมอาจทำได้ด้วยการตรวจสอบทั้งโดยวิธีการทาง เคมี ทางกายภาพ ทางจุลินทรีย์ และโดยประสาทสัมผัส การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์จะต้องทำทั้งในขณะทำการผลิต ระหว่างการขนส่งผลิตภัณฑ์ออกจำหน่ายและในระหว่างวางจำหน่ายด้วย ทั้งนี้เพื่อให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์อาหารนั้นจะคงมีคุณภาพตามที่กำหนดจนถึงมือบริโภค (สุเมธ ตันตระเธียร, พรพรรณ เลิศทวีสินธุ์, และปาริฉัตร ประวาทะนาวัน, 2539)

10. กระบวนการควบคุมคุณภาพ

กระบวนการควบคุมคุณภาพ คือ การกำหนดกิจกรรมที่จำเป็นและดำเนินการเพื่อให้เกิดความพึงพอใจต่อลูกค้า ซึ่งหากพิจารณาถึงการควบคุมคุณภาพเชิงเทคนิค ก็จะเป็นการระบุถึงกิจกรรมเชิงเทคนิคที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ตรงตามข้อกำหนดที่ออกแบบไว้ (quality of conformance) แต่ถ้าหากพิจารณาถึงการควบคุมคุณภาพเชิงการจัดการ ก็จะเป็นการระบุถึงกิจกรรมการจัดการที่มุ่งทำให้กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

Gryna (2001) ได้สรุปถึงขั้นตอนหลัก ๆ สำหรับกระบวนการการควบคุมคุณภาพไว้ 6 ขั้นตอนคือ

- 1) การเลือกหัวข้อควบคุม (control subject)
- 2) การกำหนดกระบวนการวัด
- 3) การกำหนดมาตรฐานของผลงาน ซึ่งอาจจะหมายถึงเป้าหมายของผลิตภัณฑ์ และ/หรือเป้าหมายของกระบวนการก็ได้
- 4) การวัดผลงานที่เกิดขึ้นจริง (actual performance)
- 5) การเปรียบเทียบผลงานที่เกิดขึ้นจริงกับมาตรฐานเพื่อการนิยามปัญหา
- 6) การปฏิบัติการแก้ไขกับปัญหา เพื่อให้ผลงานที่เกิดขึ้นจริงตรงตามมาตรฐานที่กำหนด

10.1 การเลือกหัวข้อควบคุม

หัวข้อควบคุม หมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้อธิบายถึงจุดประสงค์ของการควบคุม รวมถึงเลขดัชนีที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลสำหรับอธิบายถึงผลที่ได้จากกระบวนการหรือผลิตภัณฑ์ด้วย และอาจหมายถึงตัววัดชิ้นงานแต่ละตัวในเชิงเทคนิค เช่น ความแข็งแรง ความแข็ง เวลารอคอย เวลาในการให้บริการ ฯลฯ หรือหมายถึงตัววัดที่แสดงผลและ

ประสิทธิภาพของกระบวนการในเชิงการจัดการก็ได้ เช่น รอบเวลา, ผลได้ (yield), ต้นทุน, % ความสูญเสีย ฯลฯ

ในการกำหนดหัวข้อควบคุมสำหรับการควบคุมคุณภาพ สามารถวิเคราะห์ได้จากแหล่งต่าง ๆ หลายแห่งด้วยกัน อาทิ

- 1) มาตรฐานอุตสาหกรรมหรือข้อบังคับทางกฎหมาย
- 2) คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่สะท้อนถึงความต้องการของลูกค้า
- 3) คุณลักษณะของกระบวนการที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่แสดงถึงความต้องการของลูกค้า
- 4) ผลการวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยีที่แปลงความต้องการของลูกค้าให้เป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ
- 5) พารามิเตอร์ของกระบวนการที่ป้องกันเพื่อมิให้เกิดสภาวะอันตรายในกระบวนการทำงาน

10.2 การกำหนดกระบวนการวัด

การวัด หมายถึง การเปลี่ยนสิ่งที่สนใจให้เป็นตัวเลข ซึ่งอาจจะเป็นการวัดด้วยอุปกรณ์ อุปกรณ์วัดคุมหรือฮาร์ดแวร์ (hardware) หรือทำการวัดด้วยซอฟต์แวร์ เช่น แบบสอบถาม หรือธุรกรรม (transaction) ก็ได้

ในการพิจารณาถึงกระบวนการวัดนี้ จะให้ความสนใจใน 2 ประเด็นด้วยกันคือ หน่วยวัด (unit of measure) ซึ่งหมายถึงหน่วยที่ใช้รายงานถึงค่าหรือมูลค่าของหัวข้อควบคุม และอุปกรณ์วัด (sensor) ซึ่งได้แก่ วิธีการหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการประเมินผลสิ่งที่สนใจในเทอมของหน่วยวัด

โดยทั่วไปแล้ว ในการพิจารณาถึงระบบการวัด จะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

- 1) วิธีการหรืออุปกรณ์วัด
- 2) ความถี่ในการวัด หรือขนาดสิ่งตัวอย่าง
- 3) แนวทางในการบันทึกข้อมูล
- 4) รูปแบบของรายงานสำหรับการนำเสนอข้อมูล
- 5) บุคลากรที่ทำหน้าที่วัด
- 6) วิธีการประมวลผลข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่แสดงสารสนเทศที่ให้ความสนใจ

10.3 การกำหนดมาตรฐานของผลงาน

หัวข้อควบคุมที่กำหนดขึ้นมาตามข้อ 3.1 จะต้องได้รับการกำหนดค่าที่ปรารถนา (desired result) ที่ต้องการให้บรรลุภายในเวลาที่กำหนดเสมอเพื่อใช้เป็น มาตรฐานของผลงาน ซึ่งอาจจะเรียกค่าดังกล่าวนี้ว่า ค่าเป้าหมาย (goal) ซึ่ง Gryna (2001) ได้ระบุถึงแหล่งข้อมูลที่สามารถใช้กำหนดเป้าหมายสำหรับหัวข้อควบคุมได้ ดังนี้

- 1) สมรรถนะของผลิตภัณฑ์ หรือสิ่งที่ลูกค้าต้องการ
- 2) สมรรถนะในเชิงแข่งขัน หรือการเทียบเคียง (benchmarking)
- 3) การปรับปรุงคุณภาพ
- 4) ต้นทุนแห่งคุณภาพ (cost of quality)
- 5) ตัววัดสมรรถนะของกระบวนการทางธุรกิจ
- 6) ความพึงพอใจของลูกค้า
- 7) การสร้างความจงรักภักดีแก่ลูกค้าหรือการรักษาลูกค้าไว้

โดยปกติแล้ว ค่าเป้าหมายจะต้องมีความสอดคล้องในทิศทาง (align) เดียวกันทั่วทั้งองค์กร จึงควรจะมีการแปรค่าเป้าหมายในระดับองค์กรให้อยู่ในระดับปฏิบัติการ (operational goal) ซึ่งเป้าหมายที่มีความเหมาะสมต่อการควบคุมคุณภาพ ควรจะสอดคล้องกับคุณสมบัติต่อไปนี้

- 1) สะท้อนถึงความต้องการของลูกค้าทั้งภายในและภายนอก
- 2) ไม่ขัดแย้งกับกฎหมายหรือข้อบังคับ
- 3) สามารถวัดได้
- 4) สามารถทำความเข้าใจกับบุคลากรที่เกี่ยวข้องได้
- 5) อยู่ในทิศทางเดียวกันทั่วทั้งองค์กร
- 6) มีความเท่าเทียมกันในแต่ละฝ่ายหรือแต่ละบุคคล

10.4 การวัดผลงานที่เกิดขึ้นจริง

เมื่อมีการกำหนดหัวข้อควบคุมและค่าเป้าหมาย พร้อมทั้งกระบวนการวัดเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การกำหนดถึงสถานที่หรือตำแหน่งที่จะทำการวัดเพื่อจุดประสงค์ในการควบคุม โดยทั่วไปแล้ว ในการกำหนดสถานที่ที่จะทำการวัดสมรรถนะที่เกิดขึ้นจริงจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ หลายประการ แต่ควรอยู่ภายใต้หลักการต่อไปนี้

- 1) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอำนาจความรับผิดชอบ เช่น เมื่อมีการโอนย้ายวัตถุดิบ/ผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการ หรือระหว่างองค์กร
- 2) เมื่อต้องตัดสินใจด้านคุณภาพก่อนปฏิบัติงาน เช่น การทดสอบผลการตั้งเครื่อง (test run)
- 3) เมื่อมีการสร้างผลิตภัณฑ์แล้ว และมีพารามิเตอร์วิกฤติเกิดขึ้น
- 4) เมื่อมีการทำงานของกระบวนการผลิตที่สำคัญ ซึ่งจะมีอยู่ไม่มากนัก (vital few process)
- 5) เมื่อต้องการการตัดสินใจในกระบวนการควบคุมต่าง ๆ อาทิ การแข่งขันผลป้อนกลับที่แสดงถึงความพึงพอใจของลูกค้า ฯลฯ

10.5 การเปรียบเทียบผลงานที่เกิดขึ้นจริงกับมาตรฐาน

กิจกรรมต่อไปของการควบคุมคุณภาพหลังจากการวัดผลงานที่เกิดขึ้นจริงแล้วคือการพิจารณาว่า มีความผิดปกติเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้าปกติแล้วให้เปรียบเทียบผลงานที่เกิดขึ้นจริงหรือสมรรถนะที่เกิดขึ้นจริง (actual performance) กับสมรรถนะที่ควรจะเป็น (should performance) หรือค่าเป้าหมาย และจะเรียกค่าความแตกต่างของสมรรถนะทั้งสองระดับว่า ปัญหา (problem)

10.6 การปฏิบัติการแก้ไขปัญหา

ภายหลังจากการนิยามปัญหาคุณภาพแล้ว กิจกรรมสุดท้ายสำหรับกระบวนการควบคุมคุณภาพคือ การปฏิบัติการต่อปัญหาหรือความแตกต่างดังกล่าวทั้งปัญหาระบบและปัญหาเรื่อง โดยการปฏิบัติการนี้จะสามารถจำแนกออกเป็น 3 ระดับคือ การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า (correction) การปฏิบัติการแก้ไข (corrective action) และการปฏิบัติการป้องกัน (preventive action)

การปฏิบัติการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าจะมีความแตกต่างกับการปฏิบัติการแก้ไข โดยที่การแก้ปัญหาเฉพาะหน้าจะเป็นการกระทำกับผลิตภัณฑ์บกพร่องที่เกิดขึ้นแล้ว ในขณะที่การปฏิบัติการแก้ไขจะเป็นการกระทำกับสาเหตุรากเหง้าของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่เกิดขึ้นแล้ว ดังนั้น การปฏิบัติการแก้ไขจึงเป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาที่เน้นไปที่สาเหตุที่เกิดขึ้นแล้ว ซึ่งสาเหตุที่ได้รับการกำจัดทิ้งนี้ถ้าเป็นสาเหตุที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว เนื่องจากความบกพร่องจากพนักงานหรือฝ่ายจัดการ จะเรียกการปฏิบัติการแก้ไขนี้ว่า การควบคุมคุณภาพ และจะเรียกว่าการปรับปรุงคุณภาพ ถ้าหากสาเหตุที่เกิดขึ้นเป็นสาเหตุจากระบบ

สำหรับการปฏิบัติการแก้ไขและการปฏิบัติการป้องกันจะมีความแตกต่างกัน แม้การปฏิบัติการทั้งสองจะกระทำต่อสาเหตุรากเหง้าของผลิตภัณฑ์บกพร่องเหมือนกัน แต่การปฏิบัติการแก้ไขจะเน้นสาเหตุรากเหง้าที่เกิดขึ้นแล้ว (actual causes) ที่ได้มาจากการวิเคราะห์หน้างาน ส่วนการปฏิบัติการป้องกันจะเน้นสาเหตุรากเหง้าที่คาดการณ์ว่าน่าจะเกิดขึ้น (potential causes) ที่ได้มาจากการวิเคราะห์หน้างานของกระบวนการ

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ

1. ปลาทุแวกครึ่งยาว
2. แป้งมันสำปะหลัง ตราแมวแดง ดาวเทียมลูกโลก
3. เกลือป่น ตรา มงกุฎเพชร
4. น้ำมันปาล์มตรา ลีลา
5. น้ำตาล ตรา ลิน
6. ผงชูรส ตรา आयिโนะโมะโต้ะ

อุปกรณ์ในการผลิตหั่วข้าวเกรียบ

1. เครื่องบดเนื้อ ตรา champ amci. Product รุ่น tc12-c
2. เครื่องนวดผสม ตรา spar food machinery รุ่น ts 201
3. เครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง ตรา METTLER TOLEDO รุ่น AB 204S
4. อุปกรณ์งานครัว ได้แก่ กระทะ มีด หม้อต้ม

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

1. อุปกรณ์สำหรับทดสอบอัตราการขยายตัว
2. เครื่องวัดค่าสี ตรา color flex รุ่น S 36090
3. เครื่องวัดความหนืด ตรา Brookfeld รุ่น Dv-1+
4. เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Water activity ; a_w) ตรา Aqualab รุ่น S36090
5. เครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง ตรา METTLER TOLEDO รุ่น AB 204S
6. อุปกรณ์วิเคราะห์ ปริมาณต่างที่ระเหยได้ทั้งหมดและปริมาณไตรเมทิลเอมีน (Conway unit)
7. เครื่องโฮโมจีไนส์ (Homogenizer) ตรา ULRA รุ่น T25B
8. เครื่องวัดพีเอช (pH Meter) ตรา SCHOTT รุ่น G 0840
9. เครื่องวิเคราะห์ไขมัน ตรา VELP SCIENTICA รุ่น SER 148

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา

1. หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave) ตรา TOMY รุ่น SX – 500
2. ตู้บ่มเชื้อ (incubator) ตรา BINDER รุ่น BD
3. ตู้อบความร้อน (hot air oven) ตรา Binder รุ่น 9010-0082
4. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ตรา METTLER TOLEDO รุ่น AB 204S
5. เครื่องตีปั่นอาหาร (stomacher) ตรา seward รุ่น CIR 400
6. กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscopy)
7. ออโต้ปิเปต pipet-Lite

สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. โคแอกกูเลสพลาสมา (Coagulase plasma)
2. โคแวกซ์รีเอเจนท์ (Kovac's reagen)
3. เมทิลเรด (Methyl red solution)
4. แอลฟา-แนพทอล (Alpha-naphthol)
5. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)
6. บรอมไทมอล บลู (Bromthymol blue)
7. โพแทสเซียม ไดไฮโดรเจน ฟอสเฟต (Potassium dihydrogen phosphate)
8. Buffered peptone water
9. Butterfield's phosphate-buffered dilution water
10. Plate Count Agar (PCA ; Difco)
11. Rappaport – Vassiliadis Broth (RV ; Difco)
12. *Salmonella Shigella* (SS) Agar (Difco)
13. Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) Agar (Difco)
14. Baird – Parker Agar (BPA ; Difco)
15. Brain Heart Infusion (BHI ; Bacto)
16. Trypticase (Tryptic) Soy Agar (TSA ; Difco)
17. Lauryl Sulfate Broth (LSB ; Difco)
18. Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLB ; Difco)
19. EC medium (Difco)
20. Eosin Methylene Blue (EMB) agar (BBL)
21. Tryptone Broth (Bacto)

22. MP-VP Broth (Difco)
23. Simmon Citrate Agar (BBL)
24. Triple Sugar Iron (TSI) Agar (Difco)
25. Lysine Indole Motility (LIM ; Difco)

การดำเนินการวิจัย

การวิจัยเพื่อจัดทำระบบการจัดการคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ “หัวข้าวเกรียบ” สำหรับธุรกิจแฟรนไชส์ มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย คือ ศึกษากระบวนการผลิต “หัวข้าวเกรียบ” โดยวิธีสังเกตการณ์ในสถานประกอบการผลิต “หัวข้าวเกรียบ” ศึกษาปัจจัยคุณภาพที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาปลาหมึกที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในกระบวนการผลิต การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของหัวข้าวเกรียบ และสภาวะในการทอดหัวข้าวเกรียบเพื่อจำหน่าย การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ทอดหัวข้าวเกรียบ เพื่อจัดทำคู่มือคุณภาพที่เหมาะสมในการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ และจัดทำระบบ HACCP เพื่อวิเคราะห์อันตรายที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ ตามลำดับ ดังนี้

1. การศึกษากระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบในสถานประกอบการ

ศึกษากระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบโดยการเข้าสังเกตการณ์ในสถานที่ผลิตหัวข้าวเกรียบซึ่งตั้งอยู่ ณ อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี เพื่อศึกษากระบวนการผลิตเพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดหัวข้อในการควบคุมคุณภาพที่เหมาะสม

2. ศึกษาปัจจัยคุณภาพที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ของหัวข้าวเกรียบ ดังนี้

2.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาหมึกที่นำมาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต โดยขนส่งปลาหมึก (จำนวน 16-19 ตัว/กิโลกรัม) จากท่าเรือปัตตานีมายังห้องปฏิบัติการด้วยวิธีแช่น้ำแข็งบรรจุในกล่องโฟมซึ่งใช้เวลาขนส่งประมาณ 1-1.5 ชั่วโมง จากนั้นนำปลาที่ได้มาแช่น้ำแข็งบดโดยใช้อัตราส่วนของน้ำแข็งต่อปลาเท่ากับ 2:1 เรียงสลับชั้นระหว่างน้ำแข็งและปลา บรรจุในลังพลาสติกหุ้มฉนวน สุ่มตัวอย่างปลาหมึกที่เก็บในน้ำแข็งมาตรวจสอบคุณภาพทุก 2 วัน คือ วันที่ 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 และ 14 ทั้งนี้ในระหว่างการเก็บรักษาได้ถ่ายน้ำแข็งที่ละลายออกและเติมน้ำแข็งใหม่เข้าไปแทนทุกวัน นำตัวอย่างปลาหมึกไปตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

2.2.1 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี ได้แก่

- ปริมาณค่าที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N) (Hasegawa, 1987)
- ปริมาณไตรเมธิลามีน (TMA) (Hasegawa, 1987)

- ค่า pH โดยใช้ pH Meter- ค่า TBA Thiobarbituric acid (TBA) (Egen *et al.*, 1981)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างแบบ DMRT

2.2.2 ตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยเทคนิค Pour plate (A.O.A.C 1999)

2.2.3 ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้เกณฑ์การประเมินคุณภาพของ EU (EU Scheme) ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การประเมินคุณภาพ EU Scheme

criteria	freshness category			not admitted
	E	A	B	C
skin	Bright pigmentation, bright iridescent colors; clear distinction between dorsal and central surfaces	Loss of luster and shine; duller colors; less difference between dorsal and ventral surfaces	Dull, lusterless, insipid colors; skin creased when fish curved	Very dull pigmentation; skin coming away from flesh
skin mucus	Aqueous, transparent	Slightly cloudy fairly rigid, firm	milky	Yellowish grey, opaque mucus
consistency of flesh	Very firm, rigid	Fairly rigid, firm	Slightly soft	soft (flaccid)
gill covers	silvery	Silvery, slightly red or brown	Brownish and extensive seepage of blood from vessels	yellowish
eye	Convex, bulging; blue-black bright pupil, transparent “eyelid”	Convex and slightly sunken; dark pupil; slightly opalescent cornea	Flat; blurred pupil; blood seepage around the eye	Concave in the center; gray pupil; milky cornea

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การประเมินคุณภาพ EU Scheme (ต่อ)

criteria	freshness category			not admitted
	E	A	B	C
gills	Uniformly dark red to purple; no mucus	less bright color; paler at edges; transparent mucus	Becoming thick, discolored opaque mucus	Yellowish; milky mucus
smell of gill	Fresh seaweed; pungent; iodine	No smell or seaweed; neutral smell	Slightly sulfur fatty smell, rancid bacon cutting or rotten fruit	Rotten sour

2.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาหัวข้าวเกรียบ โดยนำหัวข้าวเกรียบจำนวน 4 สูตร คือ สูตรพื้นฐาน สูตรกระเทียมพริกไทย สูตรสาหร่ายและสูตรพริกหวาน มาหั่นเป็นชิ้นขนาดกว้างxหนาxยาว เท่ากับ 1x1x8 เซนติเมตร บรรจุถุงโพลีโพรพิลีน (PP) ชั้น 2 ชั้น ปิดผนึกด้วยความร้อน เก็บรักษาใน 2 สภาวะ คือ

- เก็บรักษาในน้ำแข็ง โดยใช้อัตราส่วนหัวข้าวเกรียบต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1:2 (อุณหภูมิ 2 ± 1 องศาเซลเซียส) ทั้งนี้ในระหว่างการเก็บรักษาได้ถ่ายน้ำแข็งที่ละลายออกและเติมน้ำแข็งใหม่เข้าไปแทนทุกวัน

- เก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ 3 ± 1 องศาเซลเซียส เก็บรักษาหัวข้าวเกรียบเป็นเวลา 18 วัน และสุ่มตัวอย่างทุก 3 วัน คือวันที่ 0, 3, 9, 12, 15 และ 18 มาตรวจสอบคุณภาพดังนี้

2.2.1 ตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

- ปริมาณ TVB-N (Hasegawa, 1987)
- ค่า pH โดยใช้ pH Meter
- ค่า TBA Thiobarbituric acid (TBA) (Egen *et al.*, 1981)

2.2.2 ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

- ค่า a_w (Aqualab รุ่น S36090)

ข้อ 2.2.1 และ 2.2.2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างแบบ DMRT

- ค่าความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืด Brookfield รุ่น Dv-1+
- ค่าสีโดยใช้เครื่องวัดค่าสี ตรา color flex รุ่น S 36090

2.2.3 ตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา

- การตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดด้วยเทคนิค Pour plat (A.O.A.C 1999)

- การตรวจวิเคราะห์ MPN โคลิฟอร์มแบคทีเรียและ MPN ฟีคัลโคลิฟอร์ม
- การตรวจวิเคราะห์ MPN *Escherichia coli*
- การตรวจหา *Staphylococcus aureus*
- การตรวจหา *Salmonella* spp.

2.3 ศึกษาสภาวะในการทอดหัวข้าวเกรียบ โดยศึกษาอัตราส่วนของน้ำมันปาล์มต่อหัวข้าวเกรียบ 3 อัตราส่วน คือ 3:1, 4:1 และ 5:1 จากนั้นนำหัวข้าวเกรียบที่ผ่านการทอดไปตรวจสอบคุณภาพเพื่อหาอัตราส่วนของน้ำมันปาล์มและหัวข้าวเกรียบที่เหมาะสมในการทอด ดังนี้

- การทอดหัวข้าวเกรียบ โดยใช้เมล็ดงาในการวัดค่าการทอด
- ปริมาณไขมัน โดยวิธี A.O.A.C (1999)

2.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ทอดหัวข้าวเกรียบ โดยนำหัวข้าวเกรียบไปทอดในน้ำมันปาล์มในอัตราส่วนที่ได้จากการศึกษาจากข้อ 2.3 เก็บตัวอย่างน้ำมันทุกชั่วโมงของการทอดเป็นจำนวน 20 ชั่วโมง โดยตรวจสอบคุณภาพดังนี้

- ค่าความหนืด โดยใช้เครื่องวัดความหนืด ตรา Brook field รุ่น DV-I
- ค่ากรดไขมันอิสระ (IUPAC, 1979)

ข้อ 2.3 และ 2.4 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างแบบ DMRT

3. จัดทำคู่มือสำหรับใช้ในการควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตและจำหน่ายหัวข้าวเกรียบ

จัดทำคู่มือคุณภาพ โดยดัดแปลงจากหลักการดำเนินงานควบคุมคุณภาพตามขั้นตอนของ Gryna (2001) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ

- 3.1 การเลือกหัวข้อควบคุม
- 3.2 การกำหนดกระบวนการวัดหรือประเมินคุณภาพ
- 3.3 การกำหนดมาตรฐานหรือเป้าหมายผลิตภัณฑ์
- 3.4 การวัดผลงานที่เกิดขึ้นจริง
- 3.5 การเปรียบเทียบกับมาตรฐาน
- 3.6 การปฏิบัติการแก้ไขข้อบกพร่อง

จัดทำเอกสารวิธีการทำงาน (work instruction) โดยนำผลการศึกษาปัจจัยคุณภาพที่ส่งผลต่อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ (การศึกษาข้อ 2) มากำหนดหัวข้อควบคุมและวิธีการวัด/ประเมินคุณภาพและ

จัดทำเอกสารวิธีการทำงาน ประกอบด้วยใบบันทึกข้อมูลการทำงาน ผู้รับผิดชอบและ บันทึกการแก้ไข เป็นต้น

4. วิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤติที่ต้องควบคุมในการผลิตหัวข้าวเกรียบ (hazard analysis critical control points: HACCP) ทั้ง 4 สูตร โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

- การวิเคราะห์อันตราย
- การกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม
- การกำหนดค่าวิกฤติ
- การกำหนดการตรวจติดตามการควบคุมจุดวิกฤติ
- การกำหนดวิธีการแก้ไข

ขั้นตอนการจัดทำแผน HACCP 12 ขั้นตอน ดังนี้

1. จัดตั้งคณะทำงานพัฒนาระบบ HACCP
2. อธิบายรายละเอียดของผลิตภัณฑ์
3. ระบุวัตถุประสงค์ในการใช้ผลิตภัณฑ์และกลุ่มผู้บริโภค
4. จัดทำแผนภูมิการผลิต
5. ทวนสอบความถูกต้องของแผนภูมิการผลิตกับสายการผลิตจริง
6. การวิเคราะห์อันตราย
7. กำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม
8. กำหนดค่าวิกฤติ
9. กำหนดการตรวจติดตาม การควบคุมจุดวิกฤติ
10. กำหนดวิธีการแก้ไขเมื่อตรวจพบจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม
11. กำหนดวิธีการทวนสอบระบบ HACCP
12. กำหนดวิธีการจัดทำเอกสารและจัดเก็บบันทึกข้อมูล

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการศึกษาเพื่อจัดทำระบบการจัดการคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ “หัวข้าวเกรียบ” สำหรับธุรกิจแฟรนไชส์ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้าวเกรียบจำนวน 4 สูตร ได้แก่ สูตรพื้นฐาน (สูตรดั้งเดิม) สูตรกระเทียมพริกไทย สูตรสาหร่ายและสูตรพริกหวาน โดยมีลำดับการนำเสนอ คือ ผลการศึกษากระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบจากผู้ประกอบการ ผลการศึกษาปัจจัยคุณภาพที่ส่งผลต่อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ การกำหนดหัวข้อคุณภาพและจัดทำคู่มือคุณภาพ และการจัดทำระบบการจัดการความปลอดภัยอาหาร (HACCP) ของกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ

1. ผลการศึกษากระบวนการผลิต “หัวข้าวเกรียบ”

ศึกษากระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ ณ สถานประกอบการผลิตหัวข้าวเกรียบในอำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี โดยสรุปกระบวนการผลิตเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 การเตรียมปลา โดยนำปลามาตัดหัว ควักไส้ ล้าง ทำความสะอาด เสร็จแล้วแช่น้ำแข็งในกระบะพลาสติกเพื่อรอการผลิต ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ขั้นตอนการเตรียมปลา

1.2. นำปลาจากข้อ 1 มาบดรวมกับน้ำแข็งและเกลือ ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ขั้นตอนการบดปลา

1.3 นวดส่วนผสมทั้งหมด ได้แก่ เนื้อปลาบด แป้งมันสำปะหลัง น้ำตาลทราย ผงฟู ผงชูรส ไข่ เป็ดและน้ำเปล่าเข้าด้วยกัน ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ขั้นตอนการนวดส่วนผสม

1.4 นำส่วนผสมจากข้อ 3 มาปั้นเป็นแท่งกลมยาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ขั้นตอนการปั้นเป็นก้อน

1.5 นำก้อนแป้งที่ปั้นเป็นแท่งกลมยาวไปต้มจนสุก (หัวข้าวเกรียบลอยขึ้น) ที่อุณหภูมิน้ำเดือด โดยใช้เวลาประมาณ 30 นาที ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ขั้นตอนการต้ม

16. เมื่อต้มสุกแล้ว นำไปผึ่งลมบนแคร่ไม้ โดยใช้พัดลมช่วยในการลดอุณหภูมิของหัวข้าวเกรียบ ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ขั้นตอนการผึ่งลม

1.7 เมื่อลดอุณหภูมิหัวข้าวเกรียบจนเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้ว นำไปบรรจุถุงพลาสติกเพื่อรอจำหน่าย ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 ขั้นตอนการบรรจุและจำหน่าย

จากการศึกษากระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบในสถานประกอบการ พบว่า กระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบของผู้ประกอบการในปัจจุบันยังมีข้อควรปรับปรุงเพื่อยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์และวิธีที่ดีในการผลิตอาหาร (GMP) ทั้งโดยสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในหลักเกณฑ์ GMP ให้กับผู้ประกอบการและกำหนดเป็นมาตรการในการควบคุม และกำกับการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดนี้

2. ผลการศึกษาปัจจัยคุณภาพที่ส่งผลต่อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ

การผลิตหัวข้าวเกรียบที่มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตและจำหน่ายในรูปแบบธุรกิจเฟรนไชส์จะต้องควบคุมปัจจัยคุณภาพที่ส่งผลต่อผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบทั้ง 4 สูตร คณะผู้วิจัยกำหนดเป็น 3 หัวข้อ คือ การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาทุยแช่ที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาหัวข้าวเกรียบ และสภาวะในการทอดหัวข้าวเกรียบเพื่อจำหน่าย ตามลำดับ ดังนี้

2.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาทุยแช่ที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาทุยแช่ที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง โดยใช้อัตราส่วนปลาต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1:2 โดยน้ำหนัก (อุณหภูมิ 0-2 องศาเซลเซียส) เก็บรักษาเป็นเวลา 14 วัน สุ่มตัวอย่างมาตรวจคุณภาพทางเคมี ทางจุลชีววิทยาและทางประสาทสัมผัสทุก ๆ 2 วัน แสดงผลดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

2.1.1 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

- ค่า TVB-N

ค่า TVB-N ของปลาทุยแช่ที่เก็บรักษาในน้ำแข็งมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเพิ่มจาก 4.30 mg/100g ในวันที่ 0 เป็น 12.56 mg/100g ในวันที่ 14 ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 4.1 แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของสารที่ระเหยได้ เช่น แอมโมเนีย ไดเมทิลเอมีน และไตรเมทิลเอมีน ที่เกิดจากการเจริญของจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาของปลา ดังนั้นจึงมักใช้ค่าดังกล่าวเป็นดัชนีบ่งบอกการเสื่อมคุณภาพของเนื้อปลา (สุทธวัฒน์ เบญจกุล, 2548) ดังรายงานของ Marrakchi และคณะ (1990) ที่กล่าวว่า ปลาซาร์ดีนจะเน่าเสียเมื่อมีค่า TVB-N มากกว่า 25 mg/100g ในขณะที่ปลาที่มีถิ่นอาศัยในเขตหนาวและเขตอบอุ่นจะเน่าเสียเมื่อค่า TVB-N อยู่ในช่วง 30 – 40 mg/100g (Connell, 1975) แต่อย่างไรก็ตามค่า TVB-N มีความผันแปรเป็นช่วงกว้าง ขึ้นอยู่กับชนิดและระยะการเสื่อมคุณภาพของปลาด้วย โดยค่า TVB-N จะไม่เหมาะสมสำหรับประเมินคุณภาพของปลาในระยะเริ่มต้นเนื่องจากจะยังไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงในช่วงดังกล่าว (Barros-Velazquez *et al.*, 2007)

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพปลาทุแคะระหว่างการเก็บรักษาในน้ำแข็ง

วัน	TVB-N (mg/100g)	TMA-N (mg/100g)	pH	TBA (mg MDA/kg)	ปริมาณจุลินทรีย์ (cfu/g)
0	4.30 ± 0.68^d	1.53 ± 0.66^d	5.51 ± 0.02^e	3.55 ± 0.14^h	0.8×10^3
2	5.77 ± 2.00^{cd}	1.89 ± 0.66^d	5.71 ± 0.09^d	5.21 ± 0.24^g	1.4×10^3
4	6.88 ± 0.00^c	1.90 ± 0.66^d	5.86 ± 0.04^c	6.48 ± 0.41^f	2.4×10^3
6	9.09 ± 0.00^b	2.29 ± 0.00^d	5.92 ± 0.04^{bc}	7.99 ± 0.02^c	3.3×10^4
8	8.73 ± 0.69^b	3.91 ± 0.68^c	5.95 ± 0.03^{bc}	9.72 ± 0.03^d	0.7×10^5
10	9.52 ± 0.00^b	4.44 ± 0.70^{bc}	5.99 ± 0.04^{ab}	10.27 ± 0.03^c	1.8×10^5
12	11.45 ± 0.68^a	5.13 ± 0.68^{ab}	5.98 ± 0.05^{ab}	11.21 ± 0.13^b	1.59×10^6
14	$12.56 \pm .680^a$	5.89 ± 0.00^a	6.04 ± 0.04^a	13.70 ± 0.04^a	1.62×10^6

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

- ค่า TMA-N

ค่า TMA-N ของปลาทุแคะที่เก็บรักษาในน้ำแข็งมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นเดียวกับค่า TVB-N โดยเพิ่มจาก 1.53 mg/100g ในวันที่ 0 เป็น 5.89 mg/100g ในวันที่ 14 ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 4.1 ทั้งนี้ค่า TMA-N จะให้กลิ่นคาวในปลาซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของเอนไซม์ trimethylamineoxide reductase (TMAO reductase) ที่ย่อย TMAO ในเนื้อปลาให้กลายเป็น TMA-N (Meiberg and Harder, 1978) โดยค่าดังกล่าวใช้ในการแบ่งคุณภาพของสัตว์น้ำได้ ดังรายงานของ Hebard และคณะ (1982) ที่ระบุว่าสัตว์น้ำที่มีค่า TMA-N มากกว่า 5 mg/100g จะมีคุณลักษณะไม่เป็นที่ยอมรับ เช่นเดียวกับรายงานของ Bennour และคณะ (1991) ซึ่งพบว่าปลาแมคเคอเรลที่มีค่า TMA-N เป็น 5 mgN/100g ผู้บริโภคจะไม่ยอมรับ ดังนั้นหากพิจารณาจากค่า TMA-N จะได้ว่าปลาทุแคะที่เก็บรักษาในน้ำแข็งมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับได้เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน

- ค่า pH

ผลการวัดค่า pH ของปลาทุแคะเท่ากับ 5.51 ในวันที่ 0 และเพิ่มเป็น 6.04 ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษาในน้ำแข็ง (อุณหภูมิ 0-2 องศาเซลเซียส) การเปลี่ยนแปลง pH ในกล้ามเนื้อปลาเกิดจากกระบวนการไกลโคไลซิสในสภาวะไม่มีออกซิเจน โดยทั่วไปจะทำให้ pH ของกล้ามเนื้อปลาลดลง (2-3 ชั่วโมงหลังการจับ) แต่เมื่อกระบวนการดังกล่าวสิ้นสุดลง จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตโดยย่อยสลายโปรตีนได้เป็นสารประกอบที่เป็นด่าง จึงส่งผลให้ pH ของกล้ามเนื้อปลาเพิ่มสูงขึ้น (Connell, 1975; Garthwarth, 1997; Mazorra-Manzano *et al.*, 2000 ; Alasalvar *et al.*, 2011; Abbas *et al.*,

2008) แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของ pH ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดและขนาดของปลา วิธีการจับปลา การปฏิบัติหลังการจับ อุณหภูมิการเก็บรักษา เป็นต้น ดังการเปลี่ยนแปลง pH ของปลาแมคเคอเรล 2 ชนิด คือ chub mackerel และ horse mackerel ที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง พบว่า pH เพิ่มขึ้นจากวันที่ 0 คือ 6.50 และ 6.60 เป็น 6.61 และ 6.65 ในวันที่ 6 (Hossain *et al.*, 2005) และการเปลี่ยนแปลง pH ของปลากะตัก จาก 6.80 เป็น 6.97 ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาในน้ำแข็ง (Sasi *et al.*, 2000)

- ค่า TBA

ผลการวิเคราะห์ค่า TBA ของปลาทูแวกที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง 14 วัน พบว่า ค่า TBA เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น มีค่าอยู่ในช่วง 3.55 - 13.70 มิลลิกรัมมาโลแนลดีไฮด์/กิโลกรัม (mg MDA/kg) ดังตารางที่ 4.1 โดยค่า TBA ใช้ทดสอบการหืนของไขมันในสัตว์น้ำซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง โดยอาศัยการทำปฏิกิริยาของกรดไทโอบาร์บิทูริก (2-thiobarbituric acid) กับมาโลแนลดีไฮด์ซึ่งเป็นสารที่ได้จากการเกิดออกซิเดชันของไขมัน (Reddy and Setty, 1996; นิธิยา รัตนานนท์, 2554) จากการวิเคราะห์ค่า TBA ในปลาทูแวกนี้ พบว่า ค่าดังกล่าวจะแสดงถึงปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันแต่ไม่สามารถแสดงถึงคุณภาพทั้งหมดของปลาได้

2.2.2 การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของปลาทูแวกที่เก็บรักษาในน้ำแข็งเป็นเวลา 14 วัน อยู่ในช่วง 0.8×10^3 - 1.62×10^6 cfu/g (ตารางที่ 4.1) และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของปลาทูแวกมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานซึ่งกำหนดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^6 cfu/g (ICMSF, 1986) พบว่า ปลาทูแวกที่เก็บในน้ำแข็งเป็นเวลา 14 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์เกินมาตรฐาน ดังนั้นหากพิจารณาจากเกณฑ์ทางจุลชีววิทยาจะได้ว่าปลาทูแวกสามารถเก็บรักษาน้ำแข็งได้เป็นเวลา 12 วัน

2.2.3 การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาทูแวกโดยใช้เกณฑ์การประเมิน EU (EU Scheme) ซึ่งสามารถจัดระดับสัตว์น้ำเป็น 4 ระดับชั้น คือ E, A, B และ C โดย E เป็นระดับที่มีคุณภาพสูงสุดและ C เป็นระดับที่ไม่ยอมรับ ปรากฏว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับปลาทูแวกที่เก็บรักษาวันที่ 0-8 และไม่ยอมรับเมื่อเก็บรักษาวันที่ 10 (ตารางที่ 4.2) โดยปลาทูแวกที่ผู้ทดสอบไม่ยอมรับมีลักษณะปรากฏคือ มีเมือกสีเหลืองบริเวณผิวหนัง เหงือกสีคล้ำมีเมือก ตาจมลงในเบ้าตาเป็นสีแดงขุ่น และมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว จากผลการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ปลาทูแวกสามารถเก็บรักษาในน้ำแข็งได้นานกว่าปลาแมคเคอเรล 2 ชนิด คือ horse mackerel และ chub mackerel และปลาซาร์ดีน ที่เก็บรักษาในน้ำแข็งได้เพียง 4 วัน (Hossain *et al.*, 2005; Triqui and

Bouchriti, 2003) แต่เก็บรักษาได้สั้นกว่าปลานิล ที่สามารถเก็บได้เป็นเวลา 15 วัน (Adoga *et al.*, 2010) อย่างไรก็ตามระยะเวลาการเก็บรักษาปลาแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย อาทิ จำนวนจุลินทรีย์ที่ติดมากับปลา การปฏิบัติภายหลังการจับ อุณหภูมิการเก็บรักษา เป็นต้น (Abbas *et al.*, 2008)

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาทุแวกโดยใช้เกณฑ์การประเมินของ EU (EU Scheme)

วัน	EU grade	Overall quality
0	A	High quality
2	A	High quality
4	High B	Good quality
6	B	Good quality
8	Low B	Acceptable
10	C	Not admitted
12	C	Not admitted
14	C	Not admitted

2.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาหัวข้าวเกรียบ

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาหัวข้าวเกรียบทั้ง 4 สูตร คือ สูตรพื้นฐาน สูตรกระเทียมพริกไทย สูตรสาหร่ายและสูตรพริกหวาน ใน 2 สภาวะ คือ เก็บรักษาในน้ำแข็งโดยใช้อัตราส่วนของน้ำแข็งต่อหัวข้าวเกรียบเท่ากับ 2:1 โดยน้ำหนัก (อุณหภูมิ 2-3 องศาเซลเซียส) และเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 3 ± 1 องศาเซลเซียส) สุ่มตัวอย่างหัวข้าวเกรียบมาตรวจสอบคุณภาพทางเคมี กายภาพและจุลชีววิทยา ทุก ๆ 3 วัน ตลอดอายุการเก็บรักษา โดยนำเสนอผลการเก็บรักษาในน้ำแข็งและผลการเก็บรักษาในตู้เย็น จากการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพ และทางจุลชีววิทยา ตามลำดับ ดังนี้

2.2.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของหัวข้าวเกรียบ จากการตรวจสอบค่า TVB-N, pH, a_w , TBA, L^* , a^* และ b^* แสดงดังตารางที่ 4.3-4.10 และ ภาพที่ 4.8 - 4.13

- ค่า TVB-N

ค่า TVB-N เป็นสารระเหยได้ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเน่าเสียของปลาจากการเจริญของจุลินทรีย์ ประกอบด้วยแอมโมเนีย ไดเมทิลเอมีน และไตรเมทิลเอมีน เป็นต้น ดังนั้นจึงมักใช้ค่าดังกล่าวเป็นดัชนีบ่งบอกการเสื่อมคุณภาพของเนื้อปลาและผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้หากค่าดังกล่าวสูงกว่า 25 mg/100g แสดงว่าเนื้อปลาเริ่มเน่าเสีย (Marrakchi *et al*, 1990) ดังนั้นหากพิจารณาจากค่า TVB-N ในหัวข้าวเกรียบทั้ง 4 สูตรที่เก็บรักษาในน้ำแข็งซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา ($p < 0.05$) โดยสูตรพื้นฐานซึ่งมีค่า TVB-N อยู่ในช่วง 3.42 - 8.15 mg/100g สูตรกระเทียมพริกไทยมีค่าอยู่ในช่วง 6.42- 15.08 mg/100g สูตรสาหร่ายมีค่าอยู่ในช่วง 3.32 - 8.92 mg/100g และสูตรพริกหวานอยู่ในช่วง 2.77 - 9.79 mg/100g (ตารางที่ 4.3) หากพิจารณาจากค่า TVB จะได้ว่าหัวข้าวเกรียบทั้ง 4 สูตรที่เก็บรักษาในน้ำแข็งมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 18 วัน

ค่า TVB-N ของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น ทั้ง 4 สูตร พบว่า สูตรพื้นฐานมีค่า TVB-N อยู่ในช่วง 3.42 - 10.86 mg/100g สูตรกระเทียมพริกไทยมีค่าอยู่ในช่วง 6.42- 14.18 mg/100g สูตรสาหร่ายมีค่าอยู่ในช่วง 3.32 - 10.89 mg/100g และสูตรพริกหวานอยู่ในช่วง 2.77 - 11.01 mg/100g (ตารางที่ 4.4) ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น ($p < 0.05$) แต่ค่า TVB-N จากการศึกษานี้ไม่เกิน 25 mg/100g จึงสามารถบอกได้ว่าหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็นนาน 18 วันมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีเช่นเดียวกัน

จากผลการวิเคราะห์ค่า TVB-N เริ่มต้นของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบทั้ง 4 สูตรซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 2.77-6.42 mg/100g พบว่าเป็นช่วงเดียวกันกับรายงานของ Nor Khaizura *et al.*, (2009) ที่รายงานว่าหัวข้าวเกรียบมีค่า TVB-N หลังจากการทำเย็นที่อุณหภูมิห้องประมาณ 5.40 mg/100g

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ค่า TVB-N (mg/100g) ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง

วัน	สูตรพื้นฐาน	สูตรกระเทียมพริกไทย	สูตรสาหร่าย	สูตรพริกหวาน
0	3.42 ± 0.00^c	6.42 ± 1.39^e	3.32 ± 0.00^c	2.77 ± 0.87^d
3	3.42 ± 0.00^c	8.15 ± 0.71^d	3.42 ± 0.00^c	3.49 ± 0.86^d
6	3.93 ± 0.68^c	10.14 ± 0.70^c	3.93 ± 0.68^c	6.05 ± 0.00^c
9	4.32 ± 0.68^{bc}	11.69 ± 0.70^{bc}	4.32 ± 0.68^c	6.49 ± 0.86^c
12	5.53 ± 0.68^b	12.23 ± 1.22^b	6.48 ± 0.59^b	7.94 ± 0.86^b
15	7.94 ± 0.69^a	14.02 ± 0.71^a	8.33 ± 0.00^a	8.97 ± 0.00^a
18	8.15 ± 1.41^a	15.08 ± 0.71^a	8.92 ± 1.40^a	9.79 ± 0.00^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ค่า TVB-N (mg/100g) ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น

วัน	สูตรพื้นฐาน	สูตรกระเทียมพริกไทย	สูตรสหาย	สูตรพริกหวาน
0	3.42 ± 0.00^f	6.42 ± 1.39^e	3.32 ± 0.00^e	2.77 ± 0.87^d
3	3.91 ± 0.05^f	7.75 ± 0.71^{de}	4.46 ± 0.70^e	3.53 ± 0.00^d
6	4.98 ± 0.12^e	8.97 ± 0.71^d	5.24 ± 0.70^d	5.49 ± 0.87^c
9	6.03 ± 0.15^d	11.76 ± 0.70^c	6.86 ± 0.70^c	8.58 ± 0.86^b
12	7.26 ± 0.13^c	12.23 ± 1.22^{bc}	9.02 ± 0.71^b	9.93 ± 0.86^a
15	8.43 ± 0.02^b	14.02 ± 1.43^{ab}	10.14 ± 0.70^{ab}	10.88 ± 0.00^a
18	10.86 ± 0.13^a	14.18 ± 0.70^a	10.89 ± 1.21^a	11.01 ± 0.00^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

- ค่า pH

ผลการวัดค่า pH ของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็งทั้ง 4 สูตร เป็นเวลา 18 วัน พบว่าค่าดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบ ๆ นั่นคือ สูตรพื้นฐานมีค่า pH อยู่ในช่วง 5.85 - 6.11 สูตรกระเทียมพริกไทยมีค่าอยู่ในช่วง 6.00 - 6.13 สูตรสหายมีค่าอยู่ในช่วง 5.91 - 6.11 และสูตรพริกหวานมีค่าอยู่ในช่วง 5.81 - 6.15 (ตารางที่ 4.5)

ผลการวัดค่า pH ของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็นทั้ง 4 สูตร เป็นเวลา 18 วัน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบ ๆ เช่นเดียวกัน นั่นคือ สูตรพื้นฐาน ค่า pH อยู่ในช่วง 5.85 - 6.04 สูตรกระเทียมพริกไทยมีค่าอยู่ในช่วง 6.00 - 6.10 สูตรสหายมีค่าอยู่ในช่วง 5.85 - 6.02 และสูตรพริกหวานมีค่าอยู่ในช่วง 5.81 - 6.15 (ตารางที่ 4.6)

ค่า pH ของอาหารเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียในอาหาร หัวข้าวเกรียบมี pH เริ่มต้นเท่ากับ 5.81 - 6.00 จัดเป็นอาหารกลุ่มที่มีความเป็นกรดต่ำ (low acid food) เมื่อนำมาเก็บรักษาในสถานะแช่เย็นจึงชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ (ชมพู ยิ้มโต, 2550) เช่นเดียวกับการศึกษาการเก็บรักษาไส้กรอกสดโดยการแช่เย็น (2 ± 1 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 20 วัน มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.5 - 6.1 (Martinez *et al.*, 2006)

ตารางที่ 4.5 ผลการวัดค่า pH ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง

วัน	สูตรพื้นฐาน	สูตรกระเทียมพริกไทย	สูตรสหาย	สูตรพริกหวาน
0	5.85 ± 0.02^c	6.00 ± 0.06^b	5.96 ± 0.03^{ab}	5.81 ± 0.05^b
3	6.11 ± 0.01^a	6.04 ± 0.02^b	6.11 ± 0.01^a	5.88 ± 0.13^b
6	6.08 ± 0.02^{ab}	6.04 ± 0.08^b	6.09 ± 0.02^a	6.06 ± 0.02^a
9	6.02 ± 0.02^{abc}	6.13 ± 0.01^a	5.99 ± 0.06^{ab}	6.11 ± 0.01^a
12	5.98 ± 0.05^{bc}	6.13 ± 0.01^a	5.96 ± 0.02^{ab}	6.09 ± 0.02^a
15	5.98 ± 0.01^{bc}	6.04 ± 0.01^a	5.91 ± 0.05^b	6.14 ± 0.01^a
18	6.00 ± 0.03^{bc}	6.04 ± 0.07^b	6.00 ± 0.04^{ab}	6.15 ± 0.01^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.6 ผลการวัดค่า pH ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น

วัน	สูตรพื้นฐาน	สูตรกระเทียมพริกไทย	สูตรสหาย	สูตรพริกหวาน
0	5.85 ± 0.02^c	6.00 ± 0.06^a	5.96 ± 0.03^{ab}	5.81 ± 0.05^e
3	5.95 ± 0.02^b	6.04 ± 0.02^a	5.99 ± 0.02^{ab}	6.05 ± 0.01^{cd}
6	5.97 ± 0.09^b	6.05 ± 0.04^a	6.02 ± 0.03^a	6.04 ± 0.02^d
9	5.95 ± 0.02^b	6.04 ± 0.08^a	5.97 ± 0.03^{ab}	6.09 ± 0.01^{bcd}
12	5.96 ± 0.02^b	6.02 ± 0.07^a	5.85 ± 0.09^b	6.08 ± 0.01^{bc}
15	6.02 ± 0.02^{ab}	6.10 ± 0.03^a	5.98 ± 0.03^{ab}	6.11 ± 0.01^b
18	6.04 ± 0.02^{ab}	6.04 ± 0.05^a	5.96 ± 0.02^{ab}	6.15 ± 0.01^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

- ค่า a_w

ผลการวัดค่า a_w ของหัวข้าวเกรียบทั้ง 4 สูตรที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง พบว่า สูตรพื้นฐานมีค่า a_w อยู่ในช่วงร้อยละ 0.89 - 0.96 สูตรกระเทียมพริกไทยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.93 - 0.95 สูตรสหายมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.89 - 0.95 และสูตรพริกหวานมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.93 - 0.96 (ตารางที่ 4.7)

ผลการวัดค่า a_w ของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น เป็นเวลา 18 วัน พบว่า สูตรพื้นฐานมีค่า a_w อยู่ในช่วงร้อยละ 0.93 - 0.95 สูตรกระเทียมพริกไทยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.94 - 0.96

สูตรสาหร่ายมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.91 - 0.96 และสูตรพริกหวานมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.93 - 0.95 (ตารางที่ 4.8)

ทั้งนี้ค่า a_w เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ เราสามารถใช้ค่า a_w ในการประเมินว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเป็นหรือไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสีย ตลอดจนใช้ในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดขึ้นจากจุลินทรีย์ เช่น ยีสต์จะเริ่มเจริญได้เมื่ออาหารมี a_w อยู่ในช่วง 0.7 - 0.8 และแบคทีเรียจะเริ่มเจริญเมื่อ a_w มีค่ามากกว่า 0.8 นอกจากนี้อัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเริ่มสูงขึ้นเมื่อ a_w มีค่าอยู่ในช่วง 0.3 - 0.4 และจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและถึงจุดสูงสุดเมื่อ a_w เป็น 0.8 เพราะความชื้นหรือปริมาณน้ำที่เพิ่มมากขึ้นช่วยเอนไซม์และสับสเตรตเคลื่อนย้ายได้ง่าย ดังนั้น a_w จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพ อายุการเก็บรักษา และลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร (นิธิยารัตนปณนัฏ, 2553) เมื่อพิจารณาค่า a_w ของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบทั้ง 4 สูตรที่มีค่า a_w สูงกว่า 0.8 นับว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมเสียได้ง่ายเพราะเหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์และการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ดังรายงานของ Nor Khaizura และคณะ (2010) ที่ระบุว่าหัวข้าวเกรียบที่ผลิตเสร็จใหม่มีค่า a_w เท่ากับ 0.98 และเก็บรักษาได้เพียง 1 วันที่อุณหภูมิห้อง

ตารางที่ 4.7 ผลการวัดค่า a_w ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง

วัน	สูตรพื้นฐาน	สูตรกระเทียมพริกไทย	สูตรสาหร่าย	สูตรพริกหวาน
0	0.93 ± 0.00^c	0.94 ± 0.00^{ab}	0.92 ± 0.01^a	0.93 ± 0.00^c
3	0.94 ± 0.00^{bc}	0.95 ± 0.00^{ab}	0.94 ± 0.00^a	0.93 ± 0.00^{bc}
6	0.95 ± 0.00^{ab}	0.95 ± 0.00^a	0.94 ± 0.00^a	0.93 ± 0.00^{bc}
9	0.93 ± 0.01^c	0.94 ± 0.01^{ab}	0.92 ± 0.02^b	0.95 ± 0.00^a
12	0.96 ± 0.00^a	0.95 ± 0.01^{ab}	0.95 ± 0.01^a	0.94 ± 0.00^b
15	0.89 ± 0.00^e	0.93 ± 0.02^b	0.89 ± 0.00^c	0.95 ± 0.00^a
18	0.92 ± 0.01^d	0.94 ± 0.00^{ab}	0.92 ± 0.01^b	0.96 ± 0.00^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.8 ผลการวัดค่า a_w ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น

วัน	สูตรพื้นฐาน	สูตรกระเทียมพริกไทย	สูตรสาหร่าย	สูตรพริกหวาน
0	0.93 ± 0.00^c	0.94 ± 0.00^c	0.92 ± 0.01^a	0.93 ± 0.01^d
3	0.94 ± 0.00^{ab}	0.96 ± 0.00^a	0.95 ± 0.00^b	0.94 ± 0.00^c
6	0.94 ± 0.01^{abc}	0.94 ± 0.00^{bc}	0.95 ± 0.00^b	0.94 ± 0.00^c
9	0.94 ± 0.01^{ac}	0.94 ± 0.01^{bc}	0.91 ± 0.00^d	0.95 ± 0.01^{ab}
12	0.95 ± 0.00^a	0.94 ± 0.00^c	0.96 ± 0.00^a	0.95 ± 0.00^a
15	0.94 ± 0.01^{ab}	0.95 ± 0.00^b	0.95 ± 0.01^a	0.95 ± 0.00^a
18	0.95 ± 0.01^{ab}	0.94 ± 0.00^{bc}	0.94 ± 0.00^b	0.95 ± 0.00^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

- ค่า TBA

จากผลการวิเคราะห์ค่า TBA (mg MDA/kg) ของหัวข้าวเกรียบทั้ง 4 สูตรที่เก็บรักษาในน้ำแข็งเป็นเวลา 18 วัน พบว่า ค่า TBA มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น โดยสูตรพื้นฐานมีค่าอยู่ในช่วง 3.79-14.37 mg MDA/kg สูตรกระเทียมพริกไทยมีค่าอยู่ในช่วง 3.33-10.02 mg MDA/kg สูตรสาหร่ายมีค่าอยู่ในช่วง 3.44-12.85 mg MDA/kg และสูตรพริกหวานมีค่าอยู่ในช่วง 5.04-15.08 mg MDA/kg (ตารางที่ 4.9)

ผลการวิเคราะห์ค่า TBA ของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น เป็นเวลา 18 วัน พบว่า ค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นั่นคือ สูตรพื้นฐานมีค่าอยู่ในช่วง 3.79 - 13.94 mg MDA/kg สูตรกระเทียมพริกไทยมีค่าอยู่ในช่วง 3.33 - 8.96 mg MDA/kg สูตรสาหร่ายมีค่าอยู่ในช่วง 3.44 - 12.30 mg MDA/kg และสูตรพริกหวานมีค่าอยู่ในช่วง 5.04 - 14.67 mg MDA/kg (ตารางที่ 4.10) ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้นเช่นเดียวกับการเก็บรักษาในน้ำแข็ง

จากผลการวิเคราะห์ค่า TBA ของหัวข้าวเกรียบทั้ง 4 สูตร พบว่าค่าดังกล่าวมีค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาการเก็บรักษาลูกชิ้นปลาที่มีค่า TBA เพิ่มขึ้นจาก 0.19 mg MDA/kg ในวันที่ 0 เป็น 1.89 mg MDA/kg ในวันที่ 15 (Boran and Kose, 2007) และการศึกษาทั้งนี้ส่วนหนึ่งเป็นผลจากปลาที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตหัวข้าวเกรียบเป็นปลาทูแวกซึ่งมีปริมาณไขมันในกล้ามเนื้อถึงร้อยละ 6.7 และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาเป็น 1-3 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ค่า TBA (mg MDA/kg) ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง

วัน	สูตรพื้นฐาน	สูตรกระเทียมพริกไทย	สูตรสาหร่าย	สูตรพริกหวาน
0	3.79 ± 0.15^f	3.33 ± 0.11^g	3.44 ± 0.20^e	5.04 ± 0.07^g
3	6.70 ± 0.93^e	3.84 ± 0.54^f	6.40 ± 0.05^d	9.71 ± 0.18^f
6	9.61 ± 0.13^d	5.35 ± 0.02^e	9.60 ± 0.00^c	10.58 ± 0.04^e
9	12.90 ± 0.04^c	6.07 ± 0.12^d	11.51 ± 0.42^b	12.83 ± 0.48^d
12	13.65 ± 0.01^b	7.59 ± 0.02^c	11.68 ± 0.13^b	14.02 ± 0.14^c
15	13.77 ± 0.01^b	8.37 ± 0.04^b	12.68 ± 0.00^a	14.70 ± 0.16^b
18	14.37 ± 0.13^a	10.02 ± 0.09^a	12.85 ± 0.04^a	15.08 ± 0.04^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ค่า TBA (mgMDA/kg) ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น

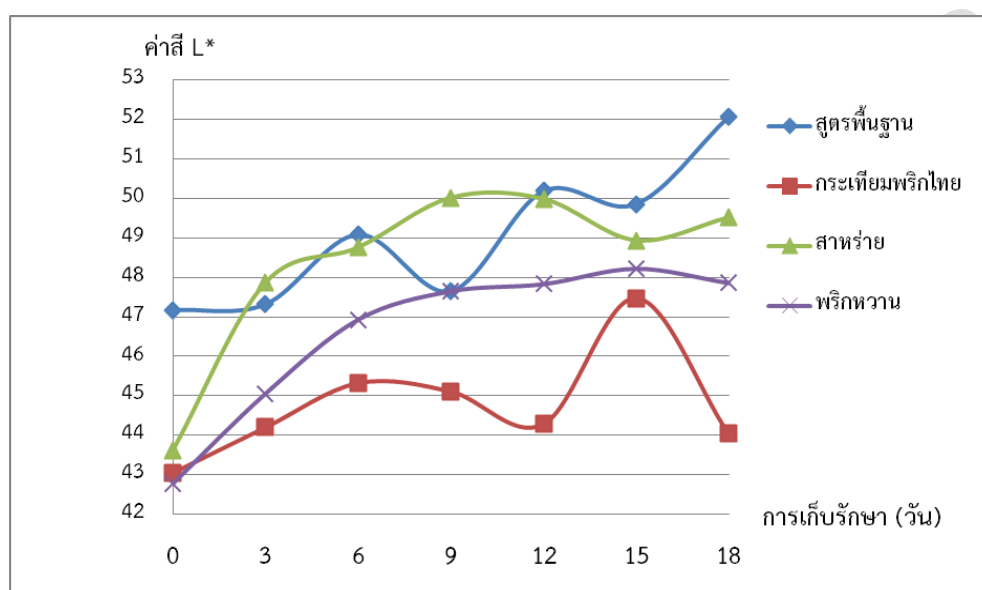
วัน	สูตรพื้นฐาน	สูตรกระเทียมพริกไทย	สูตรสาหร่าย	สูตรพริกหวาน
0	3.79 ± 0.15^g	3.33 ± 0.11^g	3.44 ± 0.20^g	5.04 ± 0.07^e
3	5.00 ± 0.66^f	3.80 ± 0.01^f	4.52 ± 0.21^f	7.57 ± 0.19^e
6	6.11 ± 0.05^e	4.30 ± 0.33^e	6.68 ± 0.01^e	8.71 ± 0.04^d
9	6.64 ± 0.18^d	5.35 ± 0.00^d	9.92 ± 0.00^d	10.79 ± 0.62^c
12	9.49 ± 0.58^c	6.33 ± 0.17^c	10.28 ± 0.14^c	13.77 ± 0.22^b
15	11.90 ± 0.05^b	7.63 ± 0.08^b	11.64 ± 0.30^b	14.41 ± 0.34^a
18	13.94 ± 0.25^a	8.96 ± 0.16^a	12.30 ± 0.52^a	14.67 ± 0.06^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

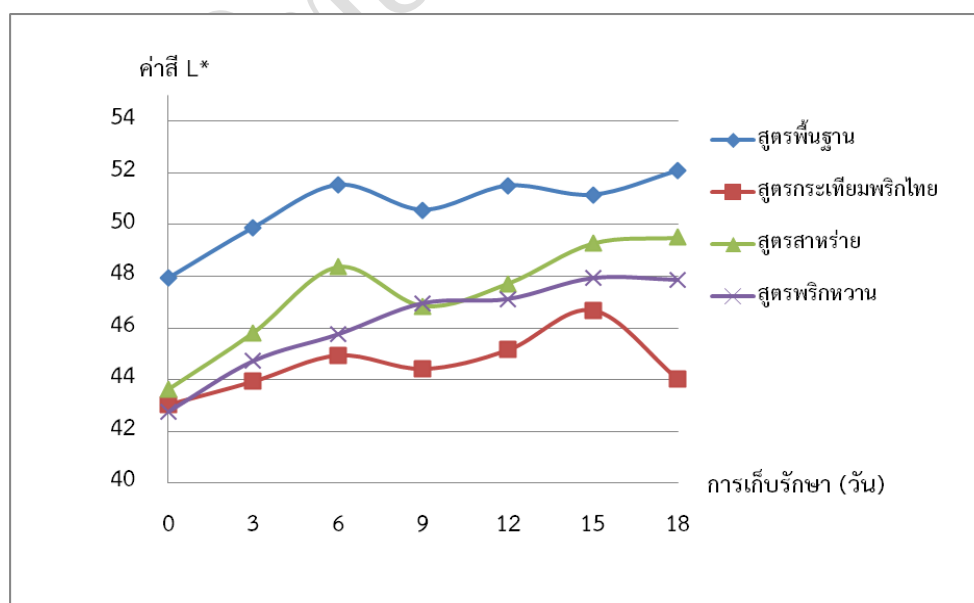
- ค่าสี

การวัดค่าสี L^* , a^* และ b^* ของหัวข้าวเกรียบทั้ง 4 สูตร โดยสภาวะการเก็บรักษาในน้ำแข็ง ปรากฏ ค่า L^* เปลี่ยนแปลงในช่วงแคบ ๆ คือ 42.77 – 52.08 (ภาพที่ 4.8) ในขณะที่หัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็นมีค่า L^* อยู่ในช่วง 42.77 – 52.06 โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงถึงหัวข้าวเกรียบมีสีซีดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.9) ค่า a^* (ค่าสีแดง-เขียว) ของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็งพบว่า ค่า a^* ขึ้นลงอยู่ในช่วง -3.84 – 5.05 (ภาพที่ 4.10) และค่า a^* ของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น พบว่า ค่า a^* ขึ้นลงอยู่ในช่วง -3.84 – 5.05 (ภาพที่ 4.11) ซึ่งมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาใน

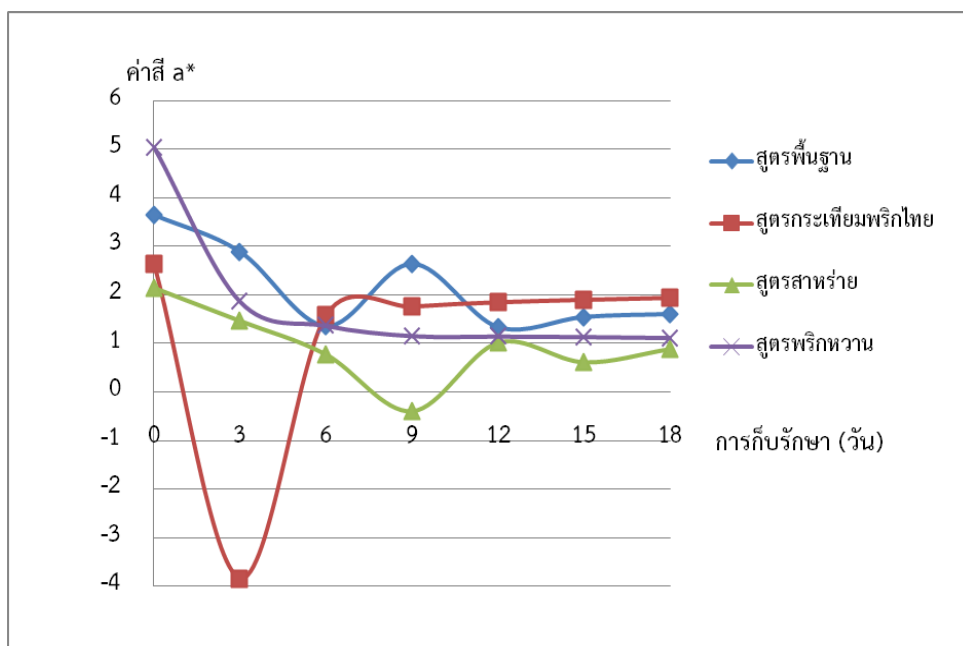
การเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ส่วนค่า b^* (ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน) ของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง มีค่าขึ้นลงอยู่ในช่วง 10.42 – 18.00 (ภาพที่ 4.12) และหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็นมีค่า b^* ขึ้นลงอยู่ในช่วง 10.18 – 16.15 (ภาพที่ 4.13) การเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของค่าสี L^* , a^* และ b^* ในขึ้นของหัวข้าวเกรียบจากการวิจัยนี้เป็นผลจากการกระจายของวัตถุดิบในขั้นตอนการนวดและการปั่นเป็นก้อนไม่สม่ำเสมอ เมื่อนำมาหั่นเป็นชิ้นขนาด $1 \times 1 \times 8$ เซนติเมตร จึงทำค่าที่วัดได้แปรปรวนสูง ดังนั้นผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็งและเก็บรักษาในตู้เย็นจึงไม่สามารถบ่งบอกการเปลี่ยนแปลงคุณภาพที่แท้จริงได้



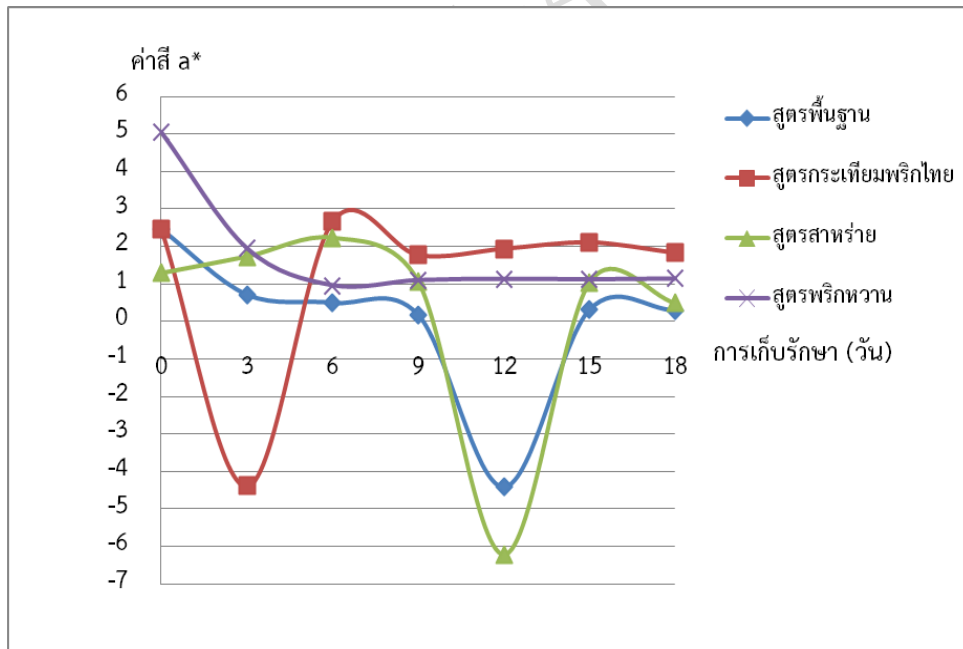
ภาพที่ 4.8 ผลการวัดค่าสี L^* ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง



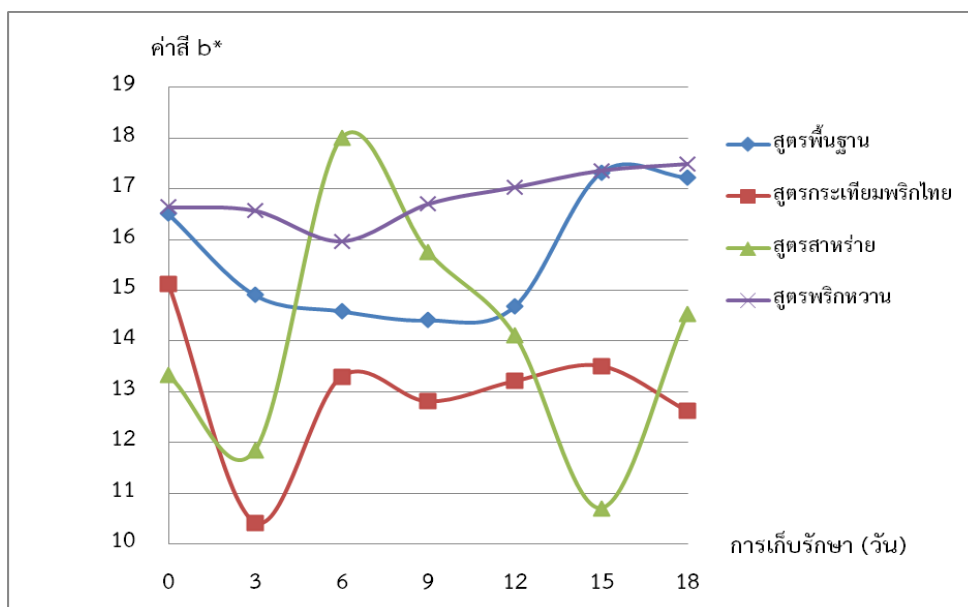
ภาพที่ 4.9 ผลการวัดค่า L^* ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น



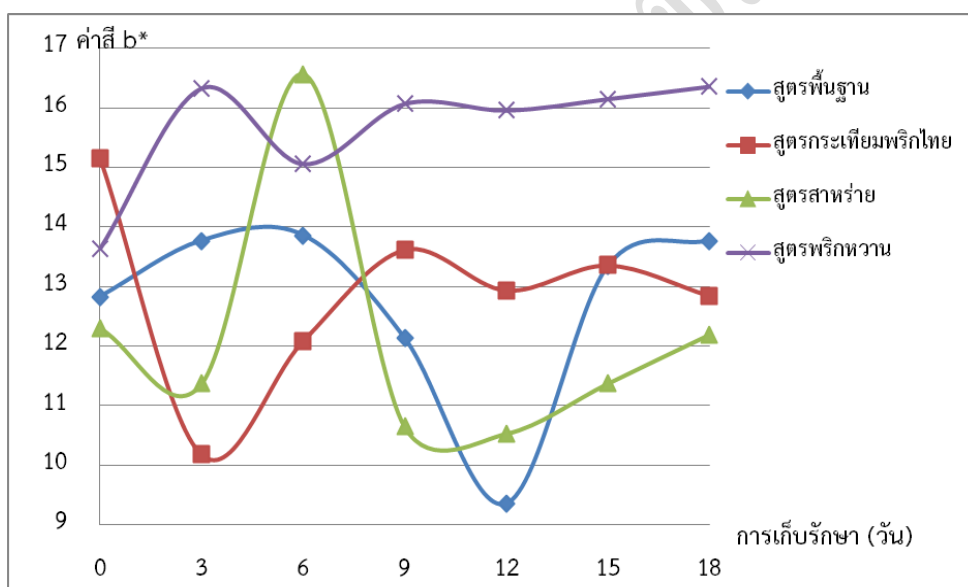
ภาพที่ 4.10 ผลการวัดค่าสี a^* ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง



ภาพที่ 4.11 ผลการวัดค่า a^* ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น



ภาพที่ 4.12 ผลการวัดค่าสี b^* ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง



ภาพที่ 4.13 ผลการวัดค่าสี b^* ในตัวอย่างหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น

2.2.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา

การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของหัวข้าวเกรียบ โดยตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด การตรวจวิเคราะห์ MPN โคลิฟอร์ม, MPN ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ MPN *E.coli* การตรวจหาเชื้อ *S.aureus* และ *Salmonella* spp. มีลำดับการนำเสนอผล คือ สูตรพื้นฐาน สูตรกระเทียมพริกไทย สูตรสาหร่ายและสูตรพริกหวาน ตามลำดับ

- คุณภาพทางจุลชีววิทยาของหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน

ผลการศึกษาพบว่า จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (total bacteria count; TBC) ในวันแรกของการเก็บรักษามีจำนวนน้อยมาก ($<2.40 \log_{10}\text{cfu/g}$) และไม่พบแบคทีเรียชนิดอื่น (ตารางที่ 4.11) ในขณะที่ Nor Khaizura และคณะ (2010) ศึกษาพบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดสูงถึง $6.61 \log_{10}\text{cfu/g}$ และยังพบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E.coli* จำนวน $3.79 \log_{10}\text{MPN/g}$, $3.02 \log_{10}\text{MPN/g}$ และ $1.69 \log_{10}\text{MPN/g}$ ตามลำดับ

ภายหลังการเก็บรักษาในตู้เย็น ชนิดและจำนวนแบคทีเรียค่อยๆ เพิ่มขึ้น โดยพบว่าจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็งมีจำนวนเพิ่มขึ้นระหว่าง $3.53\text{--}4.94 \log_{10}\text{cfu/g}$ ซึ่งยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2550) ที่กำหนดให้มีแบคทีเรียทั้งหมดไม่เกิน $6 \log_{10}\text{cfu/g}$ ในขณะที่หัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็นจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเกินเกณฑ์มาตรฐานในวันที่ 18 คือ $6.97 \log_{10}\text{cfu/g}$ และเริ่มพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในหัวข้าวเกรียบเก็บรักษาในน้ำแข็งในวันที่ 12 ($1.18 \log_{10}\text{MPN/g}$) และพบ *E.coli* ในวันที่ 15 ($1.36 \log_{10}\text{MPN/g}$) ในขณะที่หัวข้าวเกรียบซึ่งเก็บรักษาในตู้เย็นเริ่มพบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในวันที่ 15 ($0.96 \log_{10}\text{MPN/g}$) และพบ *E.coli* ในวันที่ 18 ($0.96 \log_{10}\text{MPN/g}$) ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2550) กำหนดให้มี MPN โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟีคัลโคลิฟอร์มไม่เกิน $2.70 \log_{10}\text{MPN/g}$ และ MPN *E.coli* ไม่เกิน $0.48 \log_{10}\text{MPN/g}$ นอกจากนี้ไม่พบ *S.aureus* และ *Salmonella* spp. ในหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาโดยวิธีการแช่เย็นทั้ง 2 วิธี

ตารางที่ 4.11 ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน

วิธีการ เก็บรักษา	ชนิด ของแบคทีเรีย	ปริมาณเชื้อ						
		วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18
แช่น้ำแข็ง ($2\pm 1^{\circ}\text{C}$)	TBC ($\log_{10}\text{cfu/g}$)	<2.40	3.53	3.63	4.53	4.75	4.73	4.94
	Coliform ($\log_{10}$ MPN/g)	-	-	-	-	1.18	1.36	1.36
	Fecal coliform ($\log_{10}$ MPN/g)	-	-	-	-	-	1.36	1.36
	<i>E.coli</i> ($\log_{10}$ MPN/g)	-	-	-	-	-	1.36	1.36
	<i>S.aureus</i> ($\log_{10}\text{cfu/g}$)	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Salmonella</i> spp. ($\log_{10}\text{cfu/g}$)	-	-	-	-	-	-	-
แช่ตู้เย็น ($3\pm 1^{\circ}\text{C}$)	TBC ($\log_{10}\text{cfu/g}$)	<2.40	3.56	4.51	4.21	4.66	5.62	6.97
	Coliform ($\log_{10}$ MPN/g)	-	-	-	-	-	0.96	0.96
	Fecal coliform ($\log_{10}$ MPN/g)	-	-	-	-	-	-	0.96
	<i>E.coli</i> ($\log_{10}$ MPN/g)	-	-	-	-	-	-	0.96
	<i>S.aureus</i> ($\log_{10}\text{cfu/g}$)	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Salmonella</i> spp. ($\log_{10}\text{cfu/g}$)	-	-	-	-	-	-	-

ดังนั้นหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็งสามารถเก็บรักษาได้นาน 12 วัน ในขณะที่การเก็บรักษาในตู้เย็นสามารถเก็บรักษาได้นาน 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ตารางที่ 4.12) พบว่าสามารถเก็บรักษาได้เพียง 1 วันเท่านั้น เนื่องจากพบทั้งจำนวน

จุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *E.coli* เกินเกณฑ์มาตรฐานในวันที่ 1 หลังการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Che Rohani and Mat Arup (1992) ที่พบแบคทีเรียทั้งหมดใน keropok lekor เพิ่มขึ้นจาก $1 \times 10^2 - 1.5 \times 10^8$ cfu/g หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ 2 วัน อย่างไรก็ตามตรวจไม่พบ *S.aureus* และ *Salmonella* spp. ในหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ซึ่ง *S.aureus* เป็นแบคทีเรียที่พบได้ตามผิวหนัง จมูก คอ ผม ในคนที่มีสุขภาพดี และยังสามารถพบได้ในบาดแผล นอกจากนี้ยังสามารถแยกได้จากสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ ฝุ่น หรือแม้กระทั่งอุจจาระ ดังนั้น *S.aureus* จึงเป็นเชื้อที่สามารถทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย การพบ *S.aureus* ในอาหาร บ่งชี้ถึงสุขลักษณะในการผลิตที่ไม่ดี เนื่องจากมักมีสาเหตุเกิดจากการสัมผัสของคน (Ingham, 1991 ; Adams and Moss, 2008) ส่วน *Salmonella* spp. เป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคอาหารเป็นพิษ และโรคซัลโมเนลโลซิส (salmonellosis) ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เสียชีวิตจากโรคอาหารเป็นพิษ (Ruban *et al.*, 2010) ดังนั้นการไม่พบแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิดนี้ จึงทำให้มีความมั่นใจว่าผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยเมื่อบริโภค

ตารางที่ 4.12 ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 °C)

ชนิดของแบคทีเรีย	ปริมาณเชื้อ		
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2
TBC ($\log_{10}$ cfu/g)	<2.40	2.69	9.28
Coliform ($\log_{10}$ MPN/g)	-	>3.04	>3.04
Fecal coliform($\log_{10}$ MPN/g)	-	2.66	3.04
<i>E.coli</i> ($\log_{10}$ MPN/g)	-	2.66	3.04
<i>S.aureus</i> ($\log_{10}$ cfu/g)	-	-	-
<i>Salmonella</i> spp. ($\log_{10}$ cfu/g)	-	-	-

- คุณภาพทางจุลชีววิทยาของหัวข้าวเกรียบสูตรกระเทียมพริกไทย

ผลการศึกษาพบว่า จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ตรวจพบในวันแรกมีจำนวนน้อยมาก (ตารางที่ 4.13) เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ Nor Khaizura *et al.*, (2010) ซึ่งปัจจัยที่ทำให้จุลินทรีย์มีจำนวนน้อย เนื่องจากหัวข้าวเกรียบในการวิจัยนี้มีการควบคุมสุขลักษณะที่ดีในการผลิต (GMP) และนอกจากนี้ยังใช้เวลาการต้มให้เดือดนานถึง 30 นาที ทำให้ได้มีอุณหภูมิที่กึ่งกลางของผลิตภัณฑ์ประมาณ 94-95 องศาเซลเซียส ในขณะที่การศึกษาของ Nor Khaizura *et al.*, (2010) ต้มผลิตภัณฑ์ให้เดือดนาน 10 นาที อุณหภูมิที่กึ่งกลางของผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 85.69 องศาเซลเซียส แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิดังกล่าว ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิดได้ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์หรือทนความร้อน

ดังนั้นจำนวนแบคทีเรียจึงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ภายหลังการเก็บรักษา สำหรับหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง พบจำนวนแบคทีเรียเพิ่มขึ้นจนเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดในวันที่ 15 โดยจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดมีค่าเท่ากับ $6.05 \log_{10}\text{cfu/g}$ และ *E.coli* มีค่าเท่ากับ $0.96 \log_{10} \text{MPN/g}$ ส่วนหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็นพบจำนวนแบคทีเรียเกินเกณฑ์มาตรฐานในวันที่ 15 เช่นกัน

ตารางที่ 4.13 ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในหัวข้าวเกรียบสุตรกระเทียมพริกไทย

วิธีการเก็บรักษา	ชนิดของแบคทีเรีย	ปริมาณเชื้อ						
		วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18
แช่น้ำแข็ง ($2 \pm 1^\circ\text{C}$)	TBC ($\log_{10}\text{cfu/g}$)	<2.40	3.76	5.52	5.86	5.97	6.05	7.15
	Coliform ($\log_{10} \text{MPN/g}$)	-	-	-	-	-	1.97	>3.04
	Fecal coliform ($\log_{10} \text{MPN/g}$)	-	-	-	-	-	0.96	3.04
	<i>E.coli</i> ($\log_{10} \text{MPN/g}$)	-	-	-	-	-	0.96	3.04
	<i>S.aureus</i> ($\log_{10}\text{cfu/g}$)	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Salmonella</i> spp. ($\log_{10}\text{cfu/g}$)	-	-	-	-	-	-	-
แช่ตู้เย็น ($3 \pm 1^\circ\text{C}$)	TBC ($\log_{10}\text{cfu/g}$)	<2.40	3.51	4.56	5.48	5.65	6.1	6.59
	Coliform ($\log_{10} \text{MPN/g}$)	-	-	-	-	0.56	0.96	2.38
	Fecal coliform ($\log_{10} \text{MPN/g}$)	-	-	-	-	-	0.96	2.38
	<i>E.coli</i> ($\log_{10} \text{MPN/g}$)	-	-	-	-	-	0.96	2.38
	<i>S.aureus</i> ($\log_{10}\text{cfu/g}$)	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Salmonella</i> spp. ($\log_{10}\text{cfu/g}$)	-	-	-	-	-	-	-

หัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ตารางที่ 4.14) สามารถเก็บรักษาได้เพียง 1 วัน เช่นเดียวกับหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน ในขณะที่หัวข้าวเกรียบที่เก็บโดยวิธีการแช่เย็น สามารถเก็บได้นานถึง 12 วัน เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยลดอัตราเมแทบอลิซึมของจุลินทรีย์ที่รอดชีวิตจากการพาสเจอไรซ์ โดยเอนไซม์จะลดปฏิกิริยาการทำงานลง ทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ช้าลง จึงสามารถยืดอายุการเก็บอาหารได้นานขึ้น ในขณะการเก็บที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์กลุ่มมีโซฟิลล์ (mesophile) ที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 20-45 องศาเซลเซียส จึงทำให้อาหารเน่าเสียเร็ว (Banwart, 2010)

ตารางที่ 4.14 ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในหัวข้าวเกรียบสูตรกระเทียมพริกไทยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 °C)

ชนิดของแบคทีเรีย	ปริมาณเชื้อ		
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2
TBC ($\log_{10}$ cfu/g)	<2.40	6.11	8.15
Coliform ($\log_{10}$ MPN/g)	-	-	1.32
Fecal coliform($\log_{10}$ MPN/g)	-	-	0.56
<i>E.coli</i> ($\log_{10}$ MPN/g)	-	-	0.56
<i>S.aureus</i> ($\log_{10}$ cfu/g)	-	-	-
<i>Salmonella</i> spp. ($\log_{10}$ cfu/g)	-	-	-

- คุณภาพทางจุลชีววิทยาของหัวข้าวเกรียบสูตรสาหร่าย

จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่พบในหัวข้าวเกรียบสูตรสาหร่ายที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง มีจำนวนไม่มากนักระหว่างการเก็บรักษา 18 วัน (ตารางที่ 4.15) โดยมีจำนวนเชื้ออยู่ในช่วง 3.01 - $5.06 \log_{10}$ cfu/g ซึ่งยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2550) ในขณะที่หัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็นมีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเกินเกณฑ์มาตรฐานเมื่อเก็บรักษาได้ 18 วัน โดยมีจำนวนเท่ากับ $6.82 \log_{10}$ cfu/g เริ่มพบ *E.coli* ในหัวข้าวเกรียบที่เก็บในน้ำแข็งนาน 15 วัน แต่ในหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในแช่ตู้เย็น พบ *E.coli* ในวันที่ 18 ดังนั้น หัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็นจึงมีอายุการเก็บรักษา 15 วัน ซึ่งนานกว่าหัวข้าวเกรียบที่เก็บในน้ำแข็งที่มีอายุการเก็บรักษา 12 วัน อย่างไรก็ตามหัวข้าวเกรียบที่เก็บในตู้เย็นมีอายุการเก็บรักษานานกว่าหัวข้าวเกรียบที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งเก็บรักษาได้เพียง 1 วัน โดยมีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 6.10 - $8.21 \log_{10}$ cfu/g หลังจากเก็บได้เพียง 2 วัน และพบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ฟีคัลโคลิฟอร์มและ *E.coli* จำนวน 3.04, 2.66 และ 2.66 ตามลำดับ หลังจากเก็บรักษาได้เพียง 1 วัน (ตารางที่ 4.16)

ตารางที่ 4.15 ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในหัวข้าวเกรียบสุตรสหาย

วิธีการเก็บรักษา	ชนิดของแบคทีเรีย	ปริมาณเชื้อ						
		วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18
แช่น้ำแข็ง (2±1°C)	TBC (log ₁₀ cfu/g)	<2.40	3.01	3.02	4.08	4.67	4.62	5.06
	Coliform (log ₁₀ MPN/g)	-	-	-	-	1.97	1.36	1.36
	Fecal coliform (log ₁₀ MPN/g)	-	-	-	-	-	1.36	1.36
	<i>E.coli</i> (log ₁₀ MPN/g)	-	-	-	-	-	2.66	2.66
	<i>S.aureus</i> (log ₁₀ cfu/g)	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Salmonella</i> spp. (log ₁₀ cfu/g)	-	-	-	-	-	-	-
แช่ตู้เย็น (3±1 °C)	TBC (log ₁₀ cfu/g)	<2.40	2.88	4.27	4.64	5.64	5.69	6.82
	Coliform (log ₁₀ MPN/g)	-	-	-	-	-	-	1.36
	Fecal coliform (log ₁₀ MPN/g)	-	-	-	-	-	-	1.36
	<i>E.coli</i> (log ₁₀ MPN/g)	-	-	-	-	-	-	0.96
	<i>S.aureus</i> (log ₁₀ cfu/g)	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Salmonella</i> spp. (log ₁₀ cfu/g)	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4.16 ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในหัวข้าวเกรียบสูตรสหารายที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 °C)

ชนิดของแบคทีเรีย	ปริมาณเชื้อ		
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2
TBC ($\log_{10}$ cfu/g)	<2.40	6.10	8.21
Coliform ($\log_{10}$ MPN/g)	-	3.04	>3.04
Fecal coliform($\log_{10}$ MPN/g)	-	2.66	3.04
<i>E.coli</i> ($\log_{10}$ MPN/g)	-	2.66	3.04
<i>S.aureus</i> ($\log_{10}$ cfu/g)	-	-	-
<i>Salmonella</i> spp. ($\log_{10}$ cfu/g)	-	-	-

- คุณภาพทางจุลชีววิทยาของหัวข้าวเกรียบสูตรพริกหวาน

จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่พบในหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในวันแรกมีจำนวนน้อยเช่นเดียวกับหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐานและสูตรกระเทียมพริกไทย แต่เมื่อถึงวันที่ 12 พบว่าหัวข้าวเกรียบที่เก็บในน้ำแข็ง มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเกินเกณฑ์มาตรฐาน คือ $6.96 \log_{10}$ cfu/g นอกจากนี้ยังพบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ฟีคัลโคลิฟอร์มและ *E.coli* ปริมาณเท่ากัน คือ $1.63 \log_{10}$ MPN/g ซึ่งสำหรับ *E.coli* ถือว่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ สำหรับหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็นพบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดและ *E.coli* เกินเกณฑ์มาตรฐานในวันที่ 12 เช่นกัน (ตารางที่ 4.17)

เนื่องจากพบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดและ *E.coli* เกินเกณฑ์มาตรฐานตั้งแต่วันที่ 12 หัวข้าวเกรียบสูตรพริกหวานที่เก็บรักษาโดยวิธีการแช่เย็นจึงมีอายุการเก็บรักษาเพียง 9 วัน แต่อย่างไรก็ตามยังคงสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ตารางที่ 4.18) ที่สามารถเก็บรักษาได้เพียง 1 วัน โดยมีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดสูงถึง $7.67 \log_{10}$ cfu/g เมื่อเก็บรักษาได้ 1 วัน ทั้งนี้โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ฟีคัลโคลิฟอร์มและ *E.coli* เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นตัวบ่งบอกถึงการปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่าย ซึ่งเป็นไปได้ที่อาจจะพบจุลินทรีย์ก่อโรคปนเปื้อนอยู่ด้วย และบ่งบอกถึงสุขลักษณะในการผลิตอาหารอีกด้วย (สุรีย์ นานาสมบัติ, 2553)

จากผลการศึกษาทำให้ผู้บริโภคมั่นใจได้ว่า ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยถ้าหากรับประทานภายในระยะเวลาที่กำหนด เนื่องจากตรวจไม่พบเชื้อก่อโรคอาหารเป็นพิษทั้ง 2 ชนิด คือ *S.aureus* และ *Salmonella* spp. ในทุกตัวอย่างที่นำมาตรวจสอบ

ตารางที่ 4.17 ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในหัวข้าวเกรียบสุตรพริกหวาน

วิธีการ เก็บรักษา	ชนิด ของแบคทีเรีย	ปริมาณเชื้อ					
		วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15
แช่น้ำแข็ง (2±1°C)	TBC (log ₁₀ cfu/g)	<2.40	3.86	4.14	5.28	6.96	7.3
	Coliform (log ₁₀ MPN/g)	-	-	-	0.96	1.63	1.97
	Fecal coliform (log ₁₀ MPN/g)	-	-	-	-	1.63	1.97
	<i>E.coli</i> (log ₁₀ MPN/g)	-	-	-	-	1.63	1.18
	<i>S.aureus</i> (log ₁₀ cfu/g)	-	-	-	-	-	-
	<i>Salmonella</i> spp. (log ₁₀ cfu/g)	-	-	-	-	-	-
แช่ตู้เย็น (3±1 °C)	TBC (log ₁₀ cfu/g)	<2.40	3.07	4.08	4.97	6.03	6.95
	Coliform (log ₁₀ MPN/g)	-	-	-	-	0.56	1.18
	Fecal coliform (log ₁₀ MPN/g)	-	-	-	-	0.56	1.18
	<i>E.coli</i> (log ₁₀ MPN/g)	-	-	-	-	0.56	0.96
	<i>S.aureus</i> (log ₁₀ cfu/g)	-	-	-	-	-	-
	<i>Salmonella</i> spp. (log ₁₀ cfu/g)	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4.18 ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในหัวข้าวเกรียบสูตรพริกหวานที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (26 ± 2 °C)

ชนิดของแบคทีเรีย	ปริมาณเชื้อ		
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2
TBC ($\log_{10}$ cfu/g)	<2.40	7.67	8.9
Coliform ($\log_{10}$ MPN/g)	-	-	0.56
Fecal coliform($\log_{10}$ MPN/g)	-	-	-
<i>E.coli</i> ($\log_{10}$ MPN/g)	-	-	-
<i>S.aureus</i> ($\log_{10}$ cfu/g)	-	-	-
<i>Salmonella</i> spp. ($\log_{10}$ cfu/g)	-	-	-

2.3 สภาวะในการทอดหัวข้าวเกรียบเพื่อจำหน่าย

ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทอดหัวข้าวเกรียบ ซึ่งใช้อัตราส่วนของน้ำมันต่อหัวข้าวเกรียบในการทอด 3 อัตราส่วน คือ 3:1, 4:1 และ 5:1 วัดการฟองตัวของหัวข้าวเกรียบที่นำไปทอดที่อุณหภูมิ 180 - 200 องศาเซลเซียส นาน 3 - 4 นาที และนำหัวข้าวเกรียบที่ผ่านการทอดทั้ง 3 อัตราส่วนไปวิเคราะห์ปริมาณไขมัน แสดงผลดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ปริมาณไขมันและการฟองตัวของหัวข้าวเกรียบ

อัตราส่วนน้ำมันต่อหัวข้าวเกรียบ	การฟองตัว (เท่า)	ไขมัน (ร้อยละ)
3:1	1.10 ± 0.03^a	11.40 ± 0.71^a
4:1	1.11 ± 0.04^a	11.15 ± 0.98^a
5:1	1.15 ± 0.05^a	11.23 ± 0.50^a

จากผลการวัดการฟองตัวและปริมาณไขมันที่ถูกดูดซับไว้ในชิ้นหัวข้าวเกรียบทอด พบว่าอัตราส่วนน้ำมันที่ใช้ทอดไม่ส่งผลต่อการฟองตัวและปริมาณไขมันของข้าวเกรียบ ($p > 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามได้คัดเลือกอัตราส่วนน้ำมันที่ใช้ทอด 4:1 ไปใช้ในการศึกษาในขั้นต่อไป เนื่องจากพบว่าอัตราส่วน 4:1 มีปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์น้อยที่สุด ซึ่งหมายถึงการรอน้ำมันในผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบน้อยกว่าอัตราส่วนอื่น ซึ่งจะมีผลดีต่อผู้บริโภคคือจะไม่ได้รับไขมันมากเกินไปและมีผลดีต่อผู้จำหน่าย คือ ลดการสิ้นเปลืองของน้ำมันที่ใช้ทอด

2.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ทอดหัวข้าวเกรียบ

จากผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ทอดหัวข้าวเกรียบ โดยการเก็บตัวอย่างน้ำมันที่ใช้ทอดหัวข้าวเกรียบซึ่งใช้อัตราส่วนของน้ำมันต่อหัวข้าวเกรียบในการทอดเท่ากับ 1:4 โดยน้ำหนัก (อุณหภูมิในการทอด 180 - 200 องศาเซลเซียส) นำไปตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพจากการวัดความหนืด และการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีโดยการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระแสดงผลดังตารางที่ 4.26

- ความหนืด

ผลการวัดค่าความหนืดของน้ำมันที่ใช้ทอดหัวข้าวเกรียบ พบว่า ความหนืดของน้ำมันมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนซ้ำของการทอดที่เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) นั่นคือน้ำมันใหม่มีค่าความหนืดเท่ากับ 45.30 และเพิ่มขึ้นเป็น 62.20 เมื่อใช้ทอดซ้ำครั้งที่ 20 (ตารางที่ 4.20) ความหนืดของน้ำมันที่เพิ่มขึ้นนี้เนื่องจากปริมาณของสารโพลีเมอร์โมเลกุลสูง ที่เกิดจากการรวมตัวกันของโมเลกุลของกลีเซอรอล เกิดพันธะข้ามระหว่างคาร์บอนอะตอมโดยไม่มีออกซิเจน (เบญจรัก วายุภาพและคณะ, 2551 ; Satons *et al.*, 2005) อย่างไรก็ตามเมื่อนำผลการวัดความหนืดในน้ำมันที่ใช้ทอดหัวข้าวเกรียบไปเปรียบเทียบกับน้ำมันที่ใช้ทอดกล้วยหินซึ่งใช้เวลาในการทอด 5 นาที พบว่า ในการทอดครั้งที่ 5 ค่าความหนืดเท่ากับ 64.86 cP (จริยา สุขจินตนาและกามีละห์ หามะ, 2551) และน้ำมันที่ใช้ทอดไก่ ลูกชิ้นและปาต่องไก่ มีค่าความหนืดเท่ากับ 82.5, 98.5 และ 90.8 cP ตามลำดับ (เบญจรัก วายุภาพและคณะ, 2551) และ ความหนืดของน้ำมันที่ใช้ทอดไก่จำนวน 20 ซ้ำเพิ่มขึ้นจาก 69.8 เป็น 76.2 cP โดยใช้เวลาในการทอดแต่ละครั้งนานถึง 18 นาที (Sunisa *et al.*, 2011) ซึ่งพบการเปลี่ยนแปลงของความหนืดที่แตกต่างกันทั้งนี้ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าความหนืดของน้ำมันที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ชนิดของอาหาร อุณหภูมิที่ใช้ทอด เวลาในการทอดและชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอด เป็นต้น

- ปริมาณกรดไขมันอิสระ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันทอดหัวข้าวเกรียบ พบว่า ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันอยู่ในช่วงร้อยละ 0.27 - 3.03 ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนซ้ำของการทอด ($p < 0.05$) ทั้งนี้ปริมาณกรดไขมันอิสระใช้เป็นตัวชี้บ่งว่าไตรกลีเซอไรด์ที่มีอยู่ในน้ำมันถูกทำลายด้วยเอนไซม์ไลเปสเป็นกรดไขมันอิสระมากขึ้นเพียงใดซึ่งแสดงว่ามีปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolytic rancidity) เกิดขึ้นระหว่างการทอด และปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสระหว่างการทอดคือความชื้นในอาหาร โดยปริมาณกรดไขมันอิสระในช่วงร้อยละ 0.5-1.5 จะเริ่มสังเกตการณ์เห็นได้ (นิธิยา รัตนปณนธ์, 2548 ; Naz *et al.*, 2005) และน้ำมันทอดอาหารที่ปลอดภัยในการบริโภคควรมีปริมาณกรดไขมันอิสระไม่เกินร้อยละ 2.5 (เพ็ญพร เนียมหอม, 2554) นอกจากนี้ปริมาณกรดไขมันอิสระสามารถชี้วัดว่า น้ำมันมีคุณภาพดีหรือไม่ ซึ่งหากน้ำมันมีคุณภาพดี หรือยังไม่ได้มีการใช้งานจะมีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำกว่า ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมัน การใช้งานและการเก็บรักษา (วิภาวรรณ ศรีมุข, 2555) และรายงานการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ทอดไก่ พบว่า ปริมาณกรด

ไขมันอิสระมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.19 mgKOH/g เป็น 1.60 mgKOH/g เมื่อทอด 30 ครั้ง (Sunisa *et al*, 2011) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันที่ใช้ทอดหัวข้าวเกรียบจะเห็นว่าสามารถทอดได้จำนวน 15 ครั้ง (ปริมาณกรดไขมันอิสระร้อยละ 2.42)

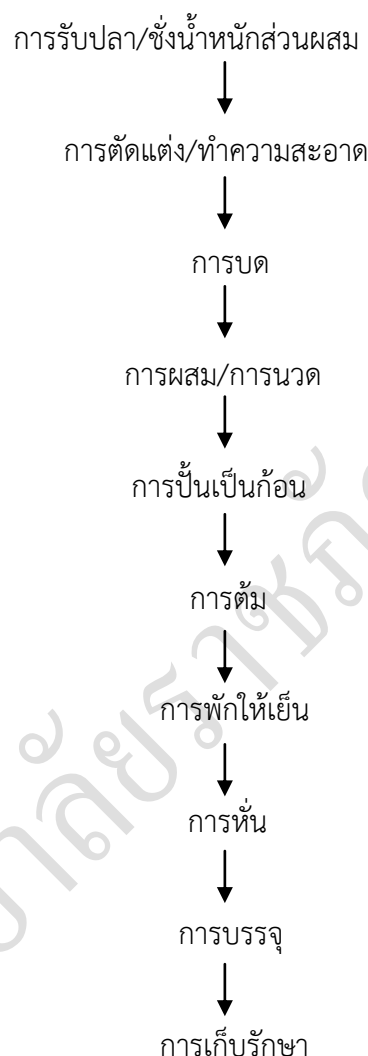
ตารางที่ 4.20 ค่าความหนืดและปริมาณกรดไขมันอิสระของน้ำมันที่ใช้ทอดหัวข้าวเกรียบ

การทอดซ้ำ	ความหนืด (cP)	กรดไขมันอิสระ (%)
1	45.43 ± 0.31 ^a	0.27±0.04 ^l
2	45.90 ± 0.20 ^a	0.34±0.02 ^l
3	47.47 ± 0.67 ^b	0.51±0.02 ^k
4	47.53± 0.57 ^b	0.52±0.04 ^k
5	48.43 ± 0.21 ^c	0.76±0.20 ^j
6	48.67 ± 0.38 ^c	1.10±0.01 ⁱ
7	49.00 ± 0.30 ^c	1.18±0.07 ^{hi}
8	49.97 ± 0.31 ^d	1.25±0.06 ^h
9	50.80 ± 0.81 ^{de}	1.29±0.02 ^h
10	51.57± 0.15 ^e	1.49±0.04 ^g
11	52.80± 0.15 ^f	1.57±0.06 ^g
12	52.97 ± 0.67 ^f	1.73±0.02 ^f
13	53.90 ± 0.62 ^g	2.07±0.08 ^e
14	55.23 ± 0.83 ^h	2.17±0.12 ^e
15	56.33± 0.47 ⁱ	2.42±0.13 ^d
16	56.53± 0.31 ⁱ	2.51±0.01 ^{cd}
17	57.80± 0.56 ^j	2.60±0.08 ^{bc}
18	58.93 ± 0.40 ^k	2.65±0.04 ^b
19	60.97 ± 0.76 ⁱ	2.73±0.06 ^b
20	62.20 ± 0.70 ^m	3.03±0.02 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. การกำหนดหัวข้อคุณภาพและจัดทำคู่มือคุณภาพ

3.1 กระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ เป็นต้นนี้



ภาพที่ 4.14 แผนภูมิกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ

3.2 การควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตและจำหน่ายหัวข้าวเกรียบ ตามหลักการของ Gryna (2001) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ การเลือกหัวข้อควบคุม การกำหนดกระบวนการวัดหรือประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ การกำหนดมาตรฐานหรือเป้าหมายผลิตภัณฑ์ การวัดผลงานที่เกิดขึ้นจริง การเปรียบเทียบกับมาตรฐานและปฏิบัติการแก้ไขปัญหา

ตารางที่ 4.21 การควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ

ขั้นตอน	หัวข้อควบคุม	ตัววัด	ค่าเป้าหมาย	ความถี่	การแก้ไข
การรับปลา/ ชั่งน้ำหนัก ส่วนผสม	- ความสด	คะแนนประเมินทางประสาทสัมผัส	เกรด E-B	ทุกครั้งที่ได้รับปลา	Reject เมื่อไม่เป็นไปตามค่าเป้าหมาย
	- อุณหภูมิของตัวปลา	อุณหภูมิ	ไม่เกิน 10 °C	ทุกครั้งที่ได้รับปลา	Reject เมื่อไม่เป็นไปตามค่าเป้าหมาย
	- ขนาด	จำนวนตัว/กิโลกรัม	12-19 ตัว/กิโลกรัม	ทุกครั้งที่ได้รับปลา	Reject เมื่อไม่เป็นไปตามค่าเป้าหมาย
	- ชนิดของปลา	ชนิดของปลา	ปลาทุแวก 100 %	ทุกครั้งที่ได้รับปลา	คัดแยกปลาชนิดอื่นออก
	- บรรจุภัณฑ์ของวัตถุดิบ	ความสมบูรณ์ของบรรจุภัณฑ์	บรรจุภัณฑ์ต้องไม่มีรอยฉีกขาด	ทุกครั้งที่ได้รับวัตถุดิบ	Reject เมื่อไม่เป็นไปตามค่าเป้าหมาย
	- ความชื้น	ปริมาณความชื้น (%)	แป้งมันสำปะหลัง $\leq 13.0^*$ เกลือ $\leq 6.0^*$ น้ำตาล $\leq 0.1^*$ ผงชูรส $\leq 0.01- 0.3^*$ *: มาตรฐาน มอก.	ทุกครั้งที่ได้รับวัตถุดิบ	Reject เมื่อไม่เป็นไปตามค่าเป้าหมาย

ตารางที่ 4.21 การควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ (ต่อ)

ขั้นตอน	หัวข้อควบคุม	ตัววัด	ค่าเป้าหมาย	ความถี่	การแก้ไข
การตัดแต่ง/ทำความสะอาด	- การตัดหัว คั่วก ไส้	ความสมบูรณ์ของการตัดหัว คั่วกไส้	จะต้องไม่มีเศษชิ้นส่วนของหัวและ เครื่องในปลา 100 %	ทุกครั้งที่ตัดหัว คั่วกไส้	นำกลับสู่กระบวนการตัดหัวคั่วกไส้ ใหม่
	- การล้างทำความสะอาดปลา	ความสะอาดของปลา	จะต้องไม่มีคราบเลือดของปลา	ทุกครั้งที่ทำ การล้าง	นำกลับสู่กระบวนการล้างใหม่อีกครั้ง
	- การสะเด็ดน้ำ	ปริมาณหยดน้ำที่หยดจาก กระซอน	จะต้องไม่มีน้ำหยดจากกระซอน	ทุกครั้งที่จะเด็ดน้ำ	เพิ่มระยะเวลาในการสะเด็ดน้ำ
การบด	- การบดปลา	ขนาดของกระดูกปลา	ขนาดกระดูกปลาไม่เกิน $0.01 \pm 0.005 \text{ mm}^3$	ทุกครั้งทีบดปลา	นำกลับไปบดซ้ำ
		อุณหภูมิของเนื้อปลา	ไม่เกิน 18°C	ทุกครั้งทีบดปลา	ลดระยะเวลาในขั้นตอนก่อนหน้า/ แช่ปลาในน้ำแข็ง
การเตรียมวัตถุดิบ ของส่วนผสม	- พริกหวาน	- วัดขนาดของพริกหวาน	- พริกหวานต้องมีขนาด 0.4×0.7 เซนติเมตร (กว้าง×ยาว)	ทุกครั้งทีหั่น	นำกลับสู่กระบวนการหั่นใหม่อีกครั้ง
	- สาหร่าย	- วัดขนาดของสาหร่าย	- สาหร่ายต้องมีขนาด 0.5×1.5 เซนติเมตร (หนา × ความยาว กว้าง)	ทุกครั้งทีหั่น	นำกลับสู่กระบวนการหั่นใหม่อีกครั้ง

ตารางที่ 4.21 การควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ (ต่อ)

ขั้นตอน	หัวข้อควบคุม	ตัววัด	ค่าเป้าหมาย	ความถี่	การแก้ไข
การเตรียมวัตถุดิบ ของส่วนผสม	- กระเทียม	วัดขนาดของกระเทียม	- กระเทียมต้องมีขนาด 0.2×0.4 เซนติเมตร ((กว้าง×ยาว)	ทุกครั้งที่หั่น	นำกลับสู่กระบวนการบดใหม่อีกครั้ง
	- พริกไทย	ความละเอียดของพริกไทย	- ความละเอียดของพริกไทย	ทุกครั้งที่บด	นำกลับสู่กระบวนการบดใหม่อีกครั้ง
การผสม/ การ นวด	- ชนิดและ น้ำหนักของ ส่วนผสม	ตรวจสอบชนิดของวัตถุดิบ	สูตรพื้นฐานมีวัตถุดิบ 5 ชนิด สูตรสาหร่ายมีวัตถุดิบ 6 ชนิด สูตรพริกหวานมีวัตถุดิบ 6 ชนิด สูตรกระเทียมพริกไทยมีวัตถุดิบ 7 ชนิด	ทุกครั้งที่ผสม	- กักผลิตภัณฑ์ไว้ตรวจสอบทาง ประสาทสัมผัส - นำกลับไปซังใหม่
	- ชั่งน้ำหนัก	น้ำหนักของวัตถุดิบทุกชนิด	สูตรพื้นฐาน (สำหรับผลิตภัณฑ์ 5 kg) - เนื้อปลาทุแขก 3,150 กรัม - แป้งมันสำปะหลัง 1,525 กรัม - น้ำตาล 190 กรัม - เกลือ 90 กรัม - ผงชูรส 45 กรัม	ทุกครั้งที่ผลิต	นำกลับไปซังใหม่

ตารางที่ 4.21 การควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ (ต่อ)

ขั้นตอน	หัวข้อควบคุม	ตัววัด	ค่าเป้าหมาย	ความถี่	การแก้ไข
การผสม/การ นวด	- ชั่งน้ำหนัก	น้ำหนักของวัตถุดิบทุกชนิด	- สูตรสาหร่าย (สำหรับผลิตภัณฑ์ 5 kg) - เนื้อปลาทุแยก 2,650 กรัม - แป้งมันสำปะหลัง 1,525 กรัม - น้ำตาล 190 กรัม - เกลือ 90 กรัม - ผงชูรส 45 กรัม - สาหร่าย 500 กรัม	ทุกครั้งที่ผลิต	นำกลับไปชั่งใหม่
	- ชั่งน้ำหนัก	น้ำหนักของวัตถุดิบทุกชนิด	- สูตรพริกหวาน (สำหรับผลิตภัณฑ์ 5 kg) เนื้อปลาทุแยก 2,850 กรัม - แป้งมันสำปะหลัง 1,526 กรัม - น้ำตาล 190 กรัม - เกลือ 90 กรัม - ผงชูรส 45 กรัม - พริกหวาน 300 กรัม	ทุกครั้งที่ผลิต	นำกลับไปชั่งใหม่

ตารางที่ 4.21 การควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ (ต่อ)

ขั้นตอน	หัวข้อควบคุม	ตัววัด	ค่าเป้าหมาย	ความถี่	การแก้ไข
การผสม/การ นวด	- ชั่งน้ำหนัก	น้ำหนักของวัตถุดิบทุกชนิด	สูตรกระเทียมพริกไทย (สำหรับผลิตภัณฑ์ 5 kg) - ปลาทุแวก 2,900 กรัม - แป้งมันสำปะหลัง 1,525 กรัม - น้ำตาล 190 กรัม - เกลือ 90 กรัม - ผงชูรส 45 กรัม - พริกไทยดำ 50 กรัม - กระเทียม 200 กรัม	ทุกครั้งที่ผลิต	นำกลับไปชั่งใหม่
การผสม/การ นวด	- ความสะอาดของ เครื่องมือและ อุปกรณ์ในการ นวด	ความสะอาดเครื่องมือและ อุปกรณ์	จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น โดยวิธี Swab test (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943)	เดือนละ 1 ครั้ง* *เอกสารทางวิชาการ	นำกลับไปกระบวนการล้าง ใหม่
	- การนวด	เวลาในการนวดและ ลักษณะของส่วนผสมที่ ผ่านการนวด	นวด 15 - 16 นาที ส่วนผสมจับตัวกันเป็นก้อนเหนียวเนียน ไม่ ติดภาชนะ	ทุกครั้งที่นวด	เพิ่มเวลาในการนวด (ใช้สังเกตร่วมกับจับเวลา)

ตารางที่ 4.21 การควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ (ต่อ)

ขั้นตอน	หัวข้อควบคุม	ตัววัด	ค่าเป้าหมาย	ความถี่	การแก้ไข
การปั้นเป็นก้อน	- สภาวะในการต้ม	อุณหภูมิและเวลาในการต้ม	- อุณหภูมิในการต้ม $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ - เวลาในการต้ม 30 ± 2 นาที	ทุกครั้งที่ผลิต	เพิ่มเวลาในการต้ม
	- ขนาดของก้อนหัวข้าวเกรียบ	ขนาดของก้อนหัวข้าวเกรียบ ยาว $\times$ เส้นผ่าศูนย์กลาง	ยาว 25 ± 1 cm, เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ± 0.5 cm	ทุกๆ 15 นาทีของการผลิต	นำกลับไปปั้นเป็นก้อนใหม่
การต้ม	- สภาวะในการต้ม	อุณหภูมิและเวลาในการต้ม	- อุณหภูมิในการต้ม $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ - เวลาในการต้ม 30 ± 2 นาที	ทุกครั้งที่ผลิต	เพิ่มเวลาในการต้ม
	- อุณหภูมิของก้อนหัวข้าวเกรียบ	อุณหภูมิใจกลางของก้อนหัวข้าวเกรียบ	อุณหภูมิ $90 \pm 5^{\circ}\text{C}$	ทุกครั้งที่ผลิต	เพิ่มเวลาในการต้ม
การพักให้เย็น	- สภาวะในการพักก้อนหัวข้าวเกรียบให้เย็น	ความสะอาดของบริเวณพักก้อนหัวข้าวเกรียบ ได้แก่ โต๊ะพักหัวข้าวเกรียบ - การป้องกันการปนเปื้อนจากสัตว์นำโรค	จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น โดยวิธี Swab test (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943)	เดือนละ 1 ครั้ง	ปรับเปลี่ยนวิธีการทำความสะอาด
	- อุณหภูมิของก้อนหัวข้าวเกรียบ	อุณหภูมิใจกลางของก้อนหัวข้าวเกรียบ	อุณหภูมิ $30 \pm 5^{\circ}\text{C}$	ทุกครั้งที่ผลิต	เพิ่ม/ลดเวลาในการทำให้เย็น

ตารางที่ 4.21 การควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ (ต่อ)

ขั้นตอน	หัวข้อควบคุม	ตัววัด	ค่าเป้าหมาย	ความถี่	การแก้ไข
การหั่น	ตรวจสอบอุปกรณ์ในการหั่น	ตรวจสอบความสะอาดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการหั่นได้แก่ เขียง มีด โต๊ะทำงาน	จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น โดยวิธี Swab test (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943)	ทุกครั้งที่ผลิต	นำกลับไปกระบวนการล้างใหม่
	- ขนาดของชิ้นหัวข้าวเกรียบ	- กว้าง×หนา×ยาว - จำนวนชิ้น/กิโลกรัม	- $1 \times 1 \times 8 \text{ cm}^3$ - 95 ± 5 ชิ้น/kg	สุ่มตรวจ 5 ชิ้นทุกๆ 30 นาทีของการผลิต	กักผลิตภัณฑ์ไว้ตรวจสอบ
การบรรจุ	- จำนวนชิ้นหัวข้าวเกรียบ	จำนวนชิ้นหัวข้าวเกรียบ/ถุง	100 ± 5 ชิ้น/ถุง	สุ่มตรวจ 3 ถุง ทุกๆ 30 นาทีของการผลิต	นำกลับไปชั่งใหม่
	- การบรรจุ	ความสมบูรณ์ของการปิดผนึก	ปิดผนึกสมบูรณ์ 100 %	ทุกครั้งที่ผลิต	นำกลับไปปิดผนึกใหม่
การเก็บรักษา	- อุณหภูมิในการเก็บรักษา	- อุณหภูมิในการเก็บรักษา	- เก็บในน้ำแข็งอุณหภูมิ $2 \pm 1^\circ\text{C}$ - เก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ $3 \pm 1^\circ\text{C}$	วันละ 1 ครั้ง	กักผลิตภัณฑ์ที่มีอุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงกว่าค่าเป้าหมาย

ตารางที่ 4.22 การควบคุมคุณภาพกระบวนการทอดหัวข้าวเกรียบ

ขั้นตอน	หัวข้อควบคุม	ตัววัด	ค่าเป้าหมาย	ความถี่	การแก้ไข
การทอด	- สภาวะในการทอด	- อุณหภูมิ - เวลา	- อุณหภูมิ 80-100 °C - เวลา 3-4 นาที	ทุกครั้งที่ทอด	กักผลิตภัณฑ์ไว้ตรวจสอบ
	- คุณภาพของน้ำมันที่ใช้ทอด	- จำนวนซ้ำที่ใช้ทอด	- ทอดซ้ำจำนวน 15 ครั้ง	ทุกครั้งที่ทอด	เปลี่ยนน้ำมันที่ใช้ทอด

หมายเหตุ แบบฟอร์มการบันทึกการบันทึกข้อมูลแสดงในภาคผนวก จ.

4. การจัดทำระบบคุณภาพและความปลอดภัย HACCP

การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตอาหาร (HACCP) ได้วิเคราะห์ในกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบทั้ง 4 สูตร โดยนำเสนอแผนภูมิกระบวนการผลิตและจุดควบคุมวิกฤตที่พบในกระบวนการผลิต ดังภาพที่ 4.15 – 4.18

6.1 แป้งมันสำปะหลัง, เกลือ,

น้ำตาล, ผงชูรส

6.2 ชั่งน้ำหนัก

1. ปลาทุแวก

2. ตัดหัว, ควักไส้

3. ทำความสะอาด

4. บดปลา

5. ชั่งน้ำหนักปลาบด

6. ผสมในเครื่องนวด

7. ชั่งน้ำหนักก้อนหัวข้าวเกรียบ

8. ปั่นเป็นก้อนทรงกระบอก

9. ต้ม

10. พักให้เย็น ณ อุณหภูมิห้อง

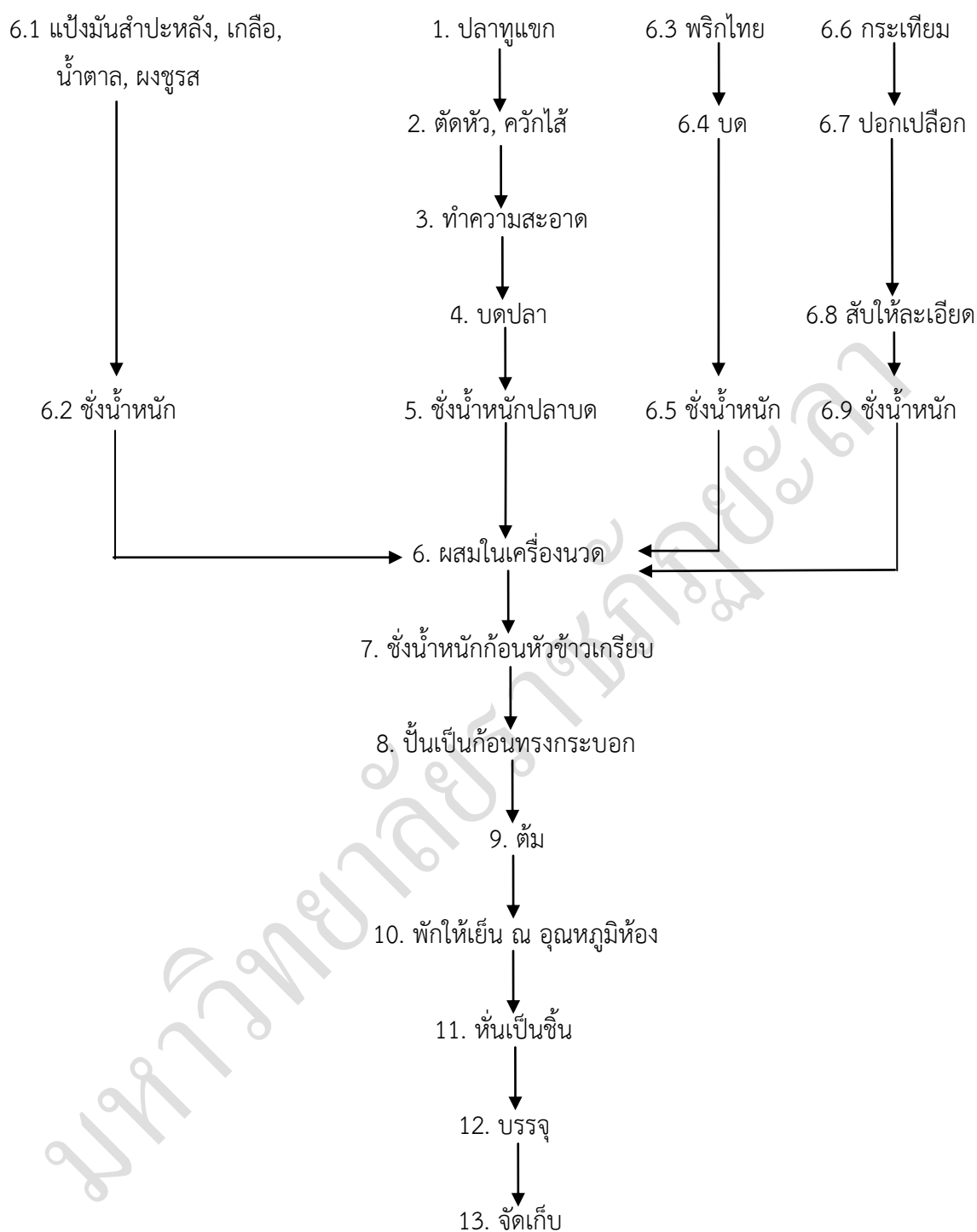
11. หั่นเป็นชิ้น

12. บรรจุ

13. จัดเก็บ

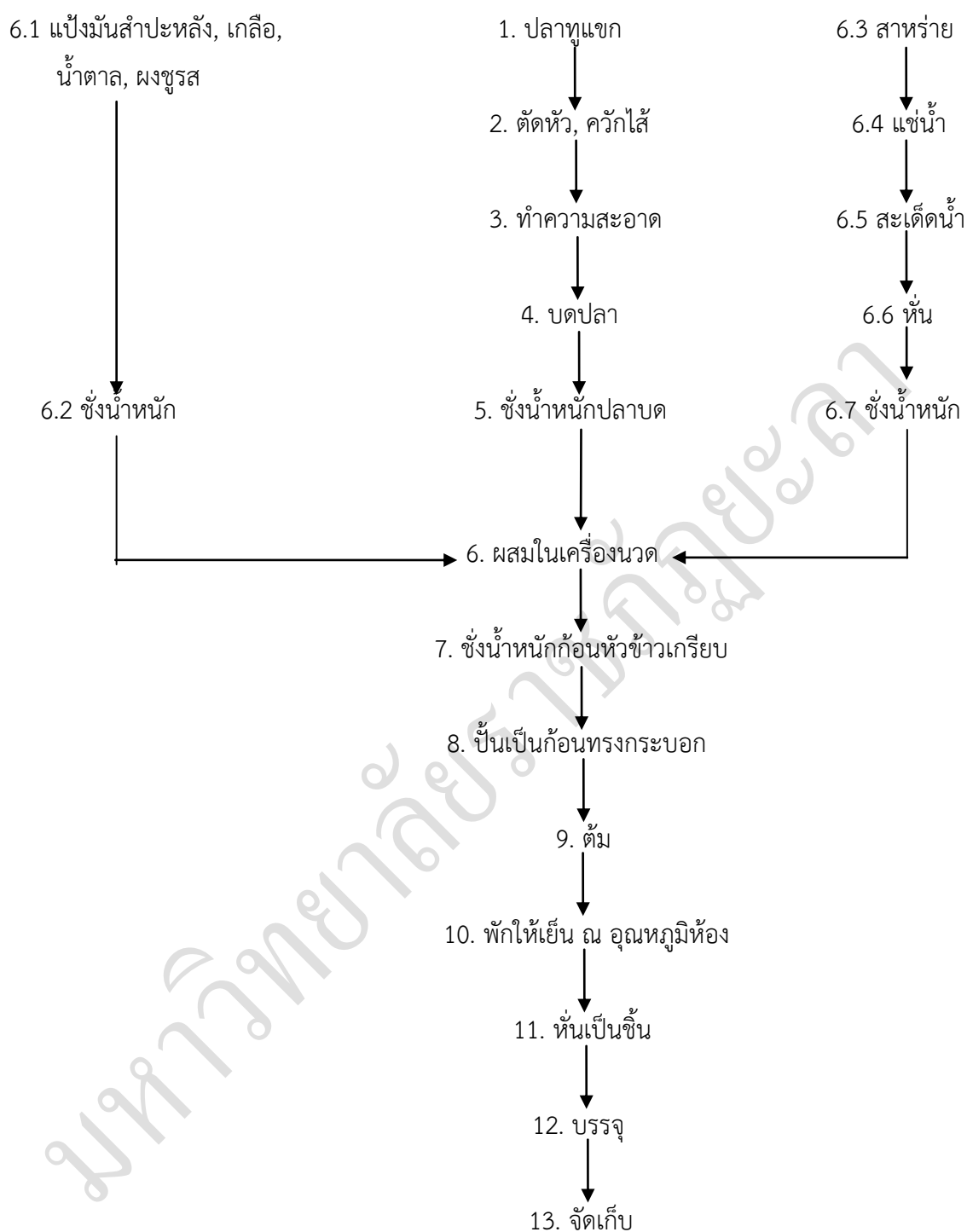
ภาพที่ 4.15 แผนภูมิกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน

หมายเหตุ: เอกสารแสดงขั้นตอนการจัดทำระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบแสดงในภาคผนวก ง.1



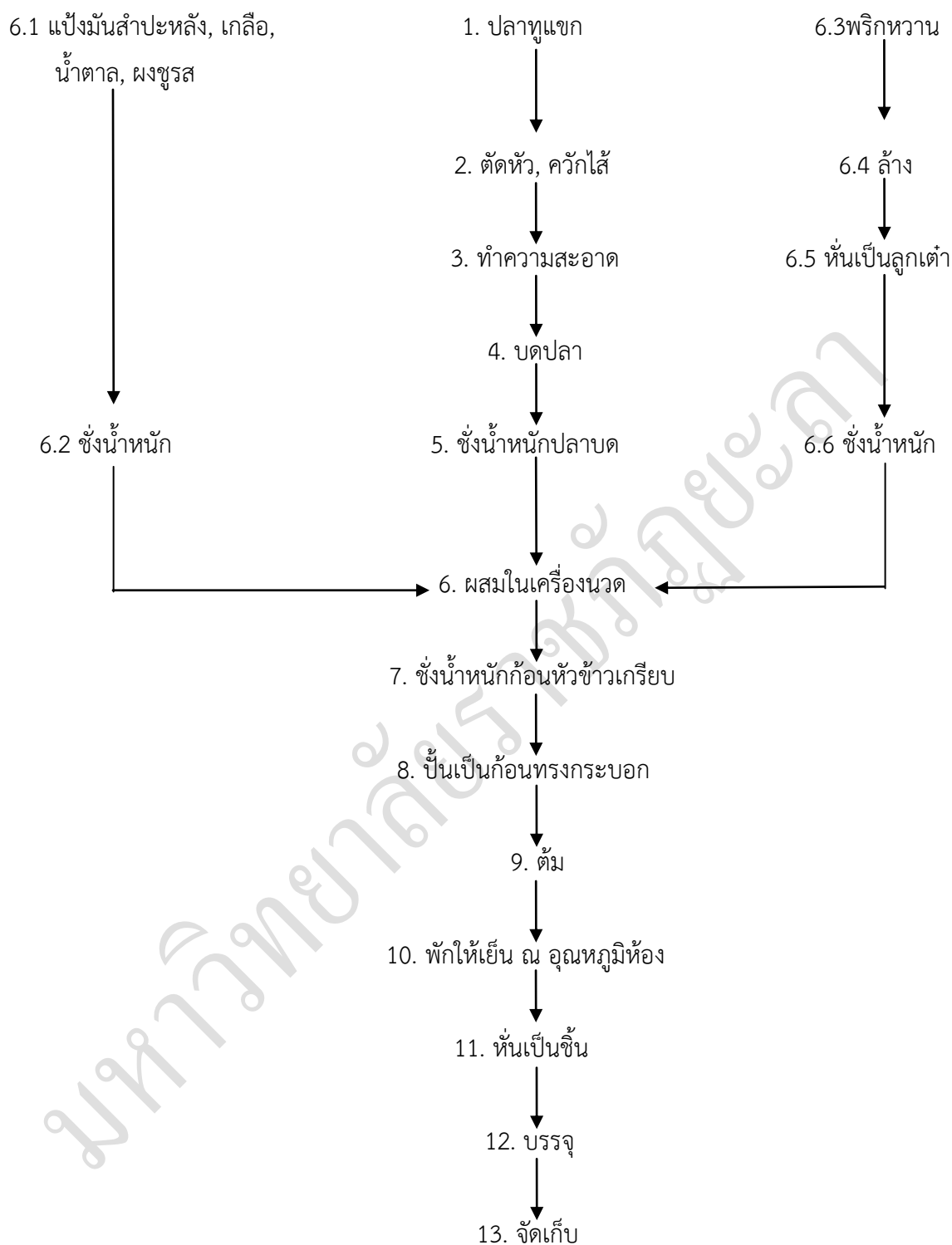
ภาพที่ 4.16 แผนภูมิกระบวนการผลิตหัวข้าวเหนียวสุตกรัเทียมพริกไทย

หมายเหตุ: เอกสารแสดงขั้นตอนการจัดทำระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิตหัวข้าวเหนียวแสดงในภาคผนวก ง.3



ภาพที่ 4.17 แผนภูมิกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบสูตรสาหร่าย

หมายเหตุ: เอกสารแสดงขั้นตอนการจัดทำระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบแสดงในภาคผนวก ง.4



ภาพที่ 4.18 แผนภูมิกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบสูตรปรักหวาน

หมายเหตุ: เอกสารแสดงขั้นตอนการจัดทำระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบแสดงในภาคผนวก ง.2

ตารางที่ 4. 23 จุดควบคุมวิกฤตที่พบในกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ

ลำดับที่	จุดควบคุมวิกฤต	มาตรการควบคุม	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มา	ค่าควบคุมวิกฤต
CCP-1	ขั้นตอนที่ 1. ปลาทุบแช่	ควบคุมอุณหภูมิในการรับปลา	สารฮีสตามีนในปลาทุบแช่	อุณหภูมิของตัวปลาไม่เกิน 10 °C
CCP-2	ขั้นตอนที่ 9. การต้ม	การเลือกรอดของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคเนื่องจากการให้ความร้อนไม่เพียงพอ	อุณหภูมิและเวลาในการต้มหัวข้าวเกรียบ	อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ต้ม 100±5 °C เวลา 30 นาที หรือนานกว่าหัวข้าวเกรียบจะลอยขึ้น
CCP-3	ขั้นตอนที่ 10. การพักให้เย็น ณ อุณหภูมิห้อง	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากอากาศและอุปกรณ์ในการผลิตที่สามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิห้องเนื่องจากการเก็บรักษาไม่ถูกต้อง	ควบคุมสภาวะในห้องจัดเก็บให้สามารถป้องกันการปนเปื้อนซ้ำของจุลินทรีย์จากอากาศและควบคุมความสะอาดของอุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	- อุณหภูมิห้องพักหัวข้าวเกรียบ - จำนวน Total Bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น
CCP-4	ขั้นตอนที่ 11. การหั่นเป็นชิ้น	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้	ควบคุมการทำความสะอาดมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น
CCP-5	ขั้นตอนที่ 12. การบรรจุ	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิต อุปกรณ์ที่ใช้และบรรจุภัณฑ์	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น

ตารางที่ 4. 23 จุดควบคุมวิกฤตที่พบในกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบ (ต่อ)

ลำดับที่	จุดควบคุมวิกฤต	มาตรการควบคุม	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มา	ค่าควบคุมวิกฤต
CCP-6	ขั้นตอนที่ 13. การจัดเก็บ	การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคระหว่างการเก็บรักษา	การควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน - การเก็บในตู้เย็น อุณหภูมิ $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ - การเก็บในน้ำแข็ง อุณหภูมิ $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ <u>สูตรพื้นฐาน</u> - เก็บในตู้เย็น ($3\pm 1^{\circ}\text{C}$) 15 วัน - เก็บในน้ำแข็ง ($2\pm 1^{\circ}\text{C}$) 12 วัน <u>สูตรกระเทียมพริกไทย</u> - เก็บในตู้เย็น ($3\pm 1^{\circ}\text{C}$) 15 วัน - เก็บในน้ำแข็ง ($2\pm 1^{\circ}\text{C}$) 12 วัน <u>สูตรสาหร่าย</u> - เก็บในตู้เย็น ($3\pm 1^{\circ}\text{C}$) 15 วัน - เก็บในน้ำแข็ง ($2\pm 1^{\circ}\text{C}$) 12 วัน <u>สูตรพริกหวาน</u> - เก็บในตู้เย็น ($3\pm 1^{\circ}\text{C}$) 9 วัน - เก็บในน้ำแข็ง ($2\pm 1^{\circ}\text{C}$) 9 วัน

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ เป็นอาหารท้องถิ่นที่ได้รับความนิยมของผู้บริโภคในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้และจังหวัดใกล้เคียง นับเป็นอาหารที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนาให้เป็นที่รู้จักและขยายตลาดสู่ธุรกิจแฟรนไชส์ แต่กระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบของผู้ประกอบการในปัจจุบันมีการผลิตเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน สถานที่ผลิต เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ วิธีการ รวมทั้งสุขลักษณะส่วนบุคคลยังไม่เหมาะสม จึงควรมีหน่วยงานเข้าไปกำกับดูแลเพื่อให้เกิดการยกระดับคุณภาพการผลิตและเกิดความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค

การศึกษาสภาวะการเก็บรักษาปลาหมึกซึ่งเป็นปัจจัยคุณภาพที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบ พบว่า การเก็บรักษาปลาหมึกในน้ำแข็ง โดยใช้อัตราส่วนของน้ำแข็งต่อปลาหมึก 2:1 สามารถเก็บไว้ได้นาน 8 วัน และดัชนีชี้วัดคุณภาพของปลาหมึกที่เหมาะสมที่สุดคือการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาปลาหมึกมีค่า TVB-N, TMA-N, pH, TBA และปริมาณจุลินทรีย์ เท่ากับ 8 mg/100g, 3.91 mg/100g, 5.95, 9.72 mgMDA/kg และ 0.7×10^5 cfu/g ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาคุณภาพหัวข้าวเกรียบในสภาวะการเก็บรักษาในน้ำแข็ง (2-3 องศาเซลเซียส) และเก็บรักษาในตู้เย็น (3 ± 1 องศาเซลเซียส) จากการตรวจสอบค่า TVB-N, pH, a_w , TBA, ค่าสี L^* a^* b^* และตรวจสอบทางจุลินทรีย์ได้แก่ total bacteria count, Coliform, Fecal coliform, *E.coli*, *S.aureus* และ *Salmonella* spp. พบว่าหัวข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน สูตรกระเทียม พริกไทยและสูตรสาหร่ายมีอายุการเก็บรักษาในน้ำแข็งเท่ากับ 12 วัน และเก็บรักษาในตู้เย็นได้ 15 วัน ส่วนหัวข้าวเกรียบสูตรพริกหวาน มีอายุการเก็บรักษาในน้ำแข็งและในตู้เย็นได้เท่ากัน คือ 9 วัน โดยดัชนีชี้วัดการเสื่อมคุณภาพของหัวข้าวเกรียบที่เหมาะสมจากการศึกษานี้ คือ การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา อย่างไรก็ตามแม้ว่าการเก็บรักษาหัวข้าวเกรียบโดยการแช่เย็นทั้ง 2 วิธี สามารถยืดอายุของผลิตภัณฑ์จากเดิมคือ 1 วันได้ แต่หากต้องการยืดอายุการเก็บรักษาหัวข้าวเกรียบให้นานขึ้น ควรทำการวิจัยวิธีการยืดอายุเก็บรักษาโดยการดัดแปลงสภาวะอากาศ การแช่เยือกแข็ง การใช้สารป้องกันการเสื่อมเสียหรือใช้มากกว่า 1 วิธีร่วมกัน ซึ่งจะเป็ประโยชน์ในการเพิ่มศักยภาพในการขยายตลาดของหัวข้าวเกรียบต่อไป

สภาวะในการทอดหัวข้าวเกรียบที่เหมาะสม คือ ใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำมันปาล์มต่อหัวข้าวเกรียบเท่ากับ 4:1 อุณหภูมิที่ใช้ทอด 180-200 องศาเซลเซียส เวลา 3-5 นาที โดยมีค่าการพองตัวเท่ากับ 1.11 เท่า และปริมาณไขมันร้อยละ 11.15 และสามารถทอดซ้ำได้จำนวน 15 ครั้ง โดยมีค่าความหนืดเท่ากับ 56.53 cP และปริมาณกรดไขมันอิสระเท่ากับร้อยละ 2.42

การจัดทำคู่มือคุณภาพโดยกำหนดหัวข้อควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตและจำหน่ายหัวข้าวเกรียบ ทั้งสิ้น 26 หัวข้อ ได้แก่ ความสดของปลา อุณหภูมิของปลา ขนาดของปลา ชนิดของปลา บรรจุภัณฑ์ของวัตถุดิบ ความชื้นของวัตถุดิบ การตัดหัวควักไส้ปลา การล้างทำความสะอาดปลา การสะเด็ดน้ำ การบดปลา ชนิดและน้ำหนักส่วนผสม การนวด น้ำหนักของก้อนข้าวเกรียบ ขนาดของก้อนข้าวเกรียบ สภาวะในการต้ม อุณหภูมิของก้อนข้าวเกรียบ สภาวะในการพักก้อนข้าวเกรียบให้เย็น อุณหภูมิของก้อนข้าวเกรียบ ขนาดของชิ้นข้าวเกรียบ จำนวนชิ้นหัวข้าวเกรียบ การบรรจุ อุณหภูมิในการเก็บรักษา สภาวะในการทอดและคุณภาพของน้ำมันที่ใช้ทอด ทั้งนี้การกำหนดหัวข้อคุณภาพแต่ละหัวข้อประกอบด้วย ตัววัด ค่าเป้าหมาย ความถี่และแนวทางแก้ไขในกรณีไม่เป็นไปตามค่าเป้าหมายเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ จุดควบคุมวิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตหัวข้าวเกรียบ มี 6 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ปลาทุบแช่, ขั้นตอนที่ 9 การต้ม, ขั้นตอนที่ 10 การพักให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง, ขั้นตอนที่ 11 หั่นเป็นชิ้น, ขั้นตอน 12 บรรจุ และขั้นตอนที่ 13 การจัดเก็บ อย่างไรก็ตามการจัดทำคู่มือคุณภาพนี้ได้ทดลองใช้กับการทำงานในห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหารเท่านั้น หากมีการนำไปใช้จริงกับสถานประกอบการอาจต้องปรับปรุงให้เหมาะกับการปฏิบัติงานจริงอีกครั้งหนึ่ง

จุดควบคุมวิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตหัวข้าวเกรียบ มี 6 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ปลาทุบแช่, ขั้นตอนที่ 9 การต้ม, ขั้นตอนที่ 10 การพักให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง, ขั้นตอนที่ 11 หั่นเป็นชิ้น, ขั้นตอน 12 บรรจุ และขั้นตอนที่ 13 การจัดเก็บ

ข้อเสนอแนะ

การจัดทำคู่มือคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิตหัวข้าวเกรียบนั้นนอกจากจะเป็นประโยชน์กับผู้ประกอบการที่สนใจการผลิตในรูปแบบธุรกิจแฟรนไชส์แล้วยังเกิดประโยชน์กับผู้ประกอบการเดิมในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้ได้ หากมีการนำไปสู่การปฏิบัติอย่างจริงจัง โดยมีการกำกับดูแลของภาครัฐ ซึ่งจะต้องให้ความสำคัญ ด้วยเหตุผลที่ว่าอาหารชนิดนี้เป็นอาหารที่ได้รับความนิยมในการบริโภคสูงและมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่การผลิตยังไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่ดี (GMP) และมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนในอาหารสูง

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

ก.1 การวิเคราะห์หาปริมาณ TBA

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดกลั่น (Flask, condenser, receiver)
2. ลูกแก้ว
3. เต้าไฟฟ้า
4. ปิเปต
5. หลอดทดสอบชนิดมีจุก
6. สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

สารเคมี

1. 4 N Hydrochloric acid
2. Antifome liquid
3. Thiobarbituric acid reagent ละลาย 0.2883 กรัม ใน 100 มล. ของ 90% glacial acetic acid

วิธีการทดลอง

1. ปั่นตัวอย่าง 10 กรัม กับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 นาที แล้วเทลงในขวดกลั่นใช้น้ำ 47.5 มิลลิลิตร ล้างภาชนะที่ใส่ตัวอย่างแล้วเทลงขวด
2. เติม 2.5 มิลลิลิตร 4 N HCl (pH ควรจะเป็น 1.5) และเติมลูกแก้วและ antifoam
3. กลั่นให้ได้ของเหลว 50 มิลลิลิตร ภายใน 10 นาที
4. ดูดสารที่กลั่นได้ 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบที่มีจุกปิด
5. เติม 5 มิลลิลิตร TBA reagent เขย่าและให้ความร้อนด้วยน้ำเดือดเป็นเวลา 35 นาที
6. ทำ blank โดยวิธีเดียวกัน โดยใช้ 5 มิลลิลิตร ของน้ำให้ความร้อน 35 นาที
7. ทำตัวอย่างและ blank ให้เย็นแล้ววัดค่า OD ที่ 532 nm

คำนวณ

TBA value (mg malonadehyde/kg sample) = $7.8 \times A$

(A = absorbance of sample ที่หักค่า blank แล้ว)

หมายเหตุ ต้องปฏิบัติตามโดยเคร่งครัดจึงจะใช้ค่า 7.8 เป็น factor ได้

ก.2 การวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยวิธีของ A.O.A.C. (2000)

วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

1. กระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. ปีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. เครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างหัวข้าวเกรียบ 5 กรัม ใส่ในปีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร

ผสมให้เข้ากัน

2. วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH-meter

ก.3 การวิเคราะห์หาปริมาณรวมต่างที่ระเหยได้และไตรเมทิลอะมีน (TVB-N และ TMA-N) โดย

วิธีคอนเวย์

วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

1. จาน Conway Unit
2. Volumetric pipette
3. Micro burette
4. ถ้วยบด
5. กระดาษกรอง
6. กรวย

สารเคมี

1. Mixed indicator : ละลาย 0.01 กรัมของ Bromocresol green และ 0.02 กรัม methylret ด้วย ethanol แล้วปรับจนได้ปริมาตร 10 มิลลิลิตร
2. Inner ring solution L : ละลาย 10 กรัมของ Boric acid ใน 200 มิลลิลิตร ethanol แล้ว เติม 10 มิลลิลิตร Mixed indicator (จากข้อ 1) ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
3. 0.02 N HCL

4. Saturated K_2CO_3 solution: ละลาย 60 กรัมของ K_2CO_3 ด้วย 50 มิลลิลิตร น้ำกลั่น ต้มประมาณ 10 นาที ทำให้เย็นแล้วกรองผ่านกระดาษกรอง
5. 4% TCA : ละลาย 40 กรัม trichloro acetic acid (CCl_3COOH) ใน 960 มิลลิลิตร น้ำกลั่น
6. 10% formaldehyde solution acetic acid : เติม 10 กรัม $MgCO_3$ ลงใน 100 มิลลิลิตร FORMALIN (35% formaldehyde solution) เขย่าให้เข้ากัน กรองผ่านกระดาษกรอง แล้วทำให้เจือจาง 3 เท่าด้วยน้ำกลั่น
7. Grese หรือ vasaline

วิธีการทดลอง

การหาค่า TVB-N

1. ทา grese หรือ vasaline ที่ขอบฝาจาน Conway
2. ดูดสารละลาย ตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ชั้นนอกของ Conway
3. ดูด Inner ring solution 1 มิลลิลิตร ลงที่วงกลมชั้นในของจาน Conway
4. เอียงจาน Conway
5. ดูด Saturated K_2CO_3 1 มิลลิลิตร ใส่ชั้นนอก แต่ให้อยู่คนละด้านกับสารละลาย ตัวอย่างตามข้อ 2
6. ปิดฝาจาน Conway ให้สนิท
7. เอียงหรือหมุนจาน Conway เบาๆ ให้ Potassium carbonate ผสมกับสารละลาย ตัวอย่าง ระวังอย่าให้เกิดการผสมกับ Indicator ที่วงกลมชั้นในเป็นอันขาด
8. บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส 45-60 นาที หรือทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 ชั่วโมง
9. เปิดฝา Conway แล้วไตเตรทวงกลมชั้นในด้วย 0.02 N HCL จนกระทั่งสีเขียวจางหายไป จดปริมาณการใช้ HCL ไว้คำนวณ
10. ทำ Blank โดยใช้ 4% TCA จำนวน 1 มิลลิลิตร แทนสารสกัดตัวอย่าง แล้วดำเนินการตามวิธีการตั้งแต่ข้อ 1-9

การหาค่า TMA- N

1. ทำเช่นเดียวกับการหา TVB-N ตั้งแต่ข้อ 1-3
2. เติม 10% formaldehyde solution 1 มิลลิลิตร ผสมกับตัวอย่าง
3. ดูด K_2CO_3 1 มิลลิลิตร ใส่ชั้นนอก ปิดฝาแล้วค่อยๆ หมุนให้สารละลายผสมกัน
4. ทิ้งไว้ที่ 37 องศาเซลเซียส 1-2 ชั่วโมง

5. ไตเตรทส่วนที่อยู่ในวงแหวนด้วย 0.02 N HCL จนกระทั่งเปลี่ยนเป็นสีชมพู
6. ทำ Blank โดยใช้ 4% TCA จำนวน 1 มิลลิตร ดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{TVB-N (มก. ไนโตรเจน/100 กรัมตัวอย่าง)} = \frac{(N)(14)(A-B)(V)(100)}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

เมื่อ N = Normality ของ HCL ที่ใช้ไตเตรท

A = มิลลิตร HCL ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

B = มิลลิตร HCL ที่ใช้ไตเตรท Blank

V = ปริมาตรรวมของตัวอย่างและ TCA ที่ในการเตรียมตัวอย่าง

$$\text{TMA- N (มก. ไนโตรเจน/100 กรัมตัวอย่าง)} = \frac{(N)(14)(C-B)(V)(100)}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

เมื่อ N = Normality ของ HCL ที่ใช้ไตเตรท

C = มิลลิตร HCL ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

B = มิลลิตร HCL ที่ใช้ไตเตรท Blank

V = ปริมาตรรวมของตัวอย่างและ TCA ที่ในการเตรียมตัวอย่าง

ภาคผนวก ข. การตรวจสอบคุณภาพ

ข.1 การวัดค่า Water activity; a_w

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่า Water activity; a_w
2. ตลับพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่าง

วิธีการทดลอง

1. รินตัวอย่างน้ำบูดูใส่ในตลับพลาสติก ร้อยละ 80-90
2. นำตลับใส่ใน Measuring chamber
3. ปิดฝา โดยหมุนตามเข็มนาฬิกาและปิดฝาครอบ
4. อ่านค่าจากเครื่อง
5. ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย

ข.2 การวัดค่าสีด้วยเครื่อง Hunter Lab

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่าสี (Hunter lab) ตรา Color flex รุ่น Cx 1471
2. จานแก้วใสมีฝาครอบ
3. กระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิลิตร

วิธีการทดลอง

1. ตวงตัวอย่างน้ำบูดูปริมาตร 20 มิลลิลิตร ลงในจานแก้วใสและปิดฝา
2. เปิดเครื่องวัดค่าสี (Hunter lab) ตรา Color flex รุ่น Cx 1471
3. เลือกโปรแกรม STANDARDIZE
4. ทำการ calibration โดย
 - นำแผ่นสีดำมาตรฐาน (Black Glass) มาวางบนที่สำหรับวางตัวอย่าง
 - นำแผ่นสีขาวมาตรฐาน (Whaite Glass) มาวางบนที่สำหรับวางตัวอย่าง
 - เลือกค่าคุณสมบัติในการวัดค่าสีโดยเลือกกระบบเป็น $L^* a^* b^*$
5. ทำการวัดค่าสีของตัวอย่าง
6. อ่านผลการวัดค่าสีจากเครื่อง และบันทึกผลการวัดของแต่ละค่า

เมื่อ L^* คือ ค่าสว่าง (0 = สีดำ, 100 = สีขาว)

a^* คือ สีแดง/สีเขียว (+ = สีแดง, - = สีเขียว)

b^* คือ สีเหลือง/สีน้ำเงิน (+ = สีเหลือง, - = สีน้ำเงิน)

ข.3 การวัดความหนืด

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดความหนืด (Viscometer) ตรา Brookfield รุ่น DV-I+
2. ปีกเกอร์

วิธีการทดลอง

1. ทำการติดตั้งเครื่องกับเสาแกนตั้ง ปรับฟองอากาศในช่องกระจกให้อยู่ตรงกลางโดยปรับที่ล้อหมุนใต้เสาแกนตั้ง
2. นำตัวอย่างใส่ในปีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร ให้มีปริมาณมากพอ ต่อ RTD Temperater probe เข้ากับตัวอย่างเพื่อวัดอุณหภูมิของตัวอย่างขณะทำการวัดความหนืด
3. เปิดสวิทช์เครื่อง เลือกใส่หัวหมุน (spindle) ให้เหมาะสมกับตัวอย่าง ทำการใส่ค่าของขนาดหัวหมุน (select spindle) และค่าความเร็วที่ใช้ (select speed)

4. จากนั้นกด select display เครื่องจะแสดงค่าความหนืดของตัวอย่าง และอุณหภูมิของตัวอย่างขณะนั้น อ่านค่าความหนืดเป็นร้อยละ Viscometer Torque หรือ CP Viscosity (centipoises, cp) โดยค่าที่ถูกต้องร้อยละ Viscometer Torque ควรเข้าใกล้ร้อยละ 100 มากที่สุด เมื่อใช้หัวหมุน และความเร็วที่เหมาะสม กรณีที่บนจอภาพปรากฏ %EEE %? หรือ %- แสดงว่าใช้หัวหมุน และความเร็วไม่เหมาะสม ให้กด motor off แล้วรอให้เข็มหยุดหมุนแล้วจึงทำการเปลี่ยนหัวหมุนที่ใช้

ภาคผนวก ค. การตรวจสอบคุณภาพจุลินทรีย์

ค.1 การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี A.O.A.C. (1999)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate Count Agar (PCA)
2. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85

วิธีการทดลอง

1. เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม
2. ปิเปตสารละลายที่ระดับความเจือจางที่เตรียมไว้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ
3. ทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) และทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส มาทำ pour plate techniqu บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง
4. นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นโดยเลือกนับเฉพาะที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี รายงานผลเป็นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในรูปโคโลนีต่อกรัม

ค.2 การวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย, ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E.coli* (Feng et al., 1998)

การตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E.coli* ใช้วิธี Multiple-Tube Technique โดยแสดงเป็นค่า MPN ซึ่งเป็นค่าทางสถิติไม่มีหน่วย

2.1 การวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

- การตรวจสอบขั้นแรก (Presumptive test)

ชั่งตัวอย่างอาหาร 50 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อใส่ในถุงพลาสติกปราศจากเชื้อ แล้วเติมสารละลาย Butterfield's phosphate – buffered dilution water ปริมาตร 450 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างเจือจาง 10 เท่า จากนั้นเจือจางตัวอย่างอาหารต่อไป โดยดูมา 10 มิลลิลิตรใส่ในสารละลาย Butterfield's phosphate – buffered dilution water ปริมาตร 90

มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันจะได้ความเจือจางระดับ 10^{-2} เจือจางต่อไปโดยใช้วิธีการเดียวกันจนได้ความเจือจางระดับ 10^{-3} คูดตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} , 10^{-2} และ 10^{-3} ใส่ในหลอดอาหารเหลว Lauryl Sulfate Broth (LSB) ที่บรรจุหลอดดักแก๊ส (durham 's tube) หลอดละ 1 มิลลิลิตร ความเจือจางละ 3 หลอด จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สังเกตหลอดที่ขุ่นและเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊สให้อ่านผลเป็นบวก นำหลอดที่ให้ผลเป็นบวกไปทดสอบขั้นยืนยันต่อไป

- การตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirmed test)

เขย่าหลอดอาหารเหลว LSB ที่ให้ผลบวก แล้วใช้ห่วงเชี่ยเชื้อถ่ายเชื้อจำนวน 1 ห่วง (loop) ใส่ในหลอดอาหารเหลว Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLB) ที่บรรจุหลอดดักแก๊ส จากนั้นนำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง นำไปตรวจผล ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อมีความขุ่น และเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊สให้อ่านผลเป็นบวก บันทึกหลอดที่ให้ผลเป็นบวก นำไปอ่านค่าจากตาราง MPN จะได้ค่า MPN/g ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย จากตัวอย่างอาหาร 1 กรัม

2.2 การวิเคราะห์ฟิคัลโคลิฟอร์มและ *Escherichia coli*

เขย่าหลอดอาหารเหลว LSB ที่ให้ผลเป็นบวกจากการตรวจสอบขั้นยืนยัน โดยใช้ห่วงเชี่ยเชื้อถ่ายเชื้อจำนวน 1 ห่วง ลงในหลอดอาหารเหลว EC ที่บรรจุหลอดดักแก๊ส นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 45.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สังเกตหลอดที่ขุ่น และเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊สให้อ่านผลเป็นบวก บันทึกหลอดที่ให้ผลบวก นำไปอ่านค่าจากตาราง MPN จะได้ค่า MPN/g ของฟิคัลโคลิฟอร์ม จากตัวอย่างอาหาร 1 กรัม

- การตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ (Complete test) เพื่อตรวจหา *Escherichia coli*

นำหลอดอาหารเหลว EC ที่ให้ผลบวก เขย่าให้เข้ากัน แล้วใช้ห่วงเชี่ยเชื้อจากหลอดดังกล่าว นำไปลาก (streak) แยกเชื่อบนอาหารแข็ง Eosin Methylene Blue (EMB) Agar จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18- 24 ชั่วโมง ตรวจดูลักษณะโคโลนีที่สงสัยว่าจะเป็น *E.coli* โดยโคโลนีจะมีลักษณะกลม สีเข้ม ตรงกลางเกือบมีสีดำและที่ผิวมีสีเขียวเหลือเป็นเงาโลหะ (metallic sheen) เชี่ยเชื้อจากโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น *E.coli* จากอาหาร EMB ลงในอาหาร PCA slant จำนวน 5 โคโลนี นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง นำเชื้อที่เจริญบนอาหาร PCA มาย้อมแกรม สังเกตรูปร่างของเซลล์จากกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งจะเป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน ไม่สร้างสปอร์

ถ้าเชื้อที่เจริญบนอาหาร PCA เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน ไม่สร้างสปอร์ ให้ทดสอบ IMViC test และถ่ายเชื้อลงในหลอดอาหาร LSB ที่มีหลอดดักแก๊สอีกครั้งเพื่อยืนยันการสร้างแก๊สจากแลคโตส โดยนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

การทดสอบ IMVic test

- **Indole test** ถ่ายเชื้อที่สงสัยจำนวน 1 หลวง ใส่ในหลอดอาหารเหลว Tryptone Broth แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปหยดน้ำยา โคแวกซ์-รีเอเจนท์ (Kovac ' s reagent) ประมาณ 1-2 หยด แล้วอ่านผล ถ้าปรากฏเป็นวงแหวนสีแดงบนผิวด้านบนให้อ่านผลเป็นบวก ถ้าผลการทดสอบเป็นสีเหลืองให้อ่านผลเป็นลบ

- **Voges – Proskauer test** ถ่ายเชื้อที่สงสัยจำนวน 1 หลวง ลงในอาหารเหลว MR-VP Broth นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นดูดเชื้อปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดอาหารที่ปราศจากเชื้อแล้วหยดสารละลายแอลฟา-แนพทอล (alpha – naphthol solution) ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตรและใส่สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน จากนั้นอ่านผล ถ้ามีสีชมพูเกิดขึ้น ให้อ่านผลเป็นบวก ถ้าเกิดเป็นสีทองแดงให้อ่านผลเป็นลบ

- **Methyl red test** นำอาหารเหลว MR-VP Broth ที่เหลือจากการทดสอบ VP- test แล้วบ่มต่อไปอีก 48 ชั่วโมง จากนั้นหยดสารละลายเมทิล เรด (Methyl red solution) จำนวน 5 หยด เขย่าให้เข้ากันแล้วอ่านผล ถ้าอาหารเปลี่ยนเป็นสีแดง ให้อ่านผลเป็นบวก ถ้าอาหารมีสีเหลือง ให้อ่านผลเป็นลบ

- **Citrate utilization test** ถ่ายเชื้อที่สงสัย จำนวน 1 หลวง ใส่ในหลอดอาหารเลี้ยง Simmon Citrate Agar บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำไปอ่านผลโดยการเปลี่ยนสีของบรอมไทมอล บลู (Bromthymol blue) ถ้าอาหารเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำเงินให้อ่านผลเป็นบวก ถ้าอาหารไม่เปลี่ยนสีให้อ่านผลเป็นลบ

การแปลผลการทดสอบ

เชื้อที่ให้ผลการทดสอบต่อไปนี้พิจารณาว่าเป็นเชื้อ *E.coli*

1. หมักแลคโตสพร้อมกับการสร้างแก๊สภายใน 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส
2. เป็นแบคทีเรียแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์
3. ผลการทดสอบ IMViC ดังนี้คือ + + - - (สำหรับ biotype 1) หรือ - + - - (สำหรับ biotype 2) นับจำนวนหลอดอาหาร EC ที่มีเชื้อ *E.coli* ที่ทั้ง 3 ระดับความเจือจางเพื่อนำมาหาค่า MPN/g ของ *E.coli* ต่ออาหาร 1 กรัม

ค.3 การวิเคราะห์เชื้อ *Staphylococcus aureus* (Bennett & Lancette, 1998)

การวิเคราะห์ปริมาณ *Staphylococcus aureus* โดยวิธีการตรวจนับจำนวนบนอาหารเลี้ยงเชื้อโดยตรง (direct plate count method)

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 50 กรัม ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ เทใส่ลงในถุงพลาสติกปราศจากเชื้อแล้วเติมสารละลาย Butterfield's phosphate – buffered dilution water ปริมาตร 450 มิลลิลิตร นำไป ตีปั่นด้วยเครื่องตีปั่นอาหาร เป็นเวลา 2 นาที

2. เจือจางตัวอย่างต่อไปที่ 10^{-2} และ 10^{-3} ด้วยสารละลาย Butterfield's phosphate – buffered dilution water

3. ดูดตัวอย่างอาหารแต่ละระดับความเจือจางปริมาตร 1 มิลลิลิตร แบ่งใส่ลงบนผิวหน้าอาหาร Baird-Parker Agar (BPA) ที่ผสม Egg yolk tellurite 5% จำนวน 3 จาน (จานที่ 1 ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร จานที่ 2 ปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร และจานที่ 3 ปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร) จากนั้นใช้แท่งแก้วที่ปราศจากเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าอาหาร เมื่อตัวอย่างอาหารซึมเข้าไปแล้วจึงทำการคว่ำจานและบ่มต่อไปจนครบ 48 ชั่วโมง

4. ตรวจดูโคโลนีบนอาหาร BPA เลือกจานที่มีโคโลนีที่น่าจะเป็นโคโลนีของ *S. aureus* จำนวน 20 – 200 โคโลนี โดยโคโลนีของ *S. aureus* จะมีลักษณะกลม นูน ขอบเรียบ ชื่น มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร สีเทาถึงดำ บริเวณรอบโคโลนีจะมีโซนขาวขุ่น (opaque zone)

5. คัดเลือกโคโลนีแต่ละลักษณะที่น่าจะเป็นโคโลนีของ *S. aureus* >1 โคโลนีต่อหนึ่งลักษณะ นำมาทดสอบการสร้างเอนไซม์โคแอกกูเลส (coagulase test) คำนวณหาจำนวนของ *S. aureus* ในอาหารที่นำมาวิเคราะห์ (*S. aureus* /g ของอาหาร) จากจำนวนโคโลนีที่ให้ผลบวกกับการทดสอบโคแอกกูเลส

การทดสอบการสร้างเอนไซม์โคแอกกูเลส

1. เชื้อเชื้อจากโคโลนีที่สงสัยว่าเป็นโคโลนีของ *S. aureus* ลงในหลอดทดลองที่มีอาหารเหลว Brain Heart Infusion (BHI) ปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร ผสมเชื้อให้เข้ากันดีกับอาหารเหลว และถ่ายเชื้อจากหลอดอาหาร BHI นี้มา 1 หลัเต็ม ลากบนผิวในหลอดอาหาร TSA slant

2. นำหลอดอาหาร BHI และหลอด TSA slant ที่ถ่ายเชื้อแล้วไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง เก็บเชื้อในหลอด TSA slant เพื่อทดสอบซ้ำหรือทดสอบอย่างอื่นเพิ่มเติมในกรณีที่ผลการทดสอบการสร้างเอนไซม์โคแอกกูเลสยังไม่ชัดเจน

3. เติมโคแอกกูเลสพลาสมา ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรลงในหลอดอาหาร BHI ที่มีเชื้อจากข้อ 2 ผสมให้เข้ากัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

4. อ่านผลโดยดูการจับตัวเป็นลิ่มของพลาสมา เนื่องจากเอนไซม์โคแอกกูเลสที่เชื้อ *S. aureus* สร้าง

ค.4 การวิเคราะห์เชื้อ *Salmonella* spp. (Ruban & Sharadha, 2010)

1. ชั่งตัวอย่างหัวข้าวเกรียบปริมาณ 25 กรัม ใส่ลงไปในสารละลาย Buffered peptone water ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

2. ดูดสารละลายจากข้อ 1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Rappaport – Vassiliadis (RV) Broth (10 มิลลิลิตร) แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และดูดสารละลายจากข้อ 1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ใน Selenite Cystine Broth (10 มิลลิลิตร) แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3. เชื้อเชื้อจำนวน 1 หลั จากอาหาร RV นำมาลากบนอาหาร Salmonella- Shigella (SS) Agar และอาหาร Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) Agar แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4. เชื้อเชื้อจำนวน 1 หลั จากอาหาร Selenite Cystine Broth นำมาลากบนอาหาร SS Agar และ XLD Agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5. สังเกตโคโลนีบนอาหารดังนี้

- บน SS Agar โคโลนีไม่มีสีและมีหรือไม่มีจุดสีดำตรงกลาง
- บน XLD Agar โคโลนีมีลักษณะเป็นสีแดงถึงชมพูและมีหรือไม่มีจุดสีดำตรงกลาง

จากนั้นนำไปทดสอบในขั้นตอนต่อไป

นำโคโลนีที่คาดว่าจะจะเป็น *Salmonella* ≥ 2 โคโลนีไปทดสอบทางชีวเคมีในอาหาร Triple Sugar Iron (TSI) Agar และ MIL test (Motility Indole Lysine test) มีวิธีการดังนี้

1. ใช้เข็มเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้วแตะตรงกลางโคโลนีเบาๆ ถ้ายึดลงใน TSI slant โดยการลาก ที่ผิวหน้าของอาหารเอียง (slant) และแทง (stab) ลงไปจนถึงก้นหลอด จากนั้นใช้เข็มอันเดิมไม่ต้องเผาไฟแทงลงในหลอดอาหาร MIL

2. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง คลายฝาหลอดอาหาร เพื่อให้มีอากาศขณะที่บ่มและเพื่อป้องกันการสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่มากเกินไป

การอ่านผล

- บนอาหาร TSI บริเวณที่ลาดเอียง (slant) มีสีแดง (alkaline) และส่วนของก้นหลอด (butt) มีสีเหลือง (acid) โดยมีหรือไม่มี การสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งสังเกตได้จากวันที่มีสีดำหรือไม่

- ในอาหาร MIL ทดสอบ 3 ชนิดคือ การเคลื่อนที่ (Motility) อินโดล (Indole) และไลซีน (Lysine) โดยจะตรวจดูสีของอาหารก่อนเพื่อดูผลของการทดสอบไลซีน

- เชื้อ *Salmonella* ส่วนใหญ่จะให้ผลของไลซีนเป็นบวก คือ สีม่วง แต่ถ้าผลลบจะมีสีเหลือง

- การเคลื่อนที่ *Salmonella* ส่วนใหญ่จะมีแฟลกเจลลาให้ผลการเคลื่อนที่เป็นบวก สังเกตจากความขุ่นของอาหารรอบรอยแทง จากนั้นทดสอบอินโดลโดยเปิดฝาหลอดทดลองแล้วหยด

โคแวกซ์รีเอเจนต์ปริมาตร 0.2-0.3 มิลลิลิตร (3-4 หยด) ลงไปบนผิวหน้าของอาหาร MIL ถ้าเป็น *Salmonella* จะต้องให้ผลลบคือเกิดสีเหลือง ถ้าให้ผลบวกจะเกิดสีแดง

**ภาคผนวก ง. เอกสารประกอบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิต
หั่วข้าวเกรียบ**

ง.1 รายละเอียดและวัตถุประสงค์การนำไปใช้ผลิตภัณฑ์หั่วข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน

1. ชื่อผลิตภัณฑ์ Product Name.	หั่วข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน
2. ลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ Important Characteristic of End Product	หั่วข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน บรรจุถุงพลาสติกจำนวน 100 ชิ้น/ถุง หั่นเป็นชิ้นเฟรนฟรายด์ ขนาดของชิ้น (กว้าง × ยาว × สูง) (1 × 8 × 1 ซม.) สีของหั่วข้าวเกรียบ ปลาเป็นสีน้ำตาล
3. ลักษณะการใช้ผลิตภัณฑ์ How The Product is to be Used	เป็นผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จรูป ต้องนำไปทอดก่อนรับประทาน พร้อมน้ำจิ้ม
4. ภาชนะบรรจุ Packaging	บรรจุพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน (Polyethylene : PE) ปิดผนึกด้วยความร้อน
5. Shelf Life อายุการเก็บรักษา	12 วัน ในตู้เย็น อุณหภูมิ $3 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 12 วัน ในน้ำแข็ง อุณหภูมิ $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$
6. Where will the Product be Sold แหล่งจำหน่าย	ร้านเฟรนไชส์
7. Labeling Instruction รายละเอียดที่กำกับฉลาก	ระบุชื่อผลิตภัณฑ์ หั่วข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน
8. Special Distribution Control การควบคุมดูแลระหว่างการขนส่ง	อุณหภูมิ $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$
9. Intended Use or Target Group วัตถุประสงค์ในการใช้ เช่น กลุ่มผู้บริโภค	บุคคลทั่วไป

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม

No	วัตถุดิบ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/ P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
1	ปลาทุบแช่	B	ไม่พบอันตราย	-						
		C	สารฮีสตามีนในปลา	ควบคุมอุณหภูมิในการรับปลาไม่เกิน 10 °C	/	x	/	x	Y	CCP1
		P	การเน่าเสียจากสภาพปลาที่ไม่สด	ควบคุมการรับซื้อปลาตามเกณฑ์ที่กำหนด	/	x	x		N	
2	ตัดหัว ควักไส้	B/C/ P	ไม่พบอันตราย	-						
3	ทำความสะอาด	B/C/ P	ไม่พบอันตราย	-						
4	บดปลา	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	x		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (ต่อ)

No	วัตถุดิบ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/ P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
5	ซังน้ำหนัปลาบด	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6	การผสมในเครื่องนวด	B/C/ P	ไม่พบอันตราย	-						
6.1	แป้งมันสำปะหลัง, เกลือ, น้ำตาล, ผงชูรส	B/C/ P	ไม่พบอันตราย	-						
6.2	ซังน้ำหนัวัตถุดิบ ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง, เกลือ, น้ำตาล, ผงชูรส	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (ต่อ)

No	วัตถุ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
7	ซังน้ำหนักก้อนหัวข้าวเกรียบ	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ปฏิบัติงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตตามโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	x		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
8	ปิ่นเป็นก้อนทรงกระบอก	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ปฏิบัติงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตตามโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	x		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (ต่อ)

No	วัตถุดิบ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/ P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
9	ต้ม	B	การเหลือรอดของจุลินทรีย์ที่ก่อโรค เนื่องจากการให้ความร้อนไม่เพียงพอ	ควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการต้มที่ $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$	/	/			Y	CCP2
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
10	พักให้เย็น ณ อุณหภูมิห้อง	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิห้อง เนื่องจากการเก็บรักษาไม่ถูกต้อง	ควบคุมสภาวะในห้องจัดเก็บและควบคุมความสะอาดของอุปกรณ์ โดยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	/	x	Y	CCP3
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
11	หั่นเป็นชิ้น	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้	ควบคุมการทำความสะอาดมือเครื่องจักร อุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	/	x	Y	CCP4
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (ต่อ)

No	วัตถุประสงค์/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/ P	อันตรายและสาเหตุ/แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
12	บรรจุ	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิต อุปกรณ์ที่ใช้และบรรจุภัณฑ์	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	/	x	Y	CCP5
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
13	จัดเก็บ	B	การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา	การควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์และระยะเวลาในการเก็บรักษา	/	x	/	x	Y	CCP6
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การกำหนดวิธีการแก้ไข

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP1 1. ปลาทุบแชก	สารฮีสตามีนในปลาทุบแชก	ควบคุมอุณหภูมิในการรับปลา	อุณหภูมิของตัวปลาไม่เกิน 10 °C	What: อุณหภูมิของตัวปลา How: วัดอุณหภูมิของตัวปลาโดยเทอร์โมมิเตอร์ When: ทุกครั้งที่รับปลา Who: ผู้ปฏิบัติที่ได้รับมอบหมาย	- Reject เมื่ออุณหภูมิของปลาเกิน 10 °C

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP2 9. ต้ม	การเหลือรอดของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคเนื่องจาก การให้ความร้อนไม่เพียงพอ	อุณหภูมิและเวลาในการต้มหัวข้าวเกรียบ	อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ต้ม $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ เวลา 30 นาที หรือจนกว่าหัวข้าวเกรียบจะลอยขึ้น	What: อุณหภูมิกับเวลา How: วัดอุณหภูมิของน้ำด้วยเทอร์โมมิเตอร์และจับเวลากับนาฬิกาจับเวลา When: ทุกๆ 15 นาทีของการผลิต Who: ผู้ปฏิบัติที่ได้รับมอบหมาย	1. ควบคุมจำนวนก่อนหัวข้าวเกรียบในการต้มแต่ละครั้ง 2. ตรวจสอบอุณหภูมิก่อนการต้มทุกครั้ง 3. หากอุณหภูมิไม่เป็นไปตามเกณฑ์ให้เพิ่มระยะเวลาในการต้ม

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP3 10. พักให้เย็น ณ อุณหภูมิห้อง	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากอากาศและอุปกรณ์ในการผลิตที่สามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิห้อง เนื่องจากการเก็บรักษาไม่ถูกต้อง	ควบคุมสภาวะในห้องจัดเก็บให้สามารถป้องกันการปนเปื้อนซ้ำของจุลินทรีย์จากอากาศและควบคุมความสะอาดของอุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	- อุณหภูมิห้องพักหัวข้าวเกรียบ - จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น โดยวิธี Swab test (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943)	What: - อุณหภูมิของห้องพักหัวข้าวเกรียบ - จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบริเวณโต๊ะวางหัวข้าวเกรียบ How: - วัดอุณหภูมิของห้องพักหัวข้าวเกรียบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ - Swab test When: - ทุกครั้งของการผลิต - เดือนละครั้ง Who: เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	- นำกลับไปต้มใหม่อีกครั้ง

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP4 11. หั่นเป็นชิ้น	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้	ควบคุมการทำความสะอาดมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น โดยวิธี Swab test (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943)	What: ตรวจเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Swab test มือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ผลิต How: โดยวิธี Swab test When: เดือนละ 1 ครั้ง Who: เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	- นำไปจำหน่ายให้เร็ว กว่าเดิม

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP5 12. บรรจุ	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิตอุปกรณ์ที่ใช้และบรรจุภัณฑ์	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น โดยวิธี Swab test (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943)	What: ตรวจเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Swab test มือ และอุปกรณ์ที่ผลิต How: โดยวิธี Swab test When: เดือนละ 1 ครั้ง Who: เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	- นำไปจำหน่ายให้เร็ว กว่าเดิม

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP6 13. จัดเก็บ	การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคระหว่างการเก็บรักษา	การควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน - การเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ - การเก็บในน้ำแข็งอุณหภูมิ $2\pm 1^{\circ}\text{C}$	What: อุณหภูมิและเวลา How: เทอร์โมมิเตอร์ When: ทุก 1 วัน Who: เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	- นำไปจำหน่ายให้เร็ว กว่าเดิม

ง.2 รายละเอียดและวัตถุประสงค์การนำไปใช้ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสูตรพริกหวาน

1. ชื่อผลิตภัณฑ์ Product Name.	หัวข้าวเกรียบสูตรพริกหวาน
2. ลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ Important Characteristic of End Product	หัวข้าวเกรียบสูตรพริกหวาน บรรจุถุงพลาสติก จำนวน 100 ชิ้น/ถุง หั่นเป็นชิ้นเฟรนฟรายด์ ขนาดของชิ้น (กว้าง × ยาว × สูง) (1 × 8 × 1 ซม.) สีของหัวข้าวเกรียบ ปลาเป็นสีน้ำตาลมีจุดสีเขียวพริกหวานมีกลิ่นพริกหวาน
3. ลักษณะการใช้ผลิตภัณฑ์ How The Product is to be Used	เป็นผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จรูป ต้องนำไปทอดก่อนรับประทาน พร้อมน้ำจิ้ม
4. ภาชนะบรรจุ Packaging	บรรจุพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน (Polyethylene : PE) ปิดผนึกด้วยความร้อน
5. Shelf Life อายุการเก็บรักษา	12 วัน ในตู้เย็น อุณหภูมิ $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ 12 วัน ในน้ำแข็ง อุณหภูมิ $2\pm 1^{\circ}\text{C}$
6. Where will the Product be Sold แหล่งจำหน่าย	ร้านเฟรนไชส์
7. Labeling Instruction รายละเอียดที่กำกับฉลาก	ระบุชื่อผลิตภัณฑ์ หัวข้าวเกรียบสูตรพริกหวาน
8. Special Distribution Control การควบคุมดูแลระหว่างการขนส่ง	อุณหภูมิ $2\pm 2^{\circ}\text{C}$
9. Intended Use or Target Group วัตถุประสงค์ในการใช้ เช่น กลุ่มผู้บริโภค	บุคคลทั่วไป

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม

No	วัตถุดิบ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/ P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
1	ปลาทุแขก	B	ไม่พบอันตราย	-						
		C	สารฮีสตามีนในปลา	ควบคุมอุณหภูมิในการรับปลาไม่เกิน 10 °C	/	x	/	x	Y	CCP1
		P	การเน่าเสียจากสภาพปลาที่ไม่สด	ควบคุมการรับซื้อปลาตามเกณฑ์ที่ได้กำหนด	/	x	x		N	
2	ตัดหัว ควักไส้	B/C/ P	ไม่พบอันตราย	-						
3	ทำความสะอาด	B/C/ P	ไม่พบอันตราย	-						
4	บดปลา	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	x		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (ต่อ)

No	วัตถุดิบ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
5	ซังน้ำหนัปลาบด	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6	การผสมในเครื่องนวด	B/C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6.1	แป้งมันสำปะหลัง, เกลือ, น้ำตาล, ผงชูรส	B/C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6.2	ซังน้ำหนัวัตถุดิบ ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง, เกลือ, น้ำตาล, ผงชูรส	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6.3	พริกหวาน	B/C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (ต่อ)

No	วัตถุ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
6.4	ล้าง	B/C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6.5	หั่นเป็นลูกเต๋า	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6.6	ซังน้ำหนักรีดได้แก่พริกหวานหั่นลูกเต๋า	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
7	ซังน้ำหนักรีดก่อนหั่นข้าวเกรียบ	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ปฏิบัติงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตตามโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม

No	วัตถุ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
8	ป็นเป็นก้อน ทรงกระบอก	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ปฏิบัติงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตตามโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	x		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
9	ต้ม	B	การเหล็อรอดของจุลินทรีย์ที่ก่อโรค เนื่องจากการให้ความร้อนไม่เพียงพอ	ควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการต้มที่ $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$	/	/			Y	CCP2
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
10	พักให้เย็น ณ อุณหภูมิห้อง	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิห้อง เนื่องจากการเก็บรักษาไม่ถูกต้อง	ควบคุมสภาวะในห้องจัดเก็บและควบคุมความสะอาดของอุปกรณ์โดยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	/	x	Y	CCP3
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (ต่อ)

No	วัตถุ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
11	หั่นเป็นชิ้น	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้	ควบคุมการทำความสะอาดมือเครื่องจักร อุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	/	x	Y	CCP4
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
12	บรรจุ	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิต อุปกรณ์ที่ใช้และบรรจุภัณฑ์	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	/	x	Y	CCP5
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
13	จัดเก็บ	B	การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา	การควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์และระยะเวลาในการเก็บรักษา	/	x	/	x	Y	CCP6
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การกำหนดวิธีการแก้ไข

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือ แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP1 1. ปลาทูแขก	สารฮีสตามีนในปลาทูแขก	ควบคุมอุณหภูมิในการรับปลา	อุณหภูมิของตัวปลาไม่เกิน 10 °C	What: อุณหภูมิของตัวปลา How: วัดอุณหภูมิของตัวปลาโดย เทอร์โมมิเตอร์ When: ทุกครั้งที่รับปลา Who: ผู้ปฏิบัติที่ได้รับมอบหมาย	- Reject เมื่ออุณหภูมิ ของปลาเกิน 10 °C

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP2 9. ต้ม	การเหลื รอด ของ จุลินทรีย์ที่ก่อโรคเนื่องจาก การให้ความร้อนไม่เพียงพอ	อุณหภูมิและเวลาในการต้ม หัวข้าวเกรียบ	อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ต้ม $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ เวลา 30 นาที หรือจนกว่าหัวข้าวเกรียบจะ ลอยขึ้น	What: อุณหภูมิกับเวลา How: วัดอุณหภูมิของน้ำด้วย เทอร์โมมิเตอร์และจับเวลากับนาฬิกาจับเวลา When: ทุกๆ 15 นาทีของการผลิต Who: ผู้ปฏิบัติที่ได้รับมอบหมาย	1. ควบคุมจำนวนก้อนหัวข้าวเกรียบในการต้มแต่ละครั้ง 2. ตรวจสอบอุณหภูมิก่อนการต้มทุกครั้ง 3. หากอุณหภูมิไม่เป็นไปตามเกณฑ์ให้เพิ่มระยะเวลาในการต้ม

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP3 10. พักให้เย็น ณ อุณหภูมิห้อง	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากอากาศและอุปกรณ์ในการผลิตที่สามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิห้อง เนื่องจากการเก็บรักษาไม่ถูกต้อง	ควบคุมสภาวะในห้องจัดเก็บให้สามารถป้องกันการปนเปื้อนซ้ำของจุลินทรีย์จากอากาศและควบคุมความสะอาดของอุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	- อุณหภูมิห้องพักหั่วข้าวเกรียบ - จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น โดยวิธี Swab test (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943)	What: - อุณหภูมิของห้องพักหั่วข้าวเกรียบ - จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบริเวณโต๊ะวางหั่วข้าวเกรียบ How: - วัดอุณหภูมิของห้องพักหั่วข้าวเกรียบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ - Swab test When: - ทุกครั้งของการผลิต - เดือนละครั้ง Who: เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	- นำกลับไปต้มใหม่อีกครั้ง

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP4 11. หั่นเป็นชิ้น	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้	ควบคุมการทำความสะอาดมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น โดยวิธี Swab test (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943)	What: ตรวจเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Swab test มือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ผลิต How: โดยวิธี Swab test When: เดือนละ 1 ครั้ง Who: เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	- นำไปจำหน่ายให้เร็วกว่าเดิม

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP5 12. บรรจุ	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิตอุปกรณ์ที่ใช้และบรรจุภัณฑ์	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น โดยวิธี Swab test (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943)	What: ตรวจเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Swab test มือ และอุปกรณ์ที่ผลิต How: โดยวิธี Swab test When: เดือนละ 1 ครั้ง Who: เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	- นำไปจำหน่ายให้เร็วกว่าเดิม

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือ แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP6 13. จัดเก็บ	การเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์ที่ก่อโรคระหว่าง การเก็บรักษา	การควบคุมอุณหภูมิและ ระยะเวลาในการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน - การเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ - การเก็บในน้ำแข็งอุณหภูมิ $2\pm 1^{\circ}\text{C}$	What: อุณหภูมิและเวลา How: เทอร์โมมิเตอร์ When: ทุก 1 วัน Who: เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	- นำไปจำหน่าย ให้เร็วกว่าเดิม

ง.3 รายละเอียดและวัตถุประสงค์การนำไปใช้ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสูตรกระเทียมพริกไทย

1. ชื่อผลิตภัณฑ์ Product Name.	หัวข้าวเกรียบสูตรกระเทียมพริกไทย
2. ลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ Important Characteristic of End Product	หัวข้าวเกรียบสูตรกระเทียมพริกไทย บรรจุถุงพลาสติก จำนวน 100 ชิ้น/ถุง หั่นเป็นชิ้นเฟรนฟรายด์ ขนาดของชิ้น(กว้าง × ยาว × สูง) (1 × 8 × 1 ซม.) สีของหัวข้าวเกรียบปลาเป็นสีน้ำตาลมีจุดสีดำกระเทียมพริกไทยมีกลิ่นกระเทียมพริกไทย
3. ลักษณะการใช้ผลิตภัณฑ์ How The Product is to be Used	เป็นผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จรูป ต้องนำไปทอดก่อนรับประทานพร้อมน้ำจิ้ม
4. ภาชนะบรรจุ Packaging	บรรจุพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน (Polyethylene : PE) ปิดผนึกด้วยความร้อน
5. Shelf Life อายุการเก็บรักษา	12 วัน ในตู้เย็น อุณหภูมิ $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ 12 วัน ในน้ำแข็ง อุณหภูมิ $2\pm 1^{\circ}\text{C}$
6. Where will the Product be Sold แหล่งจำหน่าย	ร้านเฟรนไชส์
7. Labeling Instruction รายละเอียดที่กำกับฉลาก	ระบุชื่อผลิตภัณฑ์ หัวข้าวเกรียบสูตรกระเทียมพริกไทย
8. Special Distribution Control การควบคุมดูแลระหว่างการขนส่ง	อุณหภูมิ $2\pm 2^{\circ}\text{C}$
9. Intended Use or Target Group วัตถุประสงค์ในการใช้ เช่น กลุ่มผู้บริโภค	บุคคลทั่วไป

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม

No	วัตถุดิบ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/ P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
1	ปลาทุแวก	B	ไม่พบอันตราย	-						
		C	สารฮีสตามีนในปลา	ควบคุมอุณหภูมิในการรับปลาไม่เกิน 10 °C	/	x	/	x	Y	CCP1
		P	การเน่าเสียจากสภาพปลาที่ไม่สด	ควบคุมการรับซื้อปลาตามเกณฑ์ที่กำหนด	/	x	x		N	
2	ตัดหัว ควักไส้	B/C/ P	ไม่พบอันตราย	-						
3	ทำความสะอาด	B/C/ P	ไม่พบอันตราย	-						
4	บดปลา	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	x		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (ต่อ)

No	วัตถุดิบ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
5	ซังน้ำหนักลาบด	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6	การผสมในเครื่องนวด	B/C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6.1	แป้งมันสำปะหลัง, เกลือ, น้ำตาล, ผงชูรส	B/C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6.2	ซังน้ำหนัวัตถุดิบ ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง, เกลือ, น้ำตาล, ผงชูรส	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6.3	พริกไทย	B/C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (ต่อ)

No	วัตถุดิบ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
6.4	บดพริกไทย	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	x		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6.5	ซังน้ำหนัก ได้แก่ พริกไทยบด	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	x		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6.6	กระเทียม	B/C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6.7	ปอกเปลือก	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ปฏิบัติงาน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตตามโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	x		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (ต่อ)

No	วัตถุดิบ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
6.8	สับกระเทียม	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	x		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6.5	ซังน้ำหนักรีดได้แก่กระเทียมสับ	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	x		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
7	ซังน้ำหนักรีดก่อนหั่นข้าวเกรียบ	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ปฏิบัติงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตตามโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	x		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (ต่อ)

No	วัตถุดิบ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
8	ป้อนเป็นก้อน ทรงกระบอก	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ปฏิบัติงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตตามโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
9	ต้ม	B	การเหลื่อมของอุณหภูมิที่ก่อโรค เนื่องจากการให้ความร้อนไม่เพียงพอ	ควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการต้มที่ $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$	/	/			Y	CCP2
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
10	พักให้เย็น ณ อุณหภูมิห้อง	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิห้อง เนื่องจากการเก็บรักษาไม่ถูกต้อง	ควบคุมสถานะในห้องจัดเก็บและควบคุมความสะอาดของอุปกรณ์โดยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	/	×	Y	CCP3
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (ต่อ)

No	วัตถุดิบ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
11	หั่นเป็นชิ้น	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้	ควบคุมการทำความสะอาดมือเครื่องจักร อุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	/	x	Y	CCP4
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
12	บรรจุ	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิต อุปกรณ์ที่ใช้และบรรจุภัณฑ์	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	/	x	Y	CCP5
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
13	จัดเก็บ	B	การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา	การควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์และระยะเวลาในการเก็บรักษา	/	x	/	x	Y	CCP6
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การกำหนดวิธีการแก้ไข

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือ แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP1 1. ปลาทูแขก	สารฮีสตามีนในปลาทูแขก	ควบคุมอุณหภูมิในการรับปลา	อุณหภูมิของตัวปลาไม่เกิน 10 °C	What: อุณหภูมิของตัวปลา How: วัดอุณหภูมิของตัวปลาโดย เทอร์โมมิเตอร์ When: ทุกครั้งที่รับปลา Who: ผู้ปฏิบัติที่ได้รับมอบหมาย	- Reject เมื่ออุณหภูมิของ ปลาเกิน 10 °C

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP2 9. ต้ม	การเหลือรอดของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคเนื่องจาก การให้ความร้อนไม่เพียงพอ	อุณหภูมิและเวลาในการต้ม หัวข้าวเกรียบ	อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ต้ม $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ เวลา 30 นาที หรือจนกว่าหัวข้าวเกรียบจะ ลอยขึ้น	What: อุณหภูมิกับเวลา How: วัดอุณหภูมิของน้ำด้วย เทอร์โมมิเตอร์และจับเวลา กับนาฬิกาจับเวลา When: ทุกๆ 15 นาทีของการผลิต Who: ผู้ปฏิบัติที่ได้รับมอบหมาย	1. ควบคุมจำนวนก้อนหัว ข้าวเกรียบในการต้มแต่ละ ครั้ง 2. ตรวจสอบอุณหภูมิก่อน การต้มทุกครั้ง 3. หากอุณหภูมิไม่เป็นไป ตามเกณฑ์ให้เพิ่มระยะเวลา ในการต้ม

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP3 10. พักให้เย็น ณ อุณหภูมิห้อง	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากอากาศและอุปกรณ์ในการผลิตที่สามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิห้อง เนื่องจากการเก็บรักษาไม่ถูกต้อง	ควบคุมสภาวะในห้องจัดเก็บให้สามารถป้องกันการปนเปื้อนซ้ำของจุลินทรีย์จากอากาศและควบคุมความสะอาดของอุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	- อุณหภูมิห้องพักหั่วข้าวเกรียบ - จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น โดยวิธี Swab test (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943)	What: - อุณหภูมิของห้องพักหั่วข้าวเกรียบ - จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบริเวณโต๊ะวางหั่วข้าวเกรียบ How: - วัดอุณหภูมิของห้องพักหั่วข้าวเกรียบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ - Swab test When: - ทุกครั้งของการผลิต - เดือนละครั้ง Who: เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	- นำกลับไปต้มใหม่อีกครั้ง

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP4 11. หั่นเป็นชิ้น	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้	ควบคุมการทำความสะอาดมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น โดยวิธี Swab test (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943)	What: ตรวจเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Swab test มือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ผลิต How: โดยวิธี Swab test When: เดือนละ 1 ครั้ง Who: เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	- นำไปจำหน่ายให้เร็วกว่าเดิม

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP5 12. บรรจุ	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิต อุปกรณ์ที่ใช้และบรรจุภัณฑ์	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น โดยวิธี Swab test (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943)	What: ตรวจเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Swab Test มือ และอุปกรณ์ที่ผลิต How: โดยวิธี Swab test When: เดือนละ 1 ครั้ง Who: เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	- นำไปจำหน่ายให้เร็วกว่าเดิม

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP6 13. จัดเก็บ	การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคระหว่างการเก็บรักษา	การควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน - การเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ - การเก็บในน้ำแข็งอุณหภูมิ $2\pm 1^{\circ}\text{C}$	What: อุณหภูมิและเวลา How: เทอร์โมมิเตอร์ When: ทุก 1 วัน Who: เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	- นำไปจำหน่ายให้เร็วกว่าเดิม

ง.4 รายละเอียดและวัตถุประสงค์การนำไปใช้ผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบสูตรสำหรับ

1. ชื่อผลิตภัณฑ์ Product Name.	หัวข้าวเกรียบสูตรสำหรับ
2. ลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ Important Characteristic of End Product	หัวข้าวเกรียบสูตรสำหรับ บรรจุพลาสติกจำนวน 100 ชิ้น/ถุง หั่นเป็นชิ้นเฟรน ฟรายด์ ขนาดของชิ้น (กว้าง × ยาว × สูง) (1 × 8 × 1 ซม.) สีของหัวข้าวเกรียบปลาเป็นสีน้ำตาลมีจุดสีเขียวคล้ำสำหรับมีกลิ่นสำหรับ
3. ลักษณะการใช้ผลิตภัณฑ์ How The Product is to be Used	เป็นผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จรูป ต้องนำไปทอดก่อนรับประทานพร้อมน้ำจิ้ม
4. ภาชนะบรรจุ Packaging	บรรจุพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน (Polyethylene: PE) ปิดผนึกด้วยความร้อน
5. Shelf Life อายุการเก็บรักษา	12 วัน ในตู้เย็น อุณหภูมิ $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ 12 วัน ในน้ำแข็ง อุณหภูมิ $2\pm 1^{\circ}\text{C}$
6. Where will the Product be Sold แหล่งจำหน่าย	ร้านเฟรนไชส์
7. Labeling Instruction รายละเอียดที่กำกับฉลาก	ระบุชื่อผลิตภัณฑ์ หัวข้าวเกรียบสูตรสำหรับ
8. Special Distribution Control การควบคุมดูแลระหว่างการขนส่ง	อุณหภูมิ $2\pm 2^{\circ}\text{C}$
9. Intended Use or Target Group วัตถุประสงค์ในการใช้ เช่น กลุ่มผู้บริโภค	บุคคลทั่วไป

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม

No	วัตถุดิบ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/ P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอน ถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
1	ปลาทุแวก	B	ไม่พบอันตราย	-						
		C	สารฮีสตามีนในปลา ไม่เกิน 20 mg ต่อน้ำหนัก 100 กรัม	ควบคุมอุณหภูมิในการรับปลาไม่เกิน 10 °C	/	x	/	x	Y	CCP1
		P	การเน่าเสียจากสภาพปลาที่ไม่สด	ควบคุมการรับซื้อปลาตามเกณฑ์ที่กำหนด	/	x	x		N	
2	ตัดหัว ควักไส้	B/C/ P	ไม่พบอันตราย	-						
3	ทำความสะอาด	B/C/ P	ไม่พบอันตราย	-						
4	บดปลา	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	x		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (ต่อ)

No	วัตถุดิบ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/ P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอน ถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
5	ซังน้ำหนัปลาบด	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6	การผสมในเครื่องนวด	B/C/ P	ไม่พบอันตราย	-						
6.1	แป้งมันสำปะหลัง, เกลือ, น้ำตาล, ผงชูรส	B/C/ P	ไม่พบอันตราย	-						
6.2	ซังน้ำหนัวัตถุดิบ ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง, เกลือ, น้ำตาล, ผงชูรส	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6.3	สาหร่าย	B/C/ P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (ต่อ)

No	วัตถุดิบ/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
6.4	แช่น้ำ	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากน้ำและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดของน้ำและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6.5	สะเด็ดน้ำ	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6.6	หั่นสาหร่าย	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและเครื่องมืออุปกรณ์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
6.7	ชั่งน้ำหนักสาหร่าย	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือผู้ปฏิบัติงาน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตตามโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (ต่อ)

No	วัตถุดิบ/ ขั้นตอนของ กระบวนการ ผลิต	B/C/ P	อันตรายและสาเหตุ/ แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอน ถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
7	ซังน้ำหนักร้อง หัวข้าวเกรียบ	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือ ผู้ปฏิบัติงาน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ใน การผลิตตามโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
8	ปั้นเป็นก้อน ทรงกระบอก	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคจากมือ ผู้ปฏิบัติงาน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ใน การผลิตตามโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	×		N	
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
9	ต้ม	B	การเสื่อมของจุลินทรีย์ที่ก่อโรค เนื่องจากการ ให้ความร้อนไม่เพียงพอ	ควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการต้มที่ 100 ± 5 °C	/	/			Y	CCP2
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
10	พักให้เย็น ณ อุณหภูมิห้อง	B	การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ใน อุณหภูมิห้อง เนื่องจากการเก็บรักษาไม่ถูกต้อง	ควบคุมสภาวะในห้องจัดเก็บและควบคุมความ สะอาดของอุปกรณ์โดยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	×	/	×	Y	CCP3
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การวิเคราะห์อันตรายและการกำหนดจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม (ต่อ)

No	วัตถุประสงค์/ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ/แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP Y/N	ขั้นตอนถัดไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
11	หั่นเป็นชิ้น	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้	ควบคุมการทำความสะอาดมือเครื่องจักร อุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	/	x	Y	CCP4
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
12	บรรจุ	B	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิต อุปกรณ์ที่ใช้และบรรจุภัณฑ์	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	/	x	/	x	Y	CCP5
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						
13	จัดเก็บ	B	การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา	การควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์และระยะเวลาในการเก็บรักษา	/	x	/	x	Y	CCP6
		C/P	ไม่พบอันตราย	-						

การกำหนดวิธีการแก้ไข

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือ แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP1 1. ปลาทุแวก	สารฮีสตามีนในปลาทุแวก	ควบคุมอุณหภูมิในการรับปลา	อุณหภูมิของตัวปลาไม่เกิน 10 °C	What: อุณหภูมิของตัวปลา How: วัดอุณหภูมิของตัวปลาโดย เทอร์โมมิเตอร์ When: ทุกครั้งที่รับปลา Who: ผู้ปฏิบัติที่ได้รับมอบหมาย	- Reject เมื่ออุณหภูมิ ของปลาเกิน 10 °C

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP2 9. ต้ม	การเหวี่ยงรอดของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคเนื่องจากการให้ความร้อนไม่เพียงพอ	อุณหภูมิและเวลาในการต้มหัวข้าวเกรียบ	อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ต้ม $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ เวลา 30 นาที หรือจนกว่าหัวข้าวเกรียบจะลอยขึ้น	What: อุณหภูมิกับเวลา How: วัดอุณหภูมิของน้ำด้วยเทอร์โมมิเตอร์และจับเวลากับนาฬิกาจับเวลา When: ทุกๆ 15 นาทีของการผลิต Who: ผู้ปฏิบัติที่ได้รับมอบหมาย	1. ควบคุมจำนวนก้อนหัวข้าวเกรียบในการต้มแต่ละครั้ง 2. ตรวจสอบอุณหภูมิก่อนการต้มทุกครั้ง 3. หากอุณหภูมิไม่เป็นไปตามเกณฑ์ให้เพิ่มระยะเวลาในการต้ม

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP3 10. พักให้เย็น ณ อุณหภูมิ- ห้อง	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ จากอากาศและอุปกรณ์ใน การผลิตที่สามารถ เจริญเติบโตได้ใน อุณหภูมิห้อง เนื่องจาก การเก็บรักษาไม่ถูกต้อง	ควบคุมสภาวะในห้อง จัดเก็บให้สามารถป้องกัน การปนเปื้อนซ้ำของ จุลินทรีย์จากอากาศและ ควบคุมความสะอาดของ อุปกรณ์ด้วยโปรแกรม พื้นฐาน GMP	- อุณหภูมิห้องพักหั่วข้าวเกรียบ - จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น โดยวิธี Swab test (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943)	What: - อุณหภูมิของห้องพักหั่วข้าว เกรียบ - จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด บริเวณโต๊ะวางหั่วข้าวเกรียบ How: - วัดอุณหภูมิของห้องพักหั่วข้าว เกรียบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ - Swab test When: - ทุกครั้งของการผลิต - เดือนละครั้ง Who: เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	- นำกลับไปต้มใหม่อีก ครั้ง

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP4 11. หั่นเป็นชิ้น	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิตและอุปกรณ์ที่ใช้	ควบคุมการทำความสะอาดมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น โดยวิธี Swab test (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943)	What: ตรวจเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Swab test มือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ผลิต How: โดยวิธี Swab test When: เดือนละ 1 ครั้ง Who: เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	- นำไปจำหน่ายให้เร็ว กว่าเดิม

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP5 12. บรรจุ	การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือผู้ผลิตอุปกรณ์ที่ใช้และบรรจุภัณฑ์	ควบคุมการทำความสะอาดมือและอุปกรณ์ในการผลิตด้วยโปรแกรมพื้นฐาน GMP	จำนวน Total bacteria ไม่เกิน 100 โคโลนี/ชิ้น โดยวิธี Swab test (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1943)	What: ตรวจเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Swab test มือ แลอุปกรณ์ที่ผลิต How: โดยวิธี Swab test When: เดือนละ 1 ครั้ง Who: เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	- นำไปจำหน่ายให้เร็ว กว่าเดิม

การกำหนดวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ขั้นตอนที่เป็น CCP	อันตราย/สาเหตุหรือแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม	ค่าวิกฤต	การตรวจติดตาม	การแก้ไข
CCP6 13. จัดเก็บ	การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคระหว่างการเก็บรักษา	การควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิในการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน - การเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ - การเก็บในน้ำแข็งอุณหภูมิ $2\pm 1^{\circ}\text{C}$	What: อุณหภูมิและเวลา How: เทอร์โมมิเตอร์ When: ทุก 1 วัน Who: เจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	- นำไปจำหน่ายให้เร็วกว่าเดิม

ใบตรวจสอบความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์

วันที่.....

ลำดับที่	เครื่องจักรและอุปกรณ์	วิธีการทำความสะอาด	ความถี่	ดัชนีชี้วัดความสะอาด	ผู้ตรวจสอบ
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					

ใบตรวจสอบคุณภาพการต้มหัวข้าวเกรียบ

วันที่

ลำดับที่	เวลาเริ่มต้ม	อุณหภูมิน้ำเริ่มต้ม (°C)	เวลาสิ้นสุดการต้ม	อุณหภูมิใจกลางก้อน หัวข้าวเกรียบ (°C)	เวลาในการ ต้ม (นาที)	ผู้ตรวจสอบ
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

เอกสารอ้างอิง

- กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. (2543). **เทคโนโลยีของแป้ง**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ ฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- การเลือกใช้น้ำมันพืช. (2549). [On-line]. Available: <http://nutrition.anamai.moph.go.th.com> [2555 มีนาคม 15].
- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2550). **เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 2**. [Online]. Available: <http://www.dmsc.moph.go.th/webroot/BQSF/File/VARITY/dmscguideline.pdf>. [2555 มีนาคม 15].
- เจ๊ะอามี เจ๊ะมุ. (2552). รายงานพิเศษประจำวันที่ 08 พฤษภาคม 2552 **ข้าวเกรียบสดกือโป๊ะภูมิ ปัญญาที่สร้างรายได้ของชาวนราฯ** [Online]. Available: <http://www.naewna.com/news.asp?ID=160389> [2552, พฤษภาคม 08].
- จันทร์เพ็ญ ไชยบุญ. (2550). **ผลของคุณสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของแป้งผสม (แป้งมันสำปะหลังและ แป้งสาคู) ต่อคุณภาพของข้าวเกรียบ**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- จริยา สุขจันทร์ และกามีละห์ หะมะ. (2551). **ผลของการนํ้ามันที่ใช้ทอดต่อคุณภาพของกล้วยหิน** ฉาบ.วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 3(1), 11-17.
- ชมพู ยิ้มโต. (2550). **การถนอมอาหาร**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ชีววิทยาของปลาทุแวก. (2554). [On-line]. Available: <http://www.fisheries.go.th> [2554, ตุลาคม 15].
- ไทยแฟรนไชส์เซ็นเตอร์. (2553). **“ซื้อแฟรนไชส์ เรื่องต้องคิดก่อนการตัดสินใจ”** [Online]. Available: http://www.thaifranchisecenter.com/download_file/files/Fr002.doc. [20 มกราคม 2554].
- นิธิยา รัตนานนท์. (2554). **เคมีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- นาฏยา แหะหมัด และนุรีฮาน สาละ. (2551). **งานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา (kerepok) จากการใช้ปลาหอยองเป็นวัตถุดิบ**. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- เรืองวิทย์ เกษสุวรรณ (2545). **การจัดการคุณภาพ: จาก TQC ถึง TQM, ISO 9000 และการประกันคุณภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์

- เบญจจักษ์ วายูภาพ, ชลธิชา เอี่ยมชื่น, วราพร ลักษณะม้าย, ศศิวิมล สุจริต และวรรรัตน์ ใจเจริญธรรมกุล. (2551). การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมันที่ใช้ทอดซ้ำสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารทอดประเภทต่าง ๆ. *วารสารอาหาร*, 38(1), 65-73.
- บุษกร อุดรรักษาดี.(2550). *จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม*. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ .สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- พรพล รมย์นุกูล .(2545). *การถนอมอาหาร* . พิมพ์ครั้งที่ 1 .กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์
- พรรณี วงศ์ไกรศรีทอง. (2430). *การผลิตข้าวเกรียบโดยใช้เครื่องรีดแผ่น*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เพราลัย นุชหมอน. (2532). *การศึกษาพลวัตประชากรของปลาทุแวก*. วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิทยาศาสตร์การประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เพลินใจ ตั้งคณะกุล. (2546). *สารพัดสารพันข้าวเกรียบ*. *วารสารอาหาร*, 33(3), 162-167.
- เพ็ญพร เนียมหอม. (2554). วิเคราะห์น้ำมันทอดซ้ำ เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค. *FOOD FOCUS THAILAND*. ปีที่ 6, ฉบับที่ 68, (พฤศจิกายน) 2554, หน้า 44-45
- วิฑูรย์ สิมะโชคดี. (2542). *TQM คู่มือสู่องค์กรคุณภาพยุค 2000*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- วิภาวรรณ ศรีมุข. (2555). *การศึกษาคุณภาพของน้ำมันและไขมันสำหรับบริโภค* กลุ่มงานคุณค่าทางโภชนาการ กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม
- วีรานุช หลาง. (2552). *คู่มือตรวจวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาทางอาหาร*.พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สุมาลี เหลืองตระกูล. (2541).*จุลชีววิทยาทางอาหาร*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยนครินทร์วิโรฒประสานมิตร
- สุมณฑา วัฒนสินธุ์. (2545). *คู่มือความปลอดภัยของอาหาร (ฉบับกระเป๋า)*. พิมพ์ครั้งที่1. นนทบุรี: เอส .บี. บีซิเนส
- สุมณฑา วัฒนสินธุ์. (2549). *จุลชีววิทยาทางอาหาร*.นนทบุรี: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- สุรีย นานาสมบัติ. (2553). *ปฏิบัติการจุลชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแปรรูปอาหาร*. คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้ากรุงเทพมหานคร กทม
- สุวิมล กิรติพิบูล. (2546). *จุลินทรีย์กับการควบคุมสุขลักษณะการผลิตโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร* Inoue Fujio. พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- สุดารัตน์ พริกบุญจันทร์. (2547). *งานวิจัยเรื่องการพัฒนาคุณภาพข้าวเกรียบปลา*. พิษณุโลก: คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.

- สุเมธ ตันตระเจียร, พรพรรณ เลิศทวีสินธุ์ และปาริฉัตร ประวาหะนาวิน. (2539). **เคมีและจุลชีววิทยาของอาหาร**. คณะกรรมการศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช
- สุมาลีกา เปี่ยมมงคล. (2544). **การพัฒนาข้าวเกรียบอนามัยโดยการเสริมสาหร่ายพมนางและแป้งถั่ว** ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและเทคโนโลยีโภชนาการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
- สุทรวัดน์ เบญจกุล. (2548). **เคมีและคุณภาพสัตว์น้ำ**. กรุงเทพฯ ฯ โอเดียนสโตร์.
- สนธยา บุญสุข, ฐมาวดี ใจเย็น, มนตรี สุ่มณฑา และธศิณี นนทพันธ์. (2551) **การประเมินสถานะปลาหู** **แขกครีบยาว *Decapterus maruadsi***. [Online]. Available:<http://www.fisheries.go.th/personal/circular%20notice/data/39.pdf>. [2554, กรกฎาคม 1].
- อุษามาต วังชัยสุนทร. (2547). **งานวิจัยเรื่อง คุณภาพอาหารทางจุลชีววิทยาคืออะไร**: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- Abbas, K.A., Mohamed, B. Jamilah, B. and Bbrahimian, M. A (2008). review on correlation between fish freshness and pH during storage. American Journal of Biochemistry Biotechnology. 4(4) : 416-421.
- Adams, M. R. and Moss, M. O. (2008). Food Microbiology 3rd Ed., Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.
- Alasalvar, C., Shahidi, F., Miyashita, K. and Wanasundara, U. (2011). Seafood quality, pp 13-190 in Alasalvar, C (Ed) Handbook of seafood quality, safety and health applications, Wiley, New York.
- Adoga, I. J., Josept, E. and Samuel, O. F. (2010). Storage life of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in ice and ambient temperature. Researcher. 2 (5) : 39-44.
- A.O.A.C. (1999). Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. 16th ed.Washinton. DC: The Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Barros-Velazquez, J., Gallardo, J. M., Calo, P. and Aubourg, P. (2007). Enhanced quality and safety during on-board chilled storage of fish species captured in the grand sole North Atlantic fishing bank. Food Chemistry. 106 : 493-500.
- Banwart, G. J. (2010). Basic Food Microbiology. 2nd Ed., Chapman & Hall, USA.

- Bennett, R.W., and Lancette, G. A. (1998). *Staphylococcus aureus*, in T. Hammack (Ed.). **Handbook of Bacteriological Analytical Manual (BAM)**. [Online]. Available: [http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalytical Manual BAM/ucm071429.htm](http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm071429.htm). [2011, November 13].
- Bennour, M., Marrkchi, A. E., Bouchart, N., Hamama, A. and Ousdda, M. E. (1991). Chemical and microbiological assessments of mackerel (*Scomber scombrus*) stored in ice. Food Protect. 54 : 784-789.
- Boran M and S Köse. (2007). Storage properties of three types of fried whiting balls at refrigerated temperatures. Turk J Fish Aquatic Sci, 7:6 5-70.
- Che Rohani, A. and Mat Arup, J. (1992). Some effects of sodium lactate on the quality of boiled fish sausage. Food Technology Research Station, MARDI. Report no. 11.
- Connell, J.J. (1975). Control of fish quality. Fishing News Books, Ltd.,Famham.p.33.
- Egan, H., Kirk, R.S. and Sawyer, R. (1981). Pearson's Chemical Analysis of Food. Lon-don : Churchill Livingston.
- Embong, M., Ishak, S., Rahim, M. A. A. and Shafie, N. (1990). The effect of various treatments on the dehydration of fish sausage. Proc. of the seminar on advances in food research III, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 61-73.
- Feng, P., Weagant, S.D., and Grant, M.A. (1998). Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform bacteria, in T. Hammack (Ed.). **Handbook of Bacteriological Analytical Manual (BAM)**. [Online]. Available: [http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalytical Manual BAM/ucm064948.htm](http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm064948.htm). [2011, March 27].
- Garthwaite, G. A. (1997). Chilling and freezing, pp. 93-118, in G. M. Hall (Ed.) Handbook of Fish Processing Technology, 1st Ed., Blackie Academic and Professional, UK.
- Gryna, F.M., (2001). Quality Planning and Analysis. 4th Edn., McGraw-Hill, New York, ISBN: 0070393680.
- Hasegawa, H. (1987). Laboratory manual on analytical method and procedures for fish and fish Products. Marine Fisheries Reserch Department. SEAFDEC. Singapore.
- Hebard, C.E., Flick, G.J. and Martin, R.E. 1982. Occurrence and significance of trimethylamide oxide and its derivatives in fish and shell fish. In: Chemical and biochemistry of marine products. 149.

- Hossain, M. I., Islam, M. S., Shikha, F. S., Karmal, M. and Islam, M. N. (2005). Physicochemical changes in Thai Pangas (*Pangasius sutchi*) muscle during ice-storage in an insulated box. Pakistan . Biological Science. 8 (6): 789-804.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for foods,(1986). Micro organisms in Foods 2, Sampling for Microbiological Analysis. Principles and Specific Applications, 2nd edn. Oxford: Blackwell Science.
- Ingham, S. C. (1991). Microbiology of Mince, Surimi and Value-Added Seafoods, pp. 89-105, in Ward, D. R. and Hackney, C. F. (Eds.) Handbook of Microbiology of Marine Food Products, Van Nostrand Reinhold, New York, London.
- IUPAC. (1979). Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives. In International Union of Pure and Applied Chemistry (6th ed). Pergamon Press LTD. Oxford.
- Martínez, L., Djenane, D., Cilla, I., Beltrán, J. A. and Roncalés, P. (2006). Effect of varying oxygen concentrations on the shelf-life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere. Food Chemistry. 94: 219-225.
- Marrakchi, E., Bennour, A.M., Bouchrit, N. Hamama, A. and Tagafait, H. (1990). Sensory, chemical and microbiological assessments of Moroccan sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. J.FoodProtection. 53: 600-605.
- Mazorra-Manzano, M. A., Pacheco-Aguilar, R., Diaz-Rojas, E. I. and Lugo-Sanchez, M. E. (2000). Postmortem changes in black skipjack muscle during storage in ice. Food Chemistry and Toxicology. 65 (5) : 774-779.
- Meiberg, J.B.M. and Harder, W. (1978). Aerobic and anaerobic metabolism of trimethylamine, dimethylamine and methylamine in *Hyphomicrobium* X. Journal.General Microbiology. 106:265-276.
- Mohamed, A., Jamilah, B., Abbas, K.A., Abdul, R., & Roselina, K. (2008). A Review on physicochemical and Thermorheological Properties of Sago Starch. American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 34), 639-646.
- Naz, S., Sheikh, H, Siddiqi, R. and Sayeed, S.A. (2005). Deterioration of olive, corn and soybean oils due to air, light, heat and deep-frying. Food Res inter.38:127-134.
- Nor Khaizura, M. A. R., Zaiton, H., Jamilah, B. and Gulam Rusul, R. A. (2009). Microbiological quality of keropok lekor during processing. International Food Research Journal. 16: 215-223.

- Nor Khaizura, M. A. R., Loh, S. W., Zaiton, H., Jamilah, B. and Rusul, G. (2010). Quantification of Coliform and *Escherichia coli* in *Keropok lekor* (Malaysian fish product) during processing. *Journal of Applied Science Research*. 6(11): 1651-1655.
- Nurul, H., Boni, I., & Noryati, I. (2009). The effect of different ratios of dory fish to tapioca flour on the liner expansion, oil absorption, colour and hardness of fish crackers. *International Food Research Journal*, 16, 159-165.
- Omar, M., Mohd Adzahan, N., Mohd Ghazali, H., Karim, R., Abdul Halim, N.M., & AbKarim, S. (2011). Sustaining traditional food: consumers' perceptions on physical characteristics of Keropok lekor or fish snack. *International Food Research Journal*, 18, 117-124.
- Ray, B. Fundamental. (1996). *Food Microbiology*. Florida : CRC Press.
- Reddy, K.P. and T.M.R. Setty. (1996). An intermediate moisture product from mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) using salt curing fermentation and drying. *Journal of Aquat. Food Prod. Technology*. 5:65-82.
- Rekha, S.S., F.K., Sajilata, M.G., Agnieszka, K., Charles J.K., & Putri, F.A (2008). **Industrial production, processing, and utilization of sago palm – derived products**. *Carbohydrate Polymers*, 72, 1-20.
- Ruban, S. W., Thiyaageswaran, M. and Sharadha, R. (2010). Isolation and Identification of *Salmonella* spp. from Retail Chicken Meat by Polymerase Chain Reaction. *International Journal of Microbiology. Res.* 1(3): 106-109.
- Sasi. M, Jeyasekaran, S. A., Shanmugam, S. A. and Jeyashakila, R. (2000). Chilling fresh fish in dry and wet ice. *Asian Fisheries Science*. 13 : 375-382.
- Satons, J. C. O, Santos, I. M. G. and Souza, A. G. (2005). Effect of heating and cooling on Rheological parameters of edible Vegetable oils. ***Journal of food Engineering*, 67**, 401-405.
- Shewan, J. M. (1961). The microbiology of sea-water fish, pp. 487-560. In G. Borgstrom, (ed.). *Fish as Food*. vol. I. Production, Biochemistry, and Microbiology. Academic Press, New York.
- Stenstrom, I.M. & Molin, G. (1990). Classification of the spoilage flora of fish, with special reference to *Shewanella putrefaciens*. *J Appl Bacteriol* 68, 601–618.

- Sunisa, W., Worapong, U., Sunisa, S., Saowaluck, J. And Saowakon, W. (2011). Quality changes of chicken frying oil as affected of frying conditions. International Food Research Journal, 18: 615- 620.
- Taewee, T., Mutita, M., & Janphen, C. (2008). Effect of sago starch addition and stemming time on making cassava cracker (keropok). starch/starke, 60, 568-576.
- Triqui, R. and Bouchriti, N. (2003). Freshness assessment of Moroccan sardine (*Sardina pilchardus*) : Comparison of overall sensory changes to instrumentally determined volatiles. Agriculture. Food chem. 51 : 7540-7546.

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

ภาคผนวก ฉ. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ฉ 1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของปลาทุแ่งระหว่างการเก็บรักษาในน้ำแข็ง
ตารางที่ ฉ 1.1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TVB-N

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	156.516	22.359	19.181
Error	16	18.651	1.166	
Total	23	175.166		

ตารางที่ ฉ 1.2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TMA-N

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	62.236	8.891	19.267
Error	16	7.383	.461	
Total	23	69.619		

ตารางที่ ฉ 1.3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า pH

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	.652	.093	40.935
Error	16	.036	.002	
Total	23	.688		

ตารางที่ ฉ 1.4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TBA

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	7	236.761	33.823	2019.782
Error	16	.268	.017	
Total	23	237.028		

ฉ 2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง

ตารางที่ ฉ 2.1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TVB-N สูตรพื้นฐาน

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	75.175	12.529	22.704
Error	14	7.726	.552	
Total	20	82.900		

ตารางที่ ฉ 2.2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TVB-N สูตรกระเทียมพริกไทย

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	172.635	28.773	34.053
Error	14	11.829	.845	
Total	20	184.464		

ตารางที่ ฉ 2.3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TVB-N สูตรสาหร่าย

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	100.751	16.792	36.231
Error	14	6.489	.463	
Total	20	107.240		

ตารางที่ ฉ 2.4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TVB-N สูตรพริกหวาน

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	126.475	21.079	66.048
Error	14	4.468	.319	
Total	20	130.943		

ฉ 3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น

ตารางที่ ฉ 3.1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TVB-N สูตรพื้นฐาน

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	125.875	20.979	98.162
Error	14	2.992	.214	
Total	20	128.867		

ตารางที่ ฉ 3.2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TVB-N สูตรกระเทียมพริกไทย

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	169.840	28.307	26.643
Error	14	14.874	1.062	
Total	20	184.714		

ตารางที่ ฉ 3.3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TVB-N สูตรสาหร่าย

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	155.932	25.989	46.292
Error	14	7.860	.561	
Total	20	163.792		

ตารางที่ ฉ 3.4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TVB-N สูตรพริกหวาน

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	218.853	36.476	82.721
Error	14	6.028	.431	
Total	20	224.881		

ฉ 4. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง

ตารางที่ ฉ 4.1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า pH สูตรพื้นฐาน

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	.052	.009	3.308
Error	14	.037	.003	
Total	20	.089		

ตารางที่ ฉ 4.2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า pH สูตรกระเทียมพริกไทย

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	.058	.010	4.746
Error	14	.029	.002	
Total	20	.087		

ตารางที่ ฉ 4.3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า pH สูตรสาหร่าย

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	.091	.015	.095
Error	14	.093	.007	
Total	20	.184		

ตารางที่ ฉ 4.4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า pH สูตรพริกหวาน

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	.328	.055	20.450
Error	14	.037	.003	
Total	20	.366		

ฉ 5. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น

ตารางที่ ฉ 5.1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า pH สูตรพื้นฐาน

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	.081	.014	9.764
Error	14	.019	.001	
Total	20	.101		

ตารางที่ ฉ 5.2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า pH สูตรกระเทียมพริกไทย

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	.016	.003	.928
Error	14	.041	.003	
Total	20	.058		

ตารางที่ ฉ 5.3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า pH สูตรสาหร่าย

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	.050	.008	1.244
Error	14	.093	.007	
Total	20	.143		

ตารางที่ ฉ 5.4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า pH สูตรพริกหวาน

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	.217	.036	87.107
Error	14	.006	.000	
Total	20	.222		

ฉ 6. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง

ตารางที่ ฉ 6.1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า aw สูตรพื้นฐาน

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	.009	.001	28.343
Error	14	.001	.000	
Total	20	.010		

ตารางที่ ฉ 6.2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า aw สูตรกระเทียมพริกไทย

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	.001	.000	1.851
Error	14	.001	.000	
Total	20	.002		

ตารางที่ ฉ 6.3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า aw สูตรสาหร่าย

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	.008	.001	13.457
Error	14	.001	.000	
Total	20	.009		

ตารางที่ ฉ 6.4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า aw สูตรพริกหวาน

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	.003	.000	23.696
Error	14	.000	.000	
Total	20	.003		

ฉ 7. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น

ตารางที่ ฉ 7.1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า aw สูตรพื้นฐาน

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	.001	.000	3.663
Error	14	.000	.000	
Total	20	.001		

ตารางที่ ฉ 7.2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า aw สูตรกระเทียมพริกไทย

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	.001	.000	9.856
Error	14	.000	.000	
Total	20	.002		

ตารางที่ ฉ 7.3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า aw สูตรสาหร่าย

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	.005	.001	47.230
Error	14	.000	.000	
Total	20	.005		

ตารางที่ ฉ 7.4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า aw สูตรพริกหวาน

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	.002	.000	78.443
Error	14	.000	.000	
Total	20	.002		

ฉ 8. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง

ตารางที่ ฉ 8.1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TBA สูตรพื้นฐาน

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	304.212	50.702	4245.389
Error	14	.167	.012	
Total	20	304.380		

ตารางที่ ฉ 8.2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TBA สูตรกระเทียมพริกไทย

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	106.784	17.797	743.917
Error	14	.335	.024	
Total	20	107.119		

ตารางที่ ฉ 8.3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TBA สูตรสาหร่าย

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	228.260	38.048	2205.106
Error	14	.242	.017	
Total	20	228.501		

ตารางที่ ฉ 8.4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TBA สูตรพริกหวาน

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	229.787	38.298	853.047
Error	14	.629	.045	
Total	20	230.415		

ฉ 9. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของหัวข้าวเกรียบที่เก็บรักษาในตู้เย็น

ตารางที่ ฉ 9.1. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TBA สูตรพื้นฐาน

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	259.079	42.347	660.534
Error	14	.898	.064	
Total	20	254.977		

ตารางที่ ฉ 9.2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TBA สูตรกระเทียมพริกไทย

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	78.224	13.037	993.413
Error	14	.184	.013	
Total	20	78.408		

ตารางที่ ฉ 9.3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TBA สูตรสาหร่าย

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	222.643	37.107	1121.225
Error	14	.463	.033	
Total	20	223.107		

ตารางที่ ฉ 9.4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า TBA สูตรพริกหวาน

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	6	254.404	42.401	507.446
Error	14	1.170	.084	
Total	20	255.574		

ตารางที่ ๑๐. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของน้ำมันทอดข้าหัวข้าวเกรียบ

SV	DF	SS	MS	F	CV
Treatment	19	1418.37	74.65	275.13	0.99 %
Error	40	10.85	0.27		
Total	60	167487.47			

ตารางที่ ๑๑.11 การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันทอดหัวข้าวเกรียบ

SV	DF	SS	MS	F
Treatment	19	43.626	2.296	420.514
Error	40	.218	.005	
Total	59	43.845		

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ – นามสกุล นางจริยา สุขจันทร์
Mrs. Jariya Sukjuntra
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3940200515604
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. หน่วยงานสังกัด คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
โทรศัพท์สำนักงาน 073-227151-61 ต่อ 4411
โทรศัพท์มือถือ 086-6949836 โทรสาร 073-227151
Email jariya@yala.yru.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี (วท.บ.เทคโนโลยีอาหาร) สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้
ปริญญาโท (วท.ม.เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ประมง) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่

6. สาขาที่มีความชำนาญพิเศษ

- การพัฒนาอาหารท้องถิ่น
- การจัดการความปลอดภัยอาหารในการผลิตอาหาร

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

- ชุดโครงการการพัฒนาข้าวยา : อาหารเพื่อสุขภาพจากภูมิปัญญาไทยทักษิณเพื่อส่งเสริมการบริโภค (สำนักงานคณะกรรมการ การอุดมศึกษา, 2548)

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย (แหล่งงบประมาณ, ปี)

- การผลิตปลายจากซูริมิเสริมสมุนไพร (มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 2545)
- การผลิตกะปิโดยทดแทนกุ้งเคยบางส่วนด้วยปลา (มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 2546)
- ตำรับอาหารท้องถิ่นภาคใต้ “ไก่ขอมและ” ระยะเวลาสั้น (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2547)
- การตรวจสอบคุณภาพกะปิที่จำหน่ายในเขตเทศบาลนครยะลา (มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 2548)
- การผลิตบูดูข้าวยา:เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2548)

- ผลของการใช้สารกันเหี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพกล้วยหินฉาบ (มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 2549)
- การยกระดับการผลิตบูดูใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้แบบมีส่วนร่วม (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2549)

7.3 งานวิจัยที่ตีพิมพ์

- จริยา สุขจันทร์. (2549). ภูมิปัญญาการผลิต “ไก่หม้อและ” ของชุมชนทุ่งพลา. ว. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. 1(1) หน้า 56 – 64.
- จริยา สุขจันทร์. (2549). การผลิตปลายจากซูริมิเสริมสมุนไพร. ว. อาหาร 36 (2). หน้า 140-144.
- นันทรัตน์ นามบุรี และ จริยา สุขจันทร์. (2549). การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกล้วยหินและปัจจัยที่ส่งเสริมการจำหน่าย. ว. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. 1(1) หน้า 30 – 37.
- จริยา สุขจันทร์และกามีละห์ หามะ. (2551). ผลของน้ำมันที่ใช้ทอดต่อคุณภาพของกล้วยหินฉาบ. ว. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. 3(1). หน้า 11-18.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ

- การพัฒนาระดับอาหารท้องถิ่น : บูดูปรุงรสพาสเจอร์ไรซ์ แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (เครือข่ายวิจัยภาคใต้ตอนล่าง)

คณะวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นาง ชูไบ๊ะะ หะยีวาเงาะ
Mrs. Zubaidah Hajiwangoh
2. หมายเลขประจำตัวบัตรประชาชน 3960500052723
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์พนักงานมหาวิทยาลัย สาขาวิชาชีววิทยา ภาควิชาวิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
ต. สะเตง อ.เมือง จ.ยะลา 95000
โทรศัพท์ 0-7322-2327 โทรสาร 0-7327-7125
E-mail zubaidah02@yahoo.com

5. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2541 ปริญญาตรี สาขาพยาบาลศาสตร์ (พยบ.) เกรดเฉลี่ย 3.70
เกียรตินิยมอันดับ 1 จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
พ.ศ. 2545 ปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต จุลชีววิทยา (วท.ม)
เกรดเฉลี่ย 3.70 จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- การทดสอบฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์จากทรัพยากรทางชีวภาพ

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

- ปี 2545 วิทยานิพนธ์เรื่อง Screening of Antimicrobial Active Metabolites from Filamentous Fungi มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
- ปี 2548 : Rukachaisirikul, V., Kaewbumrung, C., Phongpaichit, S and Hajiwangoh, Z. (2005). Eudesmane Sesquiterpenes from the Aquatic Fungus *Beltrania rhombica*. *Chem. Pharm. Bull.* **53**(2) 238—240
- ปี 2549 ชูไต้ หะยิวาเงาะ. (2549) . การตรวจหาเมแทบอไลต์ของเชื้อราชนิด เส้นใยที่มีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 10(1) : 96-104
- ปี 2549 เป็นผู้ร่วมวิจัย ในโครงการวิจัย เรื่อง “การแยก การจำแนก ฤทธิ์ทางชีวภาพ และองค์ประกอบทางเคมีของราเอนโดไฟท์ในภาคใต้ของประเทศไทย” โดยรับผิดชอบในโครงการวิจัยย่อยเรื่อง “การแยกและคัดเลือกราเอนโดไฟท์จากวา (*Garcinia hombroniana*)” โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากโครงการเครือข่ายการวิจัยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากทรัพยากรชีวภาพของประเทศไทย (Bioresources Research Network, BRN) โดยในขณะนี้ได้ดำเนินการส่วนที่รับผิดชอบเสร็จแล้ว
- ปี 2550 เป็นผู้ร่วมวิจัย ในโครงการวิจัย เรื่อง “ชนิดของเชื้อราที่เจริญบนยางแผ่นผึ่งแห้งและสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์” โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ขณะนี้ได้ดำเนินการวิจัยเสร็จแล้ว : รายงานการวิจัย เรื่อง ชนิดของเชื้อราที่เจริญบนยางแผ่นผึ่งแห้งและสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์”

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวคีนจันทร์ ณ นคร

Miss. Kuenchan Na Nakorn

2. หมายเลขประจำตัวบัตรประชาชน 3940200144461

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์สัญญาจ้าง

4. หน่วยงานสังกัด คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

โทรศัพท์สำนักงาน 073-227151-61 ต่อ 4411

โทรศัพท์มือถือ 089-6539577 โทรสาร 073-227161

Email kam_404@yahoo.com

5. ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี (วท.บ. วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ปริญญาโท (วท.ม. เทคโนโลยีอาหาร) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

6. สาขาที่มีความชำนาญพิเศษ

- Starch Technology

- Food processing & Engineering

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

- ได้รับทุนการศึกษาระหว่างการเรียนระดับปริญญาโท ได้แก่ ทุนความเป็นเลิศ
คณะอุตสาหกรรมเกษตร และทุนวิจัยมหาบัณฑิตของสำนักกองทุนสนับสนุน
งานวิจัยแห่งชาติ (สกว.)

- Nanakorn, K., Tongdang, T. and Sirivongpaisal, P. 2007. **Rheological properties of pregelatinized rice starches**. In Proceeding of 10th ASEAN FOOD CONFERENCE 2007: Food for Mankind-Contribution of Science and Technology. Kuala Lumpur, Malaysia. 21-23 August 2007.

- Nanakorn, K., Tongdang, T. and Sirivongpaisal, P. 2007. **Effect of amylose content on structural and pasting properties of pregelatinized rice starches**. In Proceeding of 9th National Grad Research Conference. Burapha University, Bangsaen Chonburi, Thailand. 14-15 March 2007.

- Nanakorn, K., Tongdang, T. and Sirivongpaisal, P. 2009. **Crystallinity and rheological properties of pregelatinized rice starches differing in amylose content.** Starch/Stärke. 61: 101-108.

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์