การพัฒนากระบวนการผลิตอาหารแมวจากปลาช่อนทะเลในรีทอร์ทเพาซ์

DEVELOPMENT OF PROCESS FOR CAT FOOD FROM SUGI (*Rachycentron canadum*) IN RETORT POUCH

ภัทรวดี พรมจ้อย

มนัญชยา ภูแซมโชติ

สหัสวรรษ รังรงทอง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนากระบวนการผลิตอาหารแมวจากปลาช่อนทะเลในรีทอร์ทเพาซ์

DEVELOPMENT OF PROCESS FOR CAT FOOD FROM SUGI (*Rachycentron canadum*) IN RETORT POUCH

ภัทรวดี พรมจ้อย

มนัญชยา ภูแซมโชติ

สหัสวรรษ รังรงทอง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF PROCESS FOR CAT FOOD FROM SUGI (*Rachycentron canadum*) IN RETORT POUCH

PATTARAWADEE PROMJOY
MANANCHAYA POOSAMCHOT
SAHATSAWAT PANGRONGTHONG

THIS THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN FOOD ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2565

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตอาหารแมวจากปลาช่อนทะเลในรีทอร์ทเพาช์

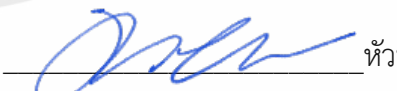
Development of process for cat food from Sugi (*Rachycentron canadum*) in retort pouch

ผู้จัดทำ

1. นางสาวภัทรวดี พรมจ้อย รหัสนักศึกษา 62010686
2. นางสาวมนัญชยา ภูแซมโชติ รหัสนักศึกษา 62010736
3. นายสหัสวรรษ รังรงทอง รหัสนักศึกษา 62010928

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์)



หัวหน้าภาควิชา

(ผศ. ดร.เจษฎา ชัยโฉม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การพัฒนากระบวนการผลิตอาหารแมวจากปลาช่อนทะเลในรีทอร์ทเพาช์

โดย นางสาวภัทรวดี พรมจ้อย รหัสนักศึกษา 62010686

นางสาวมนัญชยา ภูแซมโชติ รหัสนักศึกษา 62010736

นายสหัสวรรษ รังรงทอง รหัสนักศึกษา 62010928

ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอาหาร

พ.ศ. 2565

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิตอาหารแมวจากปลาช่อนทะเล (*Rachycentron canadum*) หรือปลาซุกิ (Sugi) เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต โดยใช้รีทอร์ทเพาช์ (Retort pouch) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ปิดผนึกสนิท ซึ่งมีคุณสมบัติที่ทนต่อความดันสูง ทนต่อความร้อนที่มีอุณหภูมิสูงได้ถึง 135 องศาเซลเซียส มีความแข็งแรงและสามารถรักษาคุณภาพของอาหารได้ ดังนั้นจึงนำมาใช้ในกระบวนการผลิตอาหารแมว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารแมวในรีทอร์ทเพาช์ จากนั้นนำเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยเครื่องรีทอร์ทฆ่าเชื้อชนิดสเปรย์น้ำร้อน (Water Spray retort) ซึ่งในกระบวนผลิตมีการตรวจวัดค่า F_0 และมีการตรวจวัดคุณสมบัติของอาหาร เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และค่าความชื้นไม่น้อยกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อฆ่าเชื้อชนิดสเปรย์น้ำร้อน โดยใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่ 110 115 และ 121 องศาเซลเซียสตามลำดับ เวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสำหรับอาหารแมว คือ เวลาที่ใช้ 40 20 และ 8 นาที ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีที่ชัดเจน คือ ความชื้นมีค่าลดลงหลังผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ

คำสำคัญ: อาหารแมว, รีทอร์ทเพาช์ (Retort pouch), ปลาช่อนทะเล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Development of process for high-quality cat food from Sugi (*Rachycentron canadum*) in retort pouch	
By	Pattarawadee Promjoy	Student ID 62010686
	Mananchaya Poosamchot	Student ID 62010736
	Sahatsawat Rangrongthong	Student ID 62010928
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Food Engineering	
Year	2022	
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Pimpem Pornchaloempong	

Abstract

This research project is to study the production process of cat food from suki fish. (*Rachycentron canadum*) is the main raw material for production. By using Retort Pouch is a sealed package which has high pressure resistant properties, heat resistant at temperatures up to 135 deg C, strong and able to maintain food quality. Therefore, it is used in the production process of cat food. With the objective of studying the chemical properties of cat food products in the retort. Then lead to the sterilization process by the Water Spray retort sterilizer, in which the production process measures F0 and food properties such as pH, soluble solids and moisture content of not less than 60 percent, sterilized hot water spray pots that have been sterilized using sterilization temperatures at 110 115 and 121 deg C respectively. The time for heat sterilization for cat food is the time it takes 60 20 and 8 minutes respectively, and the product has a clear chemical property change. That moisture will decrease after the process.

Keywords: Cat food, Retort pouch, Suki fish

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้โดยได้รับความกรุณาและความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำและแนวทางในการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ในการทำงานรวมไปถึงฝึกให้นักศึกษารู้จักกระบวนการคิด วิเคราะห์ผลและประสบการณ์ในการทำงาน

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และบุคลากรที่ KMITL FACTory classroom ที่อนุเคราะห์วัตถุดิบและรีทอร์ทสำหรับงานวิจัยนี้ รวมถึงให้แง่คิดและแนวทางจนสามารถก่อเกิดงานวิจัยนี้ได้

ขอขอบคุณ คุณอำนาจ คูตะคุ คุณวราภรณ์ มาไพศาลทรัพย์ และคุณบุณนำ ผลโพธิ์ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและธุรการ ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในด้านการดำเนินงานวิจัยและข้อมูลในด้านเอกสารทำงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ พี่ฟ้า พี่ไกลและเพื่อนๆ นักศึกษาทุกคนที่คอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ ในการทำงานวิจัยนี้ จนทำให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ บิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ที่คอยให้กำลังใจ เป็นกำลังใจที่ดีเสมอมาและสนับสนุนการทำงานวิจัยนี้

นางสาวภัทรวดี พรมจ้อย

นางสาวมนัญชยา ภูแซมโชติ

นายสหัสวรรษ รังรงทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VIII

สารบัญรูป..... X

สารบัญสัญลักษณ์..... XII

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 3

1.3 ขอบเขตการศึกษา..... 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 ปลาซุกิ..... 4

2.2 โปรตีนไฮโดรไลเสต (Protein hydrolysates)..... 5

2.3 อาหารแมว..... 6

2.4 ปลาช่อนทะเล..... 9

2.5 ข้าวกล้อง..... 9

2.6 ผงไข่แดง..... 10

2.7 Canola Oil..... 10

2.8 Salmon Oil..... 11

2.9 ผงปลาซาร์ดีน..... 11

2.10 ผงทอรีน..... 12

2.11 ผงเคลป์..... 12

2.12 มาตรฐานอาหารในภาชนะที่ปิดสนิด..... 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

2.13 กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน..... 15
2.13.1 การพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization)..... 15
2.13.2 กระบวนการสเตอริไลซ์..... 16
2.13.2.1 สภาวะปลอดเชื้อแบบเชิงการค้า..... 16
2.13.3 ความสามารถในการทนความร้อนของจุลินทรีย์..... 17
2.13.3.1 ค่า D (D Value)..... 17
2.13.3.2 ค่า Z (Z Value)..... 18
2.13.3.3 ค่า F (F Value)..... 19
2.13.4 ลักษณะการถ่ายโอนความร้อนของอาหาร..... 20
2.14 เครื่องฆ่าเชื้อ..... 22
2.14.1 ประเภทของหม้อฆ่าเชื้อ..... 22
2.14.2 ขั้นตอนการทำงานในเครื่องฆ่าเชื้อแบบใช้การพ่นน้ำร้อน..... 25
2.15 สมบัติทางกายภาพของอาหาร..... 27
2.15.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)..... 27
2.15.2 ค่าความชื้น..... 27
2.15.3 ค่าของแข็งที่ละลายได้ 27
2.16 บรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ (Retort pouch)..... 28
2.16.1 ความหมายบรรจุภัณฑ์..... 28
2.16.2 การผลิตอาหารบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์..... 28
2.16.3 รูปแบบของรีทอร์ทเพาซ์..... 29
2.16.4 วัสดุที่ใช้ผลิตรีทอร์ทเพาซ์..... 30
2.17 คุณค่าทางโภชนาการที่ตรวจวัด..... 32
2.18 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ 34
3.1 วัสดุอุปกรณ์ 34
3.1.1 วัตถุดิบ 34
3.1.2 อุปกรณ์ 34
3.1.2.1 อุปกรณ์สำหรับเตรียมอาหารแมว 34
3.1.2.2 อุปกรณ์สำหรับศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อ 35
3.1.2.3 อุปกรณ์วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี 35
3.2 วิธีการดำเนินงาน 35
3.2.1 การทำอาหารแมว 35
3.2.2 การเตรียมกากปลาซุกิ 36
3.2.2.1 เตรียมกากปลาซุกิ 36
3.2.2.2 การผลิตอาหารแมว 39
3.2.2.3 การเตรียมอาหารแมวก่อนฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการรีทอร์ทและบรรจุแบบปลอดเชื้อ 40
3.3 กำหนดสภาวะฆ่าเชื้อ 40
3.3.1 การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในระดับรีทอร์ทและบรรจุแบบปลอดเชื้อ 41
3.4 การวิเคราะห์คุณภาพ 41
3.4.1 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 41
3.4.2 การวัดค่าความชื้น 42
3.4.3 การวัดค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 42
3.4.4 การวิเคราะห์สารอาหาร 42
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง 43
4.1 การพัฒนาสูตรอาหารแมว 43
4.2 ผลของอุณหภูมิการรีทอร์ทต่อคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารแมว 44
4.2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 44
4.2.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total Soluble Solids : TSS) 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

4.2.3 ปริมาณความชื้น (Total Moisture)..... 46
4.3 ผลของการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนของผลิตภัณฑ์อาหารแมว..... 46
4.3.1 ฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส..... 47
4.3.2 ฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส..... 47
4.3.3 ฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส..... 48
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 49
5.1 สรุปผลการทดลอง..... 49
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 49
เอกสารอ้างอิง..... 50
ภาคผนวก..... 54
ภาคผนวก ก. วิธีวิเคราะห์ผลคุณภาพ..... 56
ภาคผนวก ข. ข้อมูลดิบ..... 63
ภาคผนวก ค. คู่มือการปฏิบัติงาน..... 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 พลังงานที่ควรจะได้รับจากอาหารที่บริโภคต่อวันสำหรับแมวที่มีอายุ 3 เดือนขึ้นไปที่ใช้เป็นเกณฑ์..... 7
2.2 มาตรฐานอุตสาหกรรมอาหารแมว (มอก.1017-2533)..... 8
2.3 คุณลักษณะที่ต้องการ..... 8
2.4 องค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัว-กรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันคาโนล่า..... 10
2.5 ปริมาณสารอาหารหลักของอาหารแมว 1 ซอง ต่อ 70 กรัม..... 13
3.1 ปริมาณสารอาหารหลักและพลังงานในสูตรอาหารแมว 1 ซอง (สูตร “King Fish Meat”)..... 36
3.2 ตารางแสดงกระบวนการการผลิตโปรตีนไฮโดรไลซิสจากปลาซุกิแช่เยือกแข็ง..... 36
3.2.1 ตารางแสดงกระบวนการการผลิตอาหารแมวฆ่าเชื้อด้วยการรีทอร์ท..... 39
4.1 สารอาหารจากผลิตภัณฑ์อาหารแมวในรีทอร์ทเพาซ์ปริมาณ 70 กรัม..... 43
4.2 คุณภาพทางเคมีของอาหารแมวรีทอร์ทเพาซ์ที่สภาวะรีทอร์ทอุณหภูมิที่ต่างกัน..... 44
ก.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)..... 58
ก.2 ค่าความชื้น..... 60
ก.3 ค่าของแข็งที่ละลายได้..... 62
ข.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารแมว..... 65
ข.2 ค่าความชื้นของอาหารแมว..... 67
ข.3 ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของอาหารแมว..... 69
ข.4 ผลของการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนของผลิตภัณฑ์อาหารแมว..... 71
ค.1 รายละเอียดตัวอย่างวัตถุดิบ..... 75
ค.2 คุณลักษณะคุณภาพของวัตถุดิบหลักที่เป็นส่วนประกอบหลักผลิตภัณฑ์กากปลาช่อนทะเล..... 75
ค.3 สูตรและส่วนประกอบ ผลิตภัณฑ์อาหารแมวคุณภาพ..... 76
ค.3.1 ปริมาณสารอาหารหลักและพลังงานในสูตรอาหารแมว 1 ซอง (สูตร “King Fish Meat”)..... 77
ค.4 ตัวแปรสำคัญที่ต้องควบคุม..... 79
ค.5 รายละเอียดและวิธีการของการผลิตอาหารแมวคุณภาพ..... 79
ค.6 รายละเอียดผู้ปฏิบัติงานและหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตอาหารแมวคุณภาพ..... 80
ค.7 เครื่องจักรและอุปกรณ์ผลิตสำหรับการผลิตอาหารแมวคุณภาพ..... 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ค.8 เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพสำหรับการผลิตอาหารแมวคุณภาพ..... 81
ค.9 วัสดุสิ้นเปลืองและสารเคมีสำหรับการผลิตอาหารแมวคุณภาพ..... 81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสปอร์และเวลาในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิคงที่..... 18
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า D และอุณหภูมิที่ใช้ในการหาค่า D..... 19
2.3 การถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน..... 21
2.4 การถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน..... 22
2.5 หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้ไอน้ำอิ่มตัว..... 23
2.6 หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้ไอน้ำผสมอากาศ..... 23
2.7 หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้น้ำร้อนท่วม..... 24
2.8 หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้การพ่นน้ำร้อน..... 24
2.9 Water Filling เติมน้ำเข้าหม้อ..... 25
2.10 Heating ให้ความร้อน..... 25
2.11 Sterilizing ฆ่าเชื้อ..... 26
2.12 Cooling ระบายความร้อน..... 26
2.13 End of cycle จบการทำงาน..... 27
2.14 วัสดุแต่ละชั้นของรีทอร์ทเพาซ์..... 30
3.1 การเตรียมอาหารแมวก่อนฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการรีทอร์ทและบรรจุแบบปลอดเชื้อ..... 40
3.2 การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในระดับรีทอร์ท..... 41
3.3 เครื่องวัดค่า pH..... 41
3.4 เครื่องวัดค่าความชื้น..... 42
3.5 เครื่องวัดค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้..... 42
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชผลิตภัณฑ์ก่อนเข้ารีทอร์ทและหลังรีทอร์ทที่อุณหภูมิ 110 115 และ 121 องศาเซลเซียส..... 44
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายของผลิตภัณฑ์ก่อนเข้ารีทอร์ทและหลังรีทอร์ทที่อุณหภูมิ 110 115 และ 121 องศาเซลเซียส..... 45
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ก่อนเข้ารีทอร์ทและหลังรีทอร์ทที่อุณหภูมิ 110 115 และ 121 องศาเซลเซียส..... 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ตำแหน่งเวลาต่างๆและระดับการฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส..... 47
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ตำแหน่งเวลาต่างๆและระดับการฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส..... 47
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ตำแหน่งเวลาต่างๆและระดับการฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส..... 48
ก.1.1 เครื่อง pH Meter..... 58
ก.1.2 ตัวอย่างอาหารแมว..... 58
ก.1.3 ขั้นตอนการวัดพีเอช..... 58
ก.2.1 เครื่องวิเคราะห์ความชื้น..... 60
ก.2.2 ตัวอย่างอาหารแมว..... 60
ก.2.3 ขั้นตอนการวัดค่าความชื้น..... 60
ก.3.1 เครื่อง Pocket Brix-acidity meter master kit..... 62
ก.3.2 ตัวอย่างอาหารแมว..... 62
ก.3.3 การวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้และปริมาณกรดรวม..... 62
ค.1 กากปลาช่อนทะเลแช่เยือกแข็งกากปลาช่อนทะเลสกัดแช่เยือกแข็งที่ได้จากการสกัดด้วยเอนไซม์..... 75
ค.2 แผนผังกระบวนการผลิตอาหารแมวคุณภาพ..... 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญสัญลักษณ์

L คือ Lethal rate ณ เวลาการทดสอบใดๆ

T คือ อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ที่เวลาใดๆ (°F)

t คือ ช่วงเวลาการทดสอบวัดอุณหภูมิ (min)

z คือ 18 °F ในการทำลาย *C. botulinum* ที่อุณหภูมิ 250 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากการเติบโตของธุรกิจอาหารแมว รวมทั้งการแข่งขันในด้านตลาดที่เพิ่มสูงขึ้นซึ่งเห็นได้จากอาหารแมวสำเร็จรูปมากหลายยี่ห้อทยอยกันเข้าสู่ตลาดอย่างต่อเนื่อง เมื่อในท้องตลาดมีอาหารแมวสำเร็จรูปวางขายอยู่มากขึ้น ทำให้ผู้เลี้ยงแมวต้องตัดสินใจว่าจะเลือกซื้อยี่ห้อไหน ถึงจะให้ประโยชน์แก่แมวที่เลี้ยงไว้สูงสุด (อัมพิกา จงเจริญสุข และคณะ, 2560) ซึ่งจากงานวิจัยของ (ฉัตชัย, 2562) กล่าวว่าอาหารที่ให้แมวบริโภคนั้นผู้คนหันมาซื้ออาหารแมวสำเร็จรูปมากกว่าปรุงอาหารเองจากความสะดวกที่มากกว่า ดังนั้นตลาดอาหารแมวสำเร็จรูปชนิดเปียก มีอัตราการเติบโตสูงกว่าอาหารแมวสำเร็จรูปชนิดแห้งและมีมุมมองของคนต่อสัตว์เลี้ยงเปลี่ยนไป คือ ไม่ได้ให้อาหารสัตว์เพียงแค่อิ่ม (พรพรรณ เตชรุ่งชัยกุล, 2564) กล่าวว่าใน 5 ปีที่ผ่านมาตลาดอาหารสัตว์เลี้ยงมีการเติบโตต่อเนื่องเกือบ 10% ทุกปี นอกจากนี้ ตลาดสัตว์เลี้ยงยังเติบจากสังคมในประเทศไทยเริ่มเข้าสู่สังคมสูงวัยมากขึ้น และมีคนโสด หรือคนแต่งงานที่ไม่มีลูก ซึ่งคนกลุ่มนี้ส่วนหนึ่งนิยมเลี้ยงสัตว์เป็นหนึ่งในสมาชิกครอบครัวเพื่อคลายเหงา และด้วยเหตุผลทางใจอื่น ๆ และยินดีที่จะจ่ายเงินเพื่อความเป็นอยู่ของสัตว์เลี้ยงตัวเอง พรพรรณเปิดเผยข้อมูลว่า ในปัจจุบันคนไทยจะมีค่าใช้จ่ายให้กับสัตว์เลี้ยงอย่างแมวของตัวเองเฉลี่ยตัวละ 14,200 บาท ซึ่งเป็นกลุ่ม Pet Humanization หมายถึงพฤติกรรมการเลี้ยงสัตว์ที่เปรียบเสมือนเป็น “สมาชิก” คนหนึ่งของครอบครัว แตกต่างจากคนเลี้ยงที่มีทัศนคติต่อสัตว์เลี้ยงว่าเป็นเพียง “สัตว์เลี้ยง” ที่อาจเลี้ยงไว้เพื่อประโยชน์หรือใช้งาน โดยพฤติกรรมของกลุ่ม Pet Humanization จะให้ความสำคัญต่อสัตว์เลี้ยงค่อนข้างสูง และยอมที่จะควักกระเป๋าจ่ายเงินเพื่อซื้อของใช้สำหรับสัตว์เลี้ยงไปจนถึงการทุ่มเทกับการรักษาพยาบาลเมื่อเกิดอาการเจ็บป่วย จึงสอดคล้องกับผล การสำรวจของ Morgan Stanley Research ที่ระบุว่า เกือบ 70% ของผู้เลี้ยงสัตว์ในปัจจุบันให้ความสำคัญกับสัตว์เลี้ยง ของตัวเองเสมือนสมาชิกในครอบครัว และอีก 66% ของผู้เลี้ยงมีความรักความผูกพันกับสัตว์เลี้ยงของตนมาก ซึ่ง 47% ของผู้เลี้ยงยังมองสัตว์เลี้ยงของตนเป็นเสมือนลูกอีกด้วย นอกจากนี้ 37% ของผู้เลี้ยงยอมที่จะจ่ายเงินสำหรับสิ่งของที่ต้องการนำมาให้กับน้องแมวของตน โดย Morgan Stanley ได้นิยามพฤติกรรมการเลี้ยงดังกล่าวว่าคือ “Patriarchy” หรือที่เรียกกันว่า “ทาสแมว” โดย Pet Humanization มากกว่า 75% จะอยู่ในช่วงอายุ 18–34 ปี ซึ่งปัจจุบันเป็นกลุ่มมิลเลนเนียลที่มีสัตว์เลี้ยงเป็นของตัวเอง และ 65% มีแนวโน้มว่า จะเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้นภายใน 5 ปีข้างหน้า

แมวเป็นสัตว์ที่อยู่ในกลุ่มของสัตว์กินเนื้อ แมวต้องการอาหารที่มีโปรตีนที่สูง สามารถย่อยคาร์โบไฮเดรตได้น้อย และยังมีความจำเป็นที่ต้องได้รับไขมัน ซึ่งให้กรดไขมันจำเป็น ซึ่งอาหารแมวมีหลายชนิดแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ อาหารแมวแบบเปียก (Wet cat foods) เป็นอาหารแมวที่มีความชื้นสูง ผ่านการปรุงสุกด้วยอุณหภูมิสูงพร้อมฆ่าเชื้อก่อนที่จะปิดผนึกใส่บรรจุภัณฑ์ อาหารแมวแบบแห้ง (Dry cat foods) เป็นอาหารแมวที่มีความชื้นต่ำมีอายุใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษาได้นานมักอยู่ในรูปอาหารเม็ด อาหารแมวแบบสด (Raw cat foods) มักจะอยู่ในลักษณะอาหารสดแช่แข็งสำเร็จรูปเวลาให้อาหารต้องเอามาปรุงให้สุกก่อน จึงต้องใช้เวลาเตรียม ไม่เหมือนอาหารแมวสำเร็จรูปแบบเปียกและแบบแห้ง แต่ข้อดีคือมีราคาที่ถูกกว่าและมีข้อจำกัด คือ ต้องเก็บไว้ในตู้เย็น (Yuukiji, 2562) นอกจากนี้ยังพบว่าทั้งกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และอุณหภูมิของอาหารล้วนมีบทบาทต่อการเลือกอาหารของแมว แมวนั้นไม่มีตัวรับรสน้ำตาลที่ดีพอ ชอบอาหารที่มีอุณหภูมิเท่ากับร่างกายหรืออุณหภูมิห้อง โดยมักจะปฏิเสธอาหารที่เย็นเกินไป (<15 ℃) หรือร้อนเกินไป (>50℃) และชอบอาหารที่มีความชุ่มชื้นใกล้เคียงกับเนื้อเยื่อของสัตว์มากกว่าอาหารแห้ง ซึ่งตัวรับรส (taste receptor) ของแมว โดยส่วนใหญ่จะสามารถรับรสกรดอะมิโนที่มีความหวานได้ดี ได้แก่ proline, cysteine, ornithine, lysine, histidine และ alanine และไม่ชอบกรดอะมิโนที่มีรสขม เช่น arginine, isoleucine, phenylalanine และ tryptophan แต่ในบรรดากรดอะมิโนจำเป็นที่สำคัญที่สุด ที่แมวขาดไม่ได้เลยในอาหารทุกมื้อคือ arginine (สุกัลยา, 2562) ซึ่ง (Nurjanah *et.al, 2020)* ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาช่อนทะเลสด พบว่าปลาช่อนทะเลมีกรดอะมิโน 18 ชนิด โดยกรดอะมิโนจำเป็นสูงสุดในเนื้อปลาช่อนทะเลสดคือ arginine (2,262 mg/100g)

ปลาช่อนทะเล ถือเป็นสัตว์เศรษฐกิจตัวใหม่ที่น่าสนใจ เนื่องด้วยคุณสมบัติของปลานั้น สามารถต่อยอดให้กลายเป็นที่นิยมทั่วโลกได้ไม่ยาก ซึ่งปัจจุบันทั่วโลกมีการเพาะเลี้ยงปลาช่อนทะเลในเชิงพาณิชย์แล้วกว่า 4-5 หมื่นตัน แต่ในประเทศไทยเอง มีการผลิตได้เพียง 40 ตันต่อปี นับว่ายังเป็นแค่เพียงช่วงเริ่มต้นเท่านั้น ข้อดีของปลาช่อนทะเล คือ เป็นปลาที่สามารถเพาะเลี้ยงได้ในเขตร้อนเจริญเติบโตได้เร็วมากภายใน 1 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 5-8 กิโลกรัม ขณะที่ต้นทุนในการเลี้ยงค่อนข้างต่ำเฉลี่ย 100 บาท/กิโลกรัม และมีราคาขายที่ค่อนข้างดี คือ 550 บาท/กิโลกรัม นับเป็นปลาทะเลทางเลือกสำหรับอาหารแมว (รศ.ดร.รุธิร์ พนมยงค์, 2564)

โปรตีนไฮโดรไลซิสจากปลาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากการย่อยสลายโปรตีนในระดับที่เหมาะสม เกิดเป็นกรดอะมิโน และเปปไทด์ที่มีคุณสมบัติเชิงหน้าที่ในด้านของการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และต้านการเจริญของจุลินทรีย์ การผลิตโปรตีน ไฮโดรไลซิสจากปลาเพื่อให้ได้กรดอะมิโนที่มีคุณสมบัติดังกล่าวนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น แหล่งของโปรตีนตั้งต้นเพื่อเตรียมทำโปรตีนไฮโดรไลซิส ชนิดและภาวะการทำงานของเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลาย และระดับของการย่อยสลาย เป็นต้น

กระบวนการรีทอร์ทเพาช์ (Retort pouch) คือ บรรจุภัณฑ์อาหารที่ขึ้นรูปเป็นถุง (pouch) เป็นบรรจุภัณฑ์สามารถปิดผนึกสนิท (hermectically sealed container) มีความแข็งแรง สามารถทนต่อความร้อนและความดันสูงได้ ใช้บรรจุอาหารที่ต้องการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (thermal processing) ระดับ commercial sterilization ได้เหมือนกับกระป๋อง โดยมักฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อภายใต้แรงดัน (retort) ชนิด water spray retort ด้วยกระบวนการฆ่าเชื้อแบบ Sterilization เป็นขั้นตอนที่สำคัญเพื่อทำลายเชื้อแบคทีเรีย สปอร์ และอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ เช่นเดียวกับอาหารกระป๋องที่กระบวนการทำอาหารแมวก็เหมือนอาหารมนุษย์ที่ต้องมีความปลอดภัยเหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในการวิจัยนี้ทางคณะผู้วิจัยได้มีความสนใจพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแมวคุณภาพสูงในรีทอร์ทเพาช์ โดยใช้กากโปรตีนโฮโดรไลซิสจากปลาช่อนทะเลเป็นส่วนประกอบหลัก นำมาพัฒนาและคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม จากนั้นนำเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิท ศึกษาสภาวะการฆ่าเชื้อที่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ตามมาตรฐานกำหนด ศึกษาคุณสมบัติด้านกายภาพและชีวภาพหลังการฆ่าเชื้อ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสู่เชิงพาณิชย์ โดยการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการและผู้ที่สนใจในออกแบบกระบวนการผลิตอาหารแมวคุณภาพสูงในรีทอร์ทเพาช์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารแมวในรีทอร์ทเพาช์

1.2.2 เพื่อผลิตอาหารแมวจากกากไฮโดรไลซิสจากปลาช่อนทะเล

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ใช้กากไฮโดรไลซิสโปรตีนจากปลาช่อนทะเลเป็นวัตถุดิบหลัก และใช้บรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาช์ในการบรรจุอาหารแมวจากปลาช่อนทะเล

1.3.2 ศึกษาการฆ่าเชื้ออาหารแมวด้วยเครื่องรีทอร์ทชนิดสเปรย์น้ำร้อน (Water Spray retort) ที่อุณหภูมิ 110, 115, 121 องศาเซลเซียส

1.3.3 ศึกษาและตรวจสอบคุณสมบัติด้านเคมี ได้แก่ โปรตีน, ไขมัน, กาก และพลังงานทั้งหมด

1.3.4 ศึกษาและตรวจสอบคุณสมบัติด้านกายภาพ ได้แก่ ความชื้น, ค่าพีเอช, ค่าของแข็งที่ละลายได้ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสก่อนและหลังการฆ่าเชื้อ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้เรียนรู้การทำงานของเครื่องรีทอร์ทชนิดสเปรย์น้ำร้อน

1.4.2 ได้ทราบถึงการผลิตอาหารแมวชนิดแบบเปียก

1.4.3 ได้ทราบถึงคุณสมบัติด้านกายภาพ และด้านเคมีของอาหารแมวที่ผลิตจากกากไฮโดรไลซิสโปรตีนปลาช่อนทะเล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปลาซุกิ

ปลาช่อนทะเล (Cobia) หรือปลาซุกิ (*Rachycentron canadum*) เป็นปลาผิวน้ำที่พบได้ทั่วไปในทะเลเขตร้อนและเขต อบอุ่น เป็นปลาที่เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วประมาณ 4 - 5 กิโลกรัม/ปี ปัจจุบันเป็นที่ต้องการของตลาดเนื่องจากเป็นปลาที่มี คุณภาพเนื้อดีผลผลิตปลาช่อนทะเลที่ได้จากเลี้ยงทั่วโลก ผลผลิตส่วนให้ได้จากประเทศจีนและไต้หวัน โดยไต้หวันสามารถผลิต ปลาช่อนทะเลขนาด 6 - 8 กิโลกรัมส่งออกไปตลาดญี่ปุ่น ส่วนขนาด 8 - 10 กิโลกรัม ใช้บริโภคในประเทศ ในประเทศไทยการเพาะพันธุ์ปลาช่อนทะเลประสบผลสำเร็จในปี พ.ศ. 2547 สามารถผลิตลูกปลาอายุ 40 วัน มีอัตรารอดตายประมาณ 4 – 5 เปอร์เซ็นต์และมีโครงการนำร่องการเพาะเลี้ยงปลาทะเลในกระชังใหญ่เพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงในปี พ.ศ. 2548 จึงได้มีการทดลองเลี้ยงปลาช่อนทะเลในกระชังใหญ่จำนวน 3 กระชัง โดยใช้ระยะเวลาเลี้ยง 412 วัน ได้ปลาขนาดเฉลี่ย 5.42 กิโลกรัม จำนวน 82,490 กิโลกรัม มีอัตรารอด 74.58 เปอร์เซ็นต์ปลาช่อนทะเลจึงเป็นปลาทะเลอีกชนิดหนึ่งที่มีมูลค่าและมีตลาดผู้บริโภคการส่งเสริมการเลี้ยงปลาช่อนทะเลจึงเป็นแนวทางการผลิตอาหารอย่างมั่นคงต่อไป (กองวิจัยและพัฒนาการ เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2564)

บริษัทปตท.จำกัด (มหาชน) ได้ททำการวิจัยและส่งเสริมการเลี้ยงปลาช่อนทะเลซึ่งเป็นปลาที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและ มีรสชาติอร่อย นอกจากนี้ ทางบริษัทฯ ยังมีแนวคิดในพัฒนากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าปลาช่อนทะเล โดยนำส่วนเนื้อของปลามาสกัดโปรตีนเพื่อผลิตเป็นอาหารแมวที่มีปริมาณโปรตีนสูง จึงได้ร่วมพัฒนาต้นแบบกระบวนการผลิตอาหารแมวจากซุกิหรือจากปลาช่อนทะเลเพื่อหาต้นแบบกระบวนการผลิตในระดับห้องปฏิบัติการและในระดับโรงประลอง

ปลา เป็นโปรตีนที่ดี ย่อยง่าย ปลามีไขมันน้อย ไขมันในปลาโดยเฉพาะปลาทะเลประกอบด้วยกรดไขมันที่ให้ประโยชน์ 2 ชนิด คือ EPA (Eicosapentaenoic acid) ให้คุณประโยชน์ ทางด้านลดการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด (thrombosis) ทำให้ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด และ DHA (Docosahexaenoic acid) ให้คุณประโยชน์ทางด้านเป็นส่วนประกอบของเซลล์สมองและบำรุงจอตา การกินปลาเล็กปลาน้อย จะได้แร่ธาตุแคลเซียม ซึ่งช่วยทำให้กระดูกและฟัน แข็งแรง สำหรับปลาทะเลมีแร่ธาตุไอโอดีนช่วยป้องกันการขาดสารไอโอดีนได้อีกด้วย (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับคุณค่าของปลาช่อนทะเลนั้น ประกอบด้วย โปรตีนย่อยง่ายที่นอกจากจะช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ยังมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายหลายชนิด โดยเฉพาะไลซีนและทริโอนีน จะช่วยเสริมสร้างเอ็นให้แข็งแรง กล้ามเนื้อจะทำงานได้ดีขึ้น ทั้งยังเป็นส่วนประกอบของสารสร้างภูมิคุ้มกันโรค นอกจากนี้ยังมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจำพวก DHA ที่ช่วยทำให้เซลล์มีความไวต่อการรับสัญญาณประสาท โดยเฉพาะตา และยังเป็นไขมันที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของเซลล์สมอง (กลุ่มวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข จ.นนทบุรี, 2566) ช่วยป้องกันการสะสมตัวของไขมันอิ่มตัวหรือคอเลสเตอรอล อันเป็นสาเหตุของเส้นเลือดอุดตัน ซึ่งนำไปสู่โรคหัวใจ และเส้นเลือดในสมองแตก เนื้อของปลาช่อนทะเลมีความเหนียวไม่เปื่อยยุ่ยง่ายเหมือนปลาบางชนิด

2.2 โปรตีนไฮโดรไลเสต (Protein hydrolysates)

เป็นอีกทางเลือกในการใช้ประโยชน์เศษเหลือในกระบวนการผลิต สามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่เศษเหลือจากกระบวนการผลิต (Thaysa, 2022) ผลิตผลที่ได้จากการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลเสตโปรตีนจากแหล่งต่างๆ เช่น ปลา เนื้อสัตว์ นม ไข่ ซึ่งเป็นการย่อยสลายโปรตีนให้ได้เปปไทด์ที่สายสั้นลง ส่งผลให้โปรตีนมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไป โดยโปรตีนไฮโดรไลเสตได้รับความสนใจอย่างมากเนื่องจากวัตถุดิบมีปริมาณมาก และมีปริมาณโปรตีนสูงเป็นแหล่งอะมิโน สามารถนำไปเพิ่มมูลค่าได้ (Chalamaiah et al, 2012) และวิธีการย่อยด้วยเอนไซม์ (Enzyme) ที่นิยมมากเมื่อเทียบกับการใช้ กรดและด่าง เนื่องจากเอนไซม์สามารถย่อยพันธะเปปไทด์ได้อย่างเฉพาะเจาะจงกว่า สามารถควบคุมระดับการย่อยได้ เพื่อปรับปรุงสมบัติของโปรตีนให้ดีขึ้น โดยเพิ่มความสามารถในการละลาย โดยการไฮโดรไลซิสด้วยเอนไซม์ควรคำนึงถึง ชนิด และ ขนาดโมเลกุลของโปรตีนในตัวอย่าง ชนิดของเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อย อัตราส่วนของเอนไซม์ ระยะเวลา ค่า pH ของเอนไซม์และ อุณหภูมิ ของการไฮโดรไลเสตให้เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ สามารถส่งผลต่อสมบัติการ ทำงานของโปรตีนในด้านต่างๆ (ทิพย์วลี และศศิธร, 2562)

การไฮโดรไลซิสโปรตีนจากปลา เป็นการย่อยสลายโปรตีนให้ได้เปปไทด์ที่สายสั้นลง ส่งผลให้โปรตีนมีสมบัติ เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมีผลต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของโปรตีน โดยเปปไทด์เหล่านี้เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive compound) ที่ส่งผลต่อร่างกายมนุษย์ เปปไทด์จึงถือว่าเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีศักยภาพสูง โดยฤทธิ์ทางชีวภาพของเปปไทด์ขึ้นอยู่กับชนิด และลำดับของกรดอะมิโน (Korkmaz and Tokur, 2022) โดยลักษณะและ คุณภาพของโปรตีนไฮโดรไลเสตจากปลามาจากปัจจัยหลายประการ รวมถึงประเภทของเอนไซม์ อุณหภูมิ ระยะเวลา และพีเอชของการไฮโดรไลซิส จากการวิจัยทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางโภชนาการของโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ได้จากปลามีความสมดุลและเหนือกว่าไฮโดรไลเสตโปรตีนจากชนิดอื่น (Kim and Mendis, 2006)

2.3 อาหารแมว

อาหารแมว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำหรือปรุงแต่งขึ้นเพื่อใช้สำหรับเลี้ยงแมว ทำจากปลา เช่น ปลาซาร์ดีน ปลาแมกเกอเรล ปลาทูน่า ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือผสมกัน หรือทำจากวัตถุดิบอื่นผสมกัน บรรจุรวมกับสารที่ใช้บรรจุ เช่น น้ำ น้ำเกลือ เยลลี่ และอาจเพิ่มเติมวัตถุที่เติมในอาหารสัตว์ในปริมาณที่เหมาะสม

อาหารแมวมีหลายชนิดแบ่งตามลักษณะทางกายภาพจะแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ อาหารแมวแบบเปียก (Wet cat foods) เป็นอาหารผสมเสร็จ หาซื้อได้ตามซุปเปอร์มาร์เก็ตทั่วไป ราคาจะถูกกว่าอาหารสำเร็จรูปชนิดอื่น เล็กน้อย แต่มีข้อเสียคือต้องเก็บไว้ในช่องแช่แข็งตลอดเวลาเพราะเป็นอาหารสดจึงเสียง่าย ต้องซื้อบ่อย ๆ อาหารสดผสมเสร็จนี้บางชนิดก็มีคุณค่าทางอาหารครบ แต่บางชนิดก็มีไม่ครบ และนอกจากนี้อาหารผสมเสร็จยังมีคุณค่าทางอาหารน้อยกว่าอาหารสำเร็จ ก่อนนำมาให้แมวต้องปรุงให้สุกเสียก่อน เป็นอาหารแมวที่มีความชื้นสูง ผ่านการปรุงสุกด้วยอุณหภูมิสูงพร้อมฆ่าเชื้อก่อนที่จะปิดผนึกใส่บรรจุภัณฑ์มักจะอยู่ในรูปแบบกระป๋องและแบบถุงอาหารแมวแบบแห้ง (Dry cat foods) เป็นอาหารแมวที่มีความชื้นต่ำมักอยู่ในรูปอาหารเม็ด ประกอบด้วย เนื้อสัตว์ธาตุอาหารและวิตามินที่เหมาะสำหรับแมว เช่น โปรตีน ไขมัน ไฟเบอร์ สามารถเก็บไว้ได้นาน อาหารแมวแบบสด (Raw cat foods) มักจะอยู่ในลักษณะอาหารสดแช่แข็งสำเร็จรูป เวลาให้อาหารต้องเอามาปรุงให้สุกก่อน จึงต้องใช้เวลาเตรียม ไม่เหมือนอาหารแมวสำเร็จรูปแบบเปียกและแบบแห้ง แต่ข้อดีคือมีราคาถูกกว่าและข้อจำกัดอาหารแมวแบบสดคือต้องเก็บไว้ในตู้เย็นตลอดเวลา และมีสารอาหารไม่ครบถ้วน (Yuukiji, 2562)

อาหารแมวแบบเปียก (Wet cat foods) มีปริมาณน้ำสูงกว่าแบบแห้งเยอะ ทำให้ดูดซึมสารอาหารได้เร็วกว่า กินง่ายไม่ต้องออกแรงเคี้ยวมาก ให้รสชาติที่ดีกว่า เหมาะสำหรับลูกแมวหรือแมวแก่ หรือมีแผลในช่องปาก ที่สำคัญช่วยให้ขับถ่ายได้ดีเพราะมีน้ำผสมอยู่ด้วย แต่ข้อเสียคือมีกลิ่นแรง ราคาแพง และเสียง่าย อาหารแมวแบบเปียกมีลักษณะคล้ายๆ อาหารข้นหนืด ลักษณะอาหารอาหารปั่น จนเป็นเนื้อเดียวกัน มีลักษณะความหนืดคล้ายน้ำผึ้ง

สารอาหารหลักที่แมวต้องการ ได้แก่ โปรตีน มีอยู่ในเนื้อสัตว์ เนื้อปลาและถั่วต่าง ๆ แมวนำประโยชน์ของโปรตีนแต่ละชนิดไปใช้ได้มากน้อยต่างกัน โปรตีนมีความสำคัญต่อแมวเกี่ยวกับการเจริญเติบโต การสร้างแอนติบอดีสำหรับป้องกันเชื้อโรค ซ่อมแซมเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทำให้ขนงอก ตลอดจนสร้างเอนไซน์ต่าง ๆ เป็นต้น ลูกแมวที่กำลังเติบโตต้องการโปรตีนไม่น้อยกว่า 30% ถ้าแมวได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำกว่า 18% จะเบื่ออาหาร คาร์โบไฮเดรต แมวต้องการคาร์โบไฮเดรตซึ่งมีอยู่ในน้ำตาล แป้งและข้าวต่าง ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการเจริญเติบโต การผลิตน้ำนมและการทำงาน ความต้องการพลังงานของแมวขึ้นอยู่กับกิจกรรมของแมว เช่น แมวที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนไหว ทำงานวิ่งเล่น ย่อมต้องการพลังงานมากกว่าแมวที่นอนอยู่เฉยๆ ไขมัน แมวต้องการไขมันสำหรับพลังงานหรือแคลอรีประมาณ 8% ไขมันให้พลังงานมากกว่าคาร์โบไฮเดรต 2 เท่าและไขมันยังมีกรดไขมันซึ่งมีความสำคัญต่อโภชนาการและการเจริญตามปกติของแมว แมวขาดกรดไขมันจะทำให้ผิวหนังแห้งและเจริญเติบโตช้า ถ้ามีไม่เพียงพอก่อให้เกิดอาการของโรคขึ้น นอกจากนี้ไขมันยังให้พลังงานเพื่อการเจริญเติบโตตลอดจนการต่อสู้ต่อความเครียด ความหนาว และถ้าขาดมากเกินไปอาจจะทำให้ตายได้ วิตามิน วิตามินเอ ช่วยในการต้านทานโรค มีในเนื้อสัตว์ ตับ ไข่แดง น้ำมันตับปลา วิตามินบี ควบคุมความสมบูรณ์ ให้กับผิวหนัง ช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกาย ป้องกันโรคทางประสาท มีในไข่แดง นม ตับ วิตามินซี ช่วยบำรุงรักษาผิวหนังและขน แก้โรคลักปิดลักเปิด มีในพืชผักผลไม้ วิตามินดี ช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตของร่างกายและกระดูก มีในน้ำมันตับปลา วิตามินดีที่มีมากและเพียงพอจะช่วยทำให้ธาตุแคลเซียมหรือฟอสฟอรัสที่ไม่ได้อัตราส่วนนั้นได้รับการใช้ให้เป็นประโยชน์ได้มากขึ้นวิตามินอี มีความจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์และการผลิตน้ำนม ดังนั้นจึงควรให้วิตามินเหล่านี้แก่แมว โดยเฉพาะลูกแมว แร่ธาตุ มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ช่วยในการสร้างกระดูก ฟัน และเลือด ช่วยควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ อาหารแต่ละอย่างก็ให้แร่ธาตุแต่ละชนิดมากน้อยต่างกัน แร่ธาตุที่สำคัญ คือ แคลเซียมและฟอสฟอรัส เป็นแร่ธาตุที่ช่วยเสริมให้กระดูกแข็งแรง ถ้าขาดไปจะทำให้แมวเป็นโรคกระดูกอ่อนโค้งงอ (Knight, 2005)

ตารางที่ 2.1 พลังงานที่ควรจะได้รับจากอาหารที่บริโภคต่อวันสำหรับแมวที่มีอายุ 3 เดือนขึ้นไปที่ใช้เป็นเกณฑ์

สารอาหาร	ปริมาณที่แนะนำ
โปรตีน	ไม่น้อยกว่า 8.00%
เถ้า	ไม่มากกว่า 1.00%
ความชื้น	ไม่มากกว่า 89.00%
ไขมัน	ไม่น้อยกว่า 0.20%

ที่มา : โภชนศาสตร์ทางคลินิกสำหรับสุนัขและแมว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานอุตสาหกรรมอาหารแมว (มอก.1017-2533)

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด		
		ประเภทปลาซาร์ดีนและประเภทปลาแมกเกอเรล	ประเภทปลาทูน่า	ประเภทวัตถุดิบอื่น
1	โปรตีน (N x 6.25) ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่น้อยกว่า	10.0	19.0	10.0
2	ไขมัน ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่น้อยกว่า	0.5	2.0	0.5
3	กาก ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	1.0	1.0	1.0
4	เถ้า ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	4.0	3.0	5.0
5	เกลือ (NaCl) ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	1.0	1.0	1.0
6	ความชื้น ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	84.0	80.0	84.0

ที่มา : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหารแมว มอก.1017-2533

ตารางที่ 2.3 คุณลักษณะที่ต้องการ

ลักษณะทั่วไป	อาหารแมวจะต้องปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ทำ เช่น ดิน ทราน กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลของแมลง หนู และนก
กลิ่น	มีกลิ่นตามธรรมชาติของวัตถุดิบที่ใช้ทำ หรือมีกลิ่นเฉพาะตามที่ได้ใช้วัตถุแต่งกลิ่นและไม่มีกลิ่นเหม็น บูด เน่า
สี	มีสีตามธรรมชาติของวัตถุดิบที่ใช้ทำ หรืออาจมีการปรุงแต่งสีด้วยสีผสมอาหาร
ส่วนที่เป็นของเหลว	อาหารแมวที่บรรจุในกระป๋องโดยมีสารที่ใช้บรรจุเป็นเยลลี่ ต้องมีส่วนที่เป็นของเหลวไม่เกินร้อยละของน้ำหนักสุทธิ
สารที่ใช้บรรจุ	ต้องตรงตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก ถ้าสารที่ใช้บรรจุเป็นเยลลี่ ลักษณะเนื้อต้องเกาะเป็นก้อน

ที่มา : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหารแมว มอก.1017-2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ปลาช่อนทะเล

ปลาชนิดนี้มีรูปร่างคล้ายปลาช่อน จึงเรียกกันว่า ปลาช่อนทะเล มีลำตัวค่อนข้างกลม ท่อนหางแบน หัวทรงกรวย ลำตัว และด้านข้างดำ น้ำตาล นัยน์ตาเล็ก ปากกว้างมีฟันเป็นเขี้ยวแหลมคม ขากรรไกรล่างยาวล้ำขากรรไกรบน มุมปากอยู่หน้านัยน์ตาครีบหลังแยกออกจากกันเป็นสองส่วน ส่วนหน้าประกอบด้วยก้านครีบ เดี่ยว 3 ก้าน และก้านครีบแขนง 22-2 ก้าน ครีบอกใหญ่และปลายแหลม ครีบท้องมีจุดเริ่มต้นอยู่หน้าจุดเริ่มต้น ของครีบอก ครีบก้นมีฐานยาว ครีบหางมีปลายเว้าตื้นๆสีหลังและสีข้างสีน้ำตาลเข้ม เมื่อมีขนาดเล็กจะมีลายสี ขาว 2 ลาย ยาวตามลำตัวขนาดใหญ่ที่สุดมีความยาว 2 เมตร ทั่วไป ยาว 1.1 เมตร น้ำหนักสูงสุดประมาณ 50 กิโลกรัม

2.5 ข้าวกล้อง

ข้าวกล้องคือ ข้าวที่สีเอาเปลือก (แกลบ) ออกไป โดยยังมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวเหลืออยู่ ซึ่งจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวนี้ เป็นส่วนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมาก สำหรับข้าวซ้อมมือ เป็นชื่อเรียกข้าวที่เอาเปลือกออกโดยวิธีการตำในครกไม้ ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในสมัยโบราณ ชาวบ้านโดยทั่วไปจะใช้วิธีตำข้าวกินกันเอง จึงเรียกข้าวที่ตำว่า ข้าวซ้อมมือ แต่ในปัจจุบันใช้เครื่องจักรสีข้าวแทน จึงเรียกข้าวที่สีเอาเปลือกออกว่า ข้าวกล้อง และบางคนยังคงเรียกข้าวที่สีเอาเปลือกออกโดยไม่ขัดให้ขาวว่า ข้าวซ้อมมือ ส่วน ข้าวขาวหรือข้าวสาร คือข้าวที่เกิดจากการสีขัดหลายๆ ครั้ง จนเยื่อหุ้มเมล็ดและจมูกข้าวหลุดออกไป เหลือแต่เนื้อในของข้าว (แป้ง) สารอาหารในข้าวกล้องที่มีคุณค่าทางโภชนาการและเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย
ข้าวกล้อง มีโปรตีนประมาณ 6-12 เปอร์เซ็นต์ การขัดสีข้าวกล้องจนมีสีขาวจะทำให้โปรตีนสูญหายไปประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ในข้าวกล้องยังประกอบไปด้วย วิตามิน เช่น vitamin B1 Vitamin B2 Vitamin B6 Vitamin E niacin และเกลือแร่ ได้แก่ แคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส ทองแดง ซึ่งจะช่วยให้ส่วนต่างๆ ของร่างกายทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และมีเส้นใยอาหารมาก (dietary fiber) ซึ่งจะทำให้ท้องไม่ผูก และช่วยป้องกันมะเร็งในลำไส้ใหญ่ มีผลทำให้สุขภาพดีขึ้น เมื่อรับประทานข้าวกล้องเป็นประจำทุกวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ผงไข่แดง

ไข่ผง (egg powder) เป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากไข่ (egg) เพื่อการถนอมอาหาร ด้วยการทำแห้ง (dehydration) เพื่อลดความชื้น และค่า water activity ทำให้ยืดอายุการเก็บรักษา สะดวกในการใช้งาน และเพิ่มมูลค่าให้กับไข่ ไข่ผงใช้เป็นวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์เบเกอรี (bakery) ทำขนม เช่น พุดดิ้ง ประเภทของผลิตภัณฑ์ไข่ผง ไข่ผง อาจใช้ไข่ทั้งฟอง (whole egg) หรือเฉพาะไข่ขาว (egg white) หรือไข่แดง (yolk)

2.7 Canola Oil

น้ำมันคาโนล่า (Canola oil) เป็นน้ำมันพืชที่สกัดจากเมล็ดผักกาดก้านขาว (Rapeseed) จากสถิติตั้งแต่ พ.ศ.2560–2561 พบว่าน้ำมันคาโนล่ามีปริมาณการบริโภคมากเป็นอันดับที่ 3 รองจาก น้ำมันปาล์ม และน้ำมันถั่วเหลือง โดยมีฐานการผลิตอยู่ที่ประเทศ แคนาดา จีน อินเดีย เยอรมัน ฝรั่งเศส และออสเตรเลีย
น้ำมันคาโนล่าที่ผ่านกรรมวิธีการบีบสกัดอย่างถูกต้อง ได้รับการพิสูจน์และเป็นที่ยอมรับกับผู้บริโภคหลายประเทศ ด้วยองค์ประกอบของไขมันอิ่มตัวที่มีปริมาณต่ำ มีไขมันไม่อิ่มตัวเป็นปริมาณมาก และมีอัตราส่วนของไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวต่อไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนเป็น 2 ต่อ 1 (Monounsaturated fat : Polyunsaturated fat = 2 : 1) มีจุดเกิดควัน (Smoke point) อยู่ที่ 238 องศาเซลเซียส(Celsius) จึงทำให้น้ำมันคาโนล่าสามารถนำมาใช้ทอดผัดอาหารที่ต้องใช้ไฟแรง หรือไม่ก็ใช้ปรุงรับประทานกับอาหารจำพวกสลัด ซึ่งในบางประเทศได้นำน้ำมันคาโนล่ามาผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซลอีกด้วย

ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัว-กรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันคาโนล่าเป็นดังนี้

ชนิดกรดไขมัน	ประเภท	จำนวนคาร์บอนอะตอม	% ขององค์ประกอบ
Oleic acid (omega 9)	ไม่อิ่มตัว	18 ตัว	61%
Linoleic acid (omega 6)	ไม่อิ่มตัว	18 ตัว	21%
Alpha-Linoleic acid (omega 3)	ไม่อิ่มตัว	18 ตัว	9 - 11%
กรดไขมันอิ่มตัว	-	-	7%
Palmitic acid	อิ่มตัว	16 ตัว	4%
Stearic acid	อิ่มตัว	18 ตัว	2%
Trans fat (ไขมันทรานซ์)	-	-	0.4%
Erucic acid (omega 9)	-	-	0.01%

ที่มา : น้ำมันคาโนล่า (Canola oil) องค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัว-ไม่อิ่มตัวในน้ำมันคาโนล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 Salmon Oil

ไขมันของปลาทะเลที่อาศัยอยู่บริเวณอุณหภูมิของน้ำเย็นจัด เช่น ปลาแซลมอน ปลาเฮอร์ริ่ง ปลาทูน่า ปลาซาร์ดีน และปลาแมคเคอเรล มีไขมันไม่อิ่มตัวในกลุ่มโอเมก้า 3 คือ อีพีเอ (EPA; eicosapentaenocia acid) และดีเอชเอ (DHA; docosahexaenoic acid) นักวิทยาศาสตร์ยอมรับว่าการรับประทานปลาทะเลทุกอาทิตย์จะทำให้สุขภาพของหัวใจแข็งแรง ช่วยระบบการไหลเวียนเลือดและลดคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ ลดความดันโลหิต ป้องกันหลอดเลือดตีบ ป้องกันการเกิดหัวใจวายเฉียบพลัน คุณสมบัติที่พิเศษสุด คือเป็นตัวลดการอักเสบที่เกิดขึ้นในร่างกายซึ่งอักเสบนี้หากปล่อยให้เกิดขึ้นอย่างเรื้อรังในร่างกายจะทำให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคความจำเสื่อม โรคเกี่ยวกับระบบประสาทหลายชนิด โรคทีมีการอักเสบของเนื้อเยื่อในร่างกายและข้ออักเสบ โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายตลอดจนโรคมะเร็ง

2.9 ผงปลาซาร์ดีน

เป็นแหล่งโปรตีนที่ประกอบด้วยส่วนของเนื้อและกระดูกของสัตว์ที่ไม่เหมาะต่อการนำมาใช้เป็นอาหารมนุษย์ซึ่งอาจจะมีพยาธิหรือโรคบางอย่าง โดยเนื้อและกระดูกจะผ่านกระบวนการนึ่งแล้วนำไปป่นและทำให้แห้ง เนื้อและกระดูกป่นมีโปรตีนประมาณ 55-60 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้ใน สูตรอาหารไก่ได้ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ และอาหารสุกรไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีส่วนของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันซึ่งเป็นโปรตีนย่อยยากอยู่ในปริมาณสูง

วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีนมีความสำคัญต่อสัตว์มาก ทั้งนี้เนื่องจากโปรตีนเป็น องค์ประกอบของเนื้อเยื่อ ฮอร์โมน เอนไซม์ เลือด และระบบภูมิคุ้มกัน เป็นต้น หากร่างกายสัตว์ขาดโปรตีนจะแคระแกร็น การเจริญเติบโตหยุดชะงัก และไม่ให้ผลผลิต ดังนั้นการจัดการให้อาหารสัตว์ จะต้องคำนึงถึงปริมาณโปรตีนที่สัตว์จะต้องได้รับอย่างเพียงพอ ซึ่งสามารถจำแนกโปรตีนออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ โปรตีนจากพืช และโปรตีนจากสัตว์ โดยพบว่าโปรตีนจากสัตว์เป็นโปรตีนที่มี คุณภาพสูง และสัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าโปรตีนจากพืช ซึ่งแหล่งของโปรตีนที่ได้จากพืช และสัตว์มีหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณค่าทางโภชนา และข้อจำกัดในการใช้ที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 ผงทอรีน

ทอรีน คือ กรดอะมิโน ชนิดหนึ่งซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มกรดอะมิโนไม่จำเป็น เพราะร่างกายสามารถสร้างเองได้ แต่กรดอะมิโนตัวนี้จัดว่ามีความสำคัญต่อร่างกายเป็นอย่างมาก เพราะเป็นโครงสร้างของกรดอะมิโนตัวอื่น ๆ ทั้งหมด โดยทอรีนนั้นพบได้มากในเนื้อเยื่อหัวใจ กล้ามเนื้อลาย และระบบประสาทส่วนกลาง นอกจากนี้ทอรีนยังเป็นส่วนประกอบของน้ำดีอีกด้วย

สำหรับแหล่งอาหารที่สามารถพบได้ทั่วไปของทอรีนก็ได้แก่ เนื้อสัตว์ชนิดต่าง ๆ เช่น เนื้อวัว ตับวัว หมู ตับหมู เนื้อแกะ เนื้อไก่ ปลาค็อด ปลาโดยเฉพาะปลาทูน่า แมลง ไข่ หอยต่าง ๆ อย่างหอยแมลงภู่ หอยนางรม รวมไปถึงสาหร่ายทะเลโดยเฉพาะสาหร่ายแดง และนมโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำนมโคลอสตรัมจากคนและวัว เป็นต้น และทอรีนจะไม่มีอยู่ในพืชผัก หรือถ้ามีก็ถือว่ามีน้อยมาก ๆ คือประมาณ 0.01 ไมโครโมลต่อกรัม ร่างกายของเราสามารถสังเคราะห์กรดอะมิโนชนิดนี้ขึ้นมาเองได้อยู่แล้ว ถ้าตราบใดที่ร่างกายของเรายังมีวิตามินบี 6 อยู่ หากร่างกายขาดวิตามินบี 6 จะไปขัดขวางการสร้างกรดอะมิโนทอรีน การดื่มสุราหรือแอลกอฮอล์ในปริมาณที่มากเกินไป จะส่งผลให้ร่างกายของคุณไม่สามารถใช้ทอรีนได้อย่างเหมาะสม การขาดทอรีนในระดับปานกลาง ร่างกายจะมีระดับโปรตีนสำคัญ ๆ ในเลือดต่ำ ส่งผลให้เด็กมีการเจริญเติบโตช้า แต่ถ้าขาดทอรีนอย่างรุนแรงจะทำให้เกิดอาการเซื่องซึม เหงาหงอย อ่อนเพลีย ตัวผอม ผิวหนังแห้งหรืออักเสบ เส้นผมเปลี่ยนสี บวม ตับอาจถูกทำลาย เกิดการสูญเสียกล้ามเนื้อและไขมัน

2.11 ผงเคลป์

เคล คือ ผักใบเขียวที่มีปริมาณสารอาหารสูงมาก เป็นแหล่งที่ดีของวิตามิน A, C, K และแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เคลประกอบด้วยคลอโรฟิลล์ ปรับสมดุลร่างกาย ช่วยให้นอนหลับสนิท ดีต่อระบบขับถ่าย มีวิตามิน A, C, K สูงมาก บำรุงสุขภาพผิว และ ผม ไม่มีกลูเตน, ไม่มีไข่, ไม่มีถั่วเหลือง, ไม่มีนม เหมาะสำหรับผู้บริโภคมังสวิรัติ ไม่มีการดัดแปลงพันธุกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ปริมาณสารอาหารหลักของอาหารแมว 1 ซอง ต่อ 70 กรัม

สารอาหาร	หน่วย	กาก ปลาซูกิ	ข้าว กล้อง	ผงไข่ แดง	Salmon Oil	Canola Oil	ปลาซาร์ดีน อบแห้ง	ผงทอรีน	ผงเคลป์	น้ำ	รวม
ปริมาณ	g	34.11	5.69	5.69	2.13	2.13	4.26	1.06	2.13	12.79	69.98
พลังงาน	kcal	42.39	9.01	4.14	27.45	26.90	11.26	0.00	0.01	0.00	121.16
โปรตีน	g	9.85	0.21	0.82	0.00	0.00	1.620	0.00	1.25	0.00	13.75
คาร์โบไฮเดรต	g	0.00	1.87	0.06	0.00	0.00	1.81	0.00	2.75	0.00	6.48
ไขมันทั้งหมด	g	0.22	0.07	2.15	3.04	3.04	0.20	0.00	0.73	0.00	9.46
คอลเลสเตอรอล	mg	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	22.72	0.00	0.00	0.00	22.73
โซเดียม	mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.89	0.00	0.00	0.03	27.92
แคลเซียม	mg	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	17.50	0.00	0.12	0.00	17.97
โพแทสเซียม	mg	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
เหล็ก	mg	0.23	0.00	0.04	0.00	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00	3.07
ไฟเบอร์	g	0.00	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84
Vitamin A	µg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vitamin B	µg	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Vitamin C	µg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ที่มา : USDA Nutrient Database Thai Nutrition Search

2.12 มาตรฐานอาหารในภาชนะที่ปิดสนิท

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 พ.ศ.2556 กำหนดอาหารในภาชนะบรรจุที่สนิท หมายถึง อาหารที่ผ่านกรรมวิธีที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ด้วยความร้อนภายหลังหรือก่อนการบรรจุ หรือปิดผนึก ซึ่งเก็บรักษาไว้ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่เป็นโลหะหรือ วัตถุอื่น ที่คงรูปที่สามารถป้องกันมิให้อากาศภายนอกเข้าไปในภาชนะบรรจุได้ และสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติหรืออาหารในภาชนะบรรจุชนิดลามิเนต (laminate) ฉาบ เคลือบ อัดหรือติดด้วย โลหะ หรือสิ่งอื่นใด ซึ่งสามารถป้องกันมิให้ความชื้นหรืออากาศผ่านซึมเข้าภายในภาชนะบรรจุได้ในภาวะปกติและสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในอุณหภูมิปกติ โดยอาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิทต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ไม่มีสี กลิ่น รส ที่ผิดไปจากปกติของอาหารนั้น

2) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค โดยในอาหารสำเร็จรูปพร้อมบริโภค ไม่พบแซลโมเนลลา ใน 25 กรัม และไม่พบสแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส 0.1 ใน 1 กรัม (cfu/g)

3) ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

4) สารปนเปื้อนในอาหารในภาชนะบรรจุที่ไม่เป็นโลหะ

- ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มก./กก. เว้นแต่อาหารที่มีตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติในปริมาณสูง ให้มีได้ ตามที่ได้รับเห็นชอบจากสำนักงานกรรมการอาหารและยา

- สารหนู ไม่เกิน 2 มก./กก

- ปรอท ไม่เกิน 0.5 มก./กก. สำหรับอาหารทะเลและไม่เกิน 0.02 มก./กก สำหรับอาหารอื่น

5) อาหารที่ผ่านกรรมวิธีให้ความร้อนภายหลังการบรรจุแล้วต้องไม่มีวัตถุกันเสีย

6) อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (pH > 4.6) และค่า aw > 0.85 ต้องไม่มีจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิปกติ

7) อาหารที่มีความเป็นกรดด่าง < 4.6 ตรวจพบจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้คือ ไม่เกิน 1000 ต่อ อาหาร 1 กรัม ตรวจพบยีสต์และราไม่เกิน 100 ต่ออาหาร 1 กรัม และไม่พบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มหรือชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 ต่ออาหาร 1 กรัมโดยวิธี MPN

8) ผู้ผลิตอาหารชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ (pH > 4.6) และค่า aw > 0.85 ต้องดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

8.1) ฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด (Scheduled process) โดยให้ ค่า F0 (Sterilizing value) ไม่ต่ำกว่า 3 นาที ซึ่งเพียงพอในการทำลายสปอร์ของเชื้อคลอสทริเดียมโบทูลินั่ม ทั้งนี้อุณหภูมิและเวลาที่กำหนดจะต้องมีการศึกษาทดสอบการกระจายความร้อนหรืออุณหภูมิภายในเครื่องฆ่าเชื้อและอัตราการแทรกผ่านความร้อนที่สภาวะเดียวกับผลิตภัณฑ์จริง ซึ่งศึกษาโดยผู้กำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อ (Process authority)

8.2) เติมกรดเพื่อปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของอาหาร ไม่เกิน 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

ธิดา ทวีฤทธิ์ (2559) การผลิตอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและชนิดที่ ปรับกรดให้มีความปลอดภัยจำเป็นต้องมีการควบคุมกระบวนการผลิตอย่างเข้มงวด เนื่องจากสภาวะของการผลิต ภาชนะบรรจุและสภาพของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นั้น มีความเสี่ยงจากเชื้อจุลินทรีย์คลอสตริเดียมโบทูลินั่ม (*Clostridium Botulinum*) ที่สามารถสร้างสารพิษโบทูลินที่มีความรุนแรงถึงแก่ชีวิต ดังนั้น การกำหนดกรรมวิธีการผลิตโดยกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนจึงมีความสำคัญที่ต้องทำลาย หรือยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นเป้าหมาย เพื่อให้อาหารมีความปลอดภัยต่อการบริโภค ซึ่งผู้ที่ทำหน้าที่ในการกำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่เรียกว่า “Process Authority" จึงต้องเป็นผู้มีความรู้ความสามารถอย่างเพียงพอที่จะศึกษาและกำหนดกรรมวิธีการผลิตอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำและชนิดที่ปรับกรดให้มีความปลอดภัย

กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเป็นวิธีการหนึ่งในการแปรรูปอาหารโดยใช้ความร้อน นำความร้อน ณ อุณหภูมิหนึ่ง ในช่วงเวลาหนึ่งการทำให้อาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิทได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้อาหารสุกและยังเป็นการถนอมอาหาร เนื่องจากความร้อนสามารถทำลายจุลินทรีย์หรือเอนไซม์ที่ทำให้ อาหารเสื่อมเสีย โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค สารพิษ พยาธิและแมลงต่างๆ ที่ทำให้เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค สามารถแบ่งระดับของกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อนได้ 2 วิธี

2.13.1 การพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization)

Hunt และคณะ (1995) การพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) เป็นวิธีการถนอมอาหาร (Food preservation) โดยการใช้ความร้อน จึงจัดเป็นการแปรรูปด้วยความร้อน (Thermal processing) วิธีหนึ่ง การพาสเจอร์ไรส์ปกติจะใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยวัตถุประสงค์หลักเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อโรค (Pathogen) รวมทั้งจุลินทรีย์และเอนไซม์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย (Food spoilage) การพาสเจอร์ไรส์อาหารสามารถทำลายเซลล์ (Vegetative cell) ยีสต์ (Yeast) รา (Mold) และแบคทีเรีย (Bacteria) ที่ไม่ทนร้อน แต่ยังไม่เพียงพอที่จะทำลายแบคทีเรียที่ทน ความร้อนสูง (Thermophillic bacteria) และสปอร์ของแบคทีเรีย (Bacterial spore) จึงต้องเก็บรักษาอาหารที่ผ่าน การพาสเจอร์ไรส์แล้วที่มีอุณหภูมิต่ำ (Cold storage) การพาสเจอร์ไรส์ถือเป็นการยืดอายุของอาหารของอาหารที่เก็บได้ยาวนานขึ้น เพราะเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารเป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเน่าเสีย แต่เนื่องจากการพาสเจอร์ไรส์นั้นใช้ ความร้อนในการทำให้เชื้อจุลินทรีย์ตาย แต่ความร้อนจากการพาสเจอร์ไรส์ส่งผลทำให้คุณภาพของอาหารเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากความร้อนทำให้การกระจายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

emulsion มีความไม่คงตัว อาจเกิดจากการรวมตัวกันของอนุภาคทำให้กลายเป็นกลุ่มก้อน (Srinivasan และคณะ , 2002) การใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์สามารถแบ่งเป็น 2 วิธี ได้แก่

1) Low temperature long time (LTLT) หรือ ระบบอุณหภูมิต่ำระยะเวลานาน เป็นการให้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่สูงมากแต่ใช้เวลานาน เช่น การพาสเจอร์ไรส์นมสดที่อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส จะใช้เวลานาน 30 นาที แล้วจึงทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีที่ทำให้เกิดโรค

2) High temperature short time (HTST) หรือ ระบบอุณหภูมิสูงระยะเวลาสั้น เป็นการใช้อุณหภูมิสูง แต่ใช้เวลาน้อย มักทำเป็นระบบต่อเนื่องในอาหารเหลว เช่น การพาสเจอร์ไรส์นมสดที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส จะใช้เวลานานเพียงนาน 15 วินาที แล้วจึงทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

2.13.2 กระบวนการสเตอริไลซ์

กระบวนการสเตอริไลซ์ คือ วิธีการฆ่าเชื้อโดยให้ความร้อนแก่อาหารที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียสเพื่อทำลายจุลินทรีย์รวมทั้งสปอร์ของจุลนิทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคส่วนใหญ่ ที่ทำให้อาหารเน่าเสียเพื่อทำลายเซลล์และสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคโดยความร้อนในการสเตอริไลซ์จะสูงกว่าจุดเดือด คือ ประมาณ 100-130 องศาเซลเซียส วิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น UHT (Ultra High Temperature) จะใช้อุณหภูมิ 135-150 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1-4 วินาที สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารที่อุณหภูมิปกติได้ แต่ผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับความร้อนสูงมากจนเกินไปจะมีคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงไปรวมถึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นในอุตสาหกรรมอาหารจึงใช้กระบวนการทำให้อาหารอยู่ในสภาวะปลอดเชื้อแบบเชิงการค้า (Commercial sterilization) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำลายเซลล์และสปอร์ของจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษและก่อให้เกิดโรค โดยเฉพาะ *Clostridium botulinum* รวมถึงจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย ดังนั้นภายหลังกระบวนการสเตอริไลซ์ทางการค้าสปอร์และจุลินทรีย์ที่ไม่ก่อให้เกิดโรคแต่ทนความร้อนสูงอาจหลงเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารได้ แต่ไม่สามารถเจริญภายใต้สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ

2.13.2.1 สภาวะปลอดเชื้อแบบเชิงการค้า

สภาวะปลอดเชื้อแบบเชิงการค้า (Commercial sterility) คือการใช้อุณหภูมิฆ่าเชื้อสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อทำให้อาหารปลอดภัยปลอดภัยต่อผู้บริโภค ปราศจากเชื้อโรคไม่มีจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสีย และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน เป็นกระบวนการฆ่าเชื้อ อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ภาชนะปิดสนิท หมายถึง อากาศไม่สามารถผ่านเข้าออกภาชนะ นั้นได้ เพื่อคงสภาพปลอดเชื้อของอาหารในภาชนะนั้นไว้หลังการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฆ่าเชื้อ เช่น กระป๋องโลหะ ขวด แก้วที่ฝาด้านในเคลือบด้วย Plastisol ถุงรีทอร์ทที่ปิดผนึกด้วยความร้อน กล่องลามิเนท เป็นต้น

กระบวนการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อมักนำมาใช้กับอาหารที่มีลักษณะเป็นกรดต่ำ (Low- acid food) คือ อาหารที่มีค่า pH สูงกว่า 4.6 และมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water activity, aw) สูงกว่า 0.85 เนื่องจากสภาวะดังกล่าวของอาหารมีปริมาณกรดต่ำและปริมาณน้ำสูงเพียงพอที่จะ ให้จุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายสามารถเจริญได้ รวมถึงกระบวนการให้ความร้อนแก่อาหารปรับกรดอาหารที่เดิมเป็นกรดต่ำแต่มีการใส่กรดเพื่อปรับให้มีค่า pH ต่ำกว่า 4.6 และมีค่าวอเตอร์แอคติ วีตี้สูงกว่า 0.85 และ อาหารควบคุมวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water activity controlled food) ซึ่งมีค่า aw น้อยกว่า 0.85 ด้วย

2.13.3 ความสามารถในการทนความร้อนของจุลินทรีย์

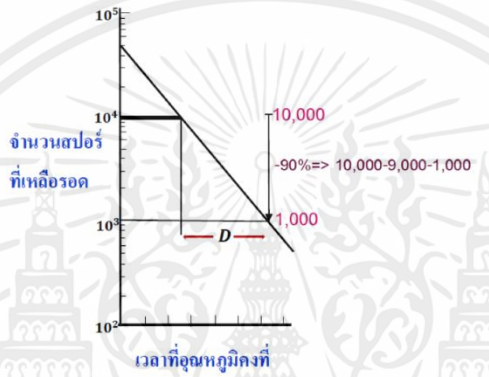
จุลินทรีย์ที่เจริญได้แต่ละชนิดในอาหารมีความทนทานต่อความร้อนแตกต่างกัน นอกจากนี้ถ้าปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นแตกต่างกัน ก็จะมีผลต่อปริมาณความร้อนที่ต้องใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ความทนทานต่อความร้อนของแบคทีเรียหรือสปอร์ มีสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ค่า D ค่า Z และ ค่า F ตัวแปรเหล่านี้บอกให้ทราบถึงความทนทานต่อความร้อนของแบคทีเรียหรือจุลินทรีย์แต่ละชนิดในอาหาร สามารถบอกได้ว่าการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อนั้นๆ มีผลในการฆ่าหรือทำลายเชื้อมากน้อยเพียงใด

2.13.3.1 ค่า D (D Value)

ค่า D (Decimal Reduction Time) หรือ ค่าคงที่อัตราการตาย หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการทำลายสปอร์ของจุลินทรีย์ลงได้ร้อยละ 90 ของจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นที่อุณหภูมิหนึ่งๆ จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีค่า D แตกต่างกันแต่จุลินทรีย์ตัวเดียวกันถ้าหาโดยใช้อุณหภูมิแตกต่างกัน ค่า D ที่ได้ก็จะแตกต่างกันด้วย ดังนั้นการเขียนค่า D จำเป็นต้องห้อยท้ายด้วยอุณหภูมิที่ใช้หา ค่า D เป็นค่าที่หาได้จากการทดลอง โดยศึกษาผลของอุณหภูมิที่เวลาต่างกันต่อการลดลงของ จุลินทรีย์หรือสปอร์ซึ่งเรียกว่า Thermal Death Time test (TDT test) โดยเตรียมจุลินทรีย์ที่มีชีวิตหรือสปอร์ของแบคทีเรีย ซึ่งทราบปริมาณเริ่มต้น (ในหน่วย CFU) ใส่จุลินทรีย์หรือสปอร์นั้นลงในสารละลายบัฟเฟอร์หรือในสารอาหารที่ทาเพื่อจำลองอาหารจริง (Food model) หรืออาจใช้อาหารจริงที่ต้องการจะศึกษา เช่นนม น้ำแกง น้ำซุป เนื้อบด เนื้อปลา โดยนำเชื้อจุลินทรีย์ หรือสปอร์ที่จะศึกษาใส่ในภาชนะที่มีขนาดเล็กมากเช่นหลอดขนาดเล็ก (TDT tube) กระป๋องขนาดเล็ก (TDT can) หรือในถุงรีทอร์ท (Retort pouch) เพื่อให้ตัวอย่างมีอุณหภูมิขึ้นถึงอุณหภูมิที่จะศึกษาอย่างรวดเร็ว หลังใส่จุลินทรีย์หรือสปอร์ลงไปแล้วให้ปิดผนึกให้สนิทแล้วจึงนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิคงที่ที่ต้องการ โดยอาจจะทำในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

bath) หรือหากต้องการศึกษาที่อุณหภูมิสูง กว่า 100 องศาเซลเซียส อาจใช้อ่างน้ำมัน (Oil bath) หรือ TDT retort แล้วจับเวลาที่แน่นอน เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดแล้ว ให้นำตัวอย่างมาทำให้เย็นทันที จากนั้นจึงนำตัวอย่างที่ผ่านความร้อนแล้วมาหาปริมาณจุลินทรีย์หรือสปอร์ที่เหลือรอด ทำเช่นนี้โดยใช้ระยะเวลานานต่างๆกัน จะได้ข้อมูลการลดลงของจุลินทรีย์หรือสปอร์เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิคงที่ด้วยระยะเวลาต่างกัน ข้อมูลที่ได้นามาแสดงในรูปของกราฟ ซึ่งเป็น Semi- logarithmic graph เพื่อให้ได้ความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง โดยแนวตั้ง (แกน Y) เป็น log–scale แสดงจำนวนสปอร์ที่เหลือรอดอยู่ ส่วนแนวนอน (แกน X) เป็นสเกลปกติแสดงเวลาที่ให้ความร้อน

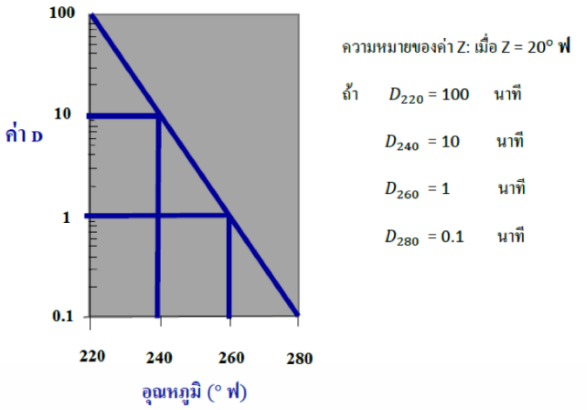


ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสปอร์และเวลาในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิคงที่

2.13.3.2 ค่า Z (Z Value)

ค่า Z หมายถึง จำนวนองศาฟาเรนไฮต์หรือองศาเซลเซียสที่ต้องการเพื่อเปลี่ยน TDT curve ไป 1 log cycle หรือ คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนค่า D ไป 10 เท่า จากรูปที่ 2.2 การ เปลี่ยนแปลง 1 log cycle (จาก 10 มา 1) มีค่าเท่ากับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิการฆ่าเชื้อไป 20 องศาฟาเรนไฮต์ นั่นก็คือ ค่า z = 20 องศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งเป็นตัวบอกว่า ถ้าอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อเพิ่มขึ้น 20 องศาฟาเรนไฮต์ เวลาในการฆ่าเชื้อสามารถลดลงมา 10 เท่า (1 log cycle) จาก รูป 2.2 ถ้าใช้อุณหภูมิ 240 องศาฟาเรนไฮต์ จะใช้เวลาฆ่าเชื้อ 10 นาที แต่ถ้าเพิ่มอุณหภูมิไปอีก 20 องศาฟาเรนไฮต์ เป็น 260 องศาฟาเรนไฮต์ เวลาที่ใช้ลดลง 10 เท่าเหลือเป็น 1 นาที โดย ยังคงให้ผลในการฆ่าเชื้อได้เท่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า D และอุณหภูมิที่ใช้ในการหาค่า D

2.13.3.3 ค่า F (F Value)

ค่า F_0 คือเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ ที่ใช้เพื่อทำลายจุลินทรีย์หรือสปอร์ของจุลินทรีย์จากจำนวนเริ่มต้น ซึ่งได้มาจากการคำนวณค่าของอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ และค่าคงที่ค่าหนึ่ง (z) โดยทั่วไปอยู่ที่ 121.11 ℃ กับ Z = 10 ค่า F_0 ที่ได้นั้น จะช่วยให้อาหารปลอดจากเชื้อ *Clostridium Botulinum* (ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่เป็นอันตรายถึงแก่ชีวิต) ในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ

การคำนวณหาค่า F ที่แท้จริงของกระบวนการฆ่าเชื้อ คำนวณจาก Lethal rate สามารถหาได้จากสมการ และนำค่า Lethal rate สะสมมาคำนวณ หาค่า F0 ได้ในสมการ

$$L = 10^{\left(\frac{T-250}{z}\right)}$$

$$F_0 = t\left(\frac{L_1 + L_2}{2} + \cdots + \frac{L_{n-1} + L_n}{2}\right)$$

เมื่อ L คือ Lethal rate ณ เวลาการทดสอบใดๆ

T คือ อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ที่เวลาใดๆ (°F)

t คือ ช่วงเวลาการทดสอบวัดอุณหภูมิ (min)

z คือ 18 °F ในการทำลาย *C. Botulinum* ที่อุณหภูมิ 250 °F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

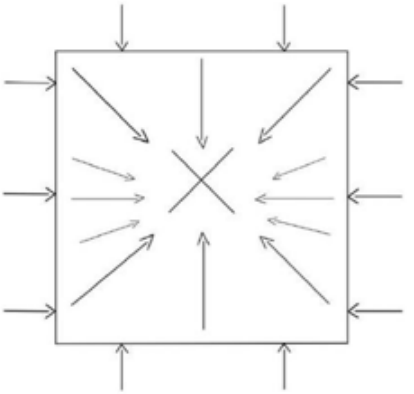
2.13.4 ลักษณะการถ่ายโอนความร้อนของอาหาร

อัตราเร็วที่ความร้อนแทรกผ่านไปยังจุดร้อนช้าที่สุด (Cold point หรือ Slowest heating point) ของอาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท เช่น กระป๋อง ขึ้นกับลักษณะการถ่ายเทความร้อนของอาหาร แต่ละชนิดซึ่งเกิดขึ้นไม่เท่ากัน ในกรณีของอาหารเหลว (Liquid foods) การถ่ายเทความร้อนเป็นแบบการ พาความร้อน (Convection) ซึ่งเกิดขึ้นได้รวดเร็วกว่าในกรณีของอาหารแข็ง (Solid หรือ Viscous foods) ซึ่งการถ่ายเทความร้อนเป็นแบบการนำความร้อน (Conduction) ดังนั้นเวลาในการฆ่าเชื้อของอาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิทประเภทอาหารเหลวจึงสั้นกว่าประเภทอาหารแข็ง การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิทจะเกิดได้ไม่เท่ากันทุกจุด ดังนั้นการกาหนดระยะเวลาในการ ฆ่าเชื้อต้องนานเพียงพอที่จะฆ่าเชื้อที่จุดที่ได้รับความร้อนช้าที่สุดของอาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท นอกจากนี้ขนาดของภาชนะบรรจุก็มีผลต่อการฆ่าเชื้อเพราะว่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาหารในภาชนะบรรจุขนาดใหญ่ใช้เวลานานกว่าภาชนบรรจุขนาดเล็ก ทั้งนี้ในการฆ่าเชื้ออาหารแต่ละครั้งจะต้องแน่ใจว่าอาหารทุกภาชนะบรรจุเป็นชนิดเดียวกันและมีขนาดเท่ากัน

การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาหาร เกิดขึ้นได้เป็น 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการถ่ายเทความร้อนแบบผสม

1. การนำความร้อน พบในอาหารแข็งหรืออาหารที่มีความข้นหนืดสูง เช่น ปลาซาร์ดีนในซอสมะเขือเทศ โดยอาหารจะได้รับความร้อนในทุกทิศผ่านผนังของภาชนะบรรจุเข้าสู่อาหารแล้วผ่านจาก โมเลกุลหนึ่งของอาหารไปอีกโมเลกุลหนึ่งโดยมีทิศทางไปยังส่วนที่ร้อนช้าที่สุดของอาหารซึ่งอยู่ที่จุด กึ่งกลาง (Geometric center) ของภาชนะบรรจุ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 นั่นคือ พลังงานความร้อนถ่ายเทจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง (ผนังภาชนะบรรจุ) ไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ (จุดที่ร้อนช้าที่สุด) โดยผ่านโมเลกุลของอาหารที่ไม่เคลื่อนที่ เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนแบบการนำนั้นอนุภาคอาหารไม่สามารถเคลื่อนที่ การถ่ายเทความร้อนจึงไม่เร็วเหมือนกับแบบการพาความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

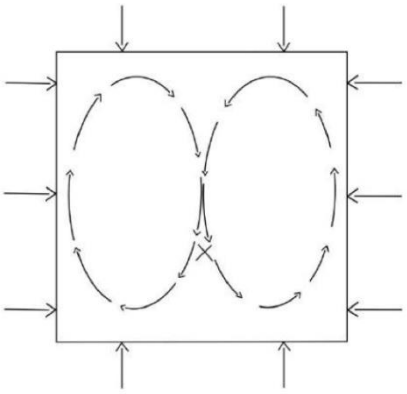


ภาพที่ 2.3 การถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน

2. การพาความร้อน ในกรณีของการพาความร้อนแบบธรรมชาติ (Natural convection) ซึ่งเกิดขึ้นโดยมีสาเหตุมาจากความแตกต่างของความหนาแน่นของตัวกลาง (อาหารเหลว) เมื่ออาหารเหลวได้รับความร้อน โมเลกุลของอาหารส่วนที่ร้อนกว่ามีความหนาแน่นลดลง (เบากว่า) จึงเคลื่อนที่ขึ้นข้างบน ในขณะที่โมเลกุลของอาหารเหลวที่เย็นกว่ามีความหนาแน่นมากกว่า (หนักกว่า) จะเคลื่อนลงมาแทนที่ทำให้เกิดการไหลเวียนของอาหารเหลวภายในภาชนะบรรจุ ซึ่งจะทำให้สมมาตรของอาหารในภาชนะบรรจุเสียไป ดังนั้นจุดที่ร้อนช้าที่สุดในกรณีของอาหารกระป๋องที่ฆ่าเชื้อโดยวางเรียงในแนวตั้งจะอยู่ประมาณ 3/4 นิ้วจากด้านล่างกระป๋องสาหรับกระป๋องขนาดเล็ก และสาหรับกระป๋องขนาดใหญ่ เช่น กระป๋องเบอร์ 10 จุดร้อนช้าที่สุดอยู่ที่ประมาณหนึ่งนิ้วครึ่งจากด้านล่างของกระป๋อง

ในกรณีของการพาความร้อนแบบบังคับ (Forced หรือ Induced convection) มีแรงภายนอกมาบังคับให้โมเลกุลของอาหารเหลวเคลื่อนที่เกิดการผสมกันภายในภาชนะบรรจุทำให้การถ่ายเทความร้อนเป็นไป ได้เร็วขึ้น เช่น การฆ่าเชื้ออาหารในเครื่องฆ่าเชื้อที่มีการหมุนของกระป๋องระหว่างการฆ่าเชื้อ (Agitating cooker) ซึ่งมักไม่พบจุดที่ร้อนช้าที่สุด หรือถ้ามีก็อยู่ที่จุดกึ่งกลางของกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 การถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน

3. การถ่ายเทความร้อนแบบผสม พบในกรณี เช่น อาหารที่มีส่วนผสมของสารให้ความหนืด ซึ่งใน ช่วงแรกของการให้ความร้อนการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในอาหารจะเป็นแบบการพา และเมื่อให้ความร้อนต่อไปอาหารจะข้นหนืดมากขึ้นจนทำให้การถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในอาหารเปลี่ยนเป็นแบบการนำ หรือในกรณีที่ผลิตภัณฑ์อาหารมีชิ้นอาหารขนาดใหญ่อยู่ในของเหลว เช่น ชิ้นผักในน้ำเกลือ จะพบว่าส่วนที่เป็นของเหลวจะร้อนเร็วกว่าส่วนที่เป็นชิ้นของแข็ง ดังนั้นจุดที่ร้อนช้าที่สุดของอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบผสมจะอยู่ที่ประมาณกึ่งกลางระหว่างจุดร้อนช้าที่สุดของอาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำและแบบการพา

2.14 เครื่องฆ่าเชื้อ

รีทอร์ท (Retort) หรือ เครื่องฆ่าเชื้อภายใต้แรงดัน หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้แปรรูปอาหารด้วยความร้อน (Thermal processing) เพื่อฆ่าเชื้ออาหารซึ่งบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท เช่น กระป๋อง ขวดแก้ว ถุงรีทอร์ทเพาช์ โดยใช้อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส

2.14.1 ประเภทของหม้อฆ่าเชื้อ

สามารถแบ่งประเภทของเครื่องฆ่าเชื้อตามลักษณะของตัวกลางการให้ความร้อนได้เป็น 4 แบบ คือ

1. หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้ไอน้ำ (Steam retort) เมื่อไอน้ำอิ่มตัวกลั่นตัวลงที่ด้านนอก จะมีการถ่ายเทความร้อนแผ่งไปยังอาหาร โดยต้องกำจัดอากาศภายในหม้อฆ่าเชื้อทั้งหมดออกไปก่อนด้วยการแทนที่ด้วยไอน้ำ และหล่อเย็นหลังจากการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ไอน้ำจะควบแน่นอย่างรวดเร็ว ขณะที่อาหารจะเย็นตัวลงอย่างช้าๆ แต่ความดันภายในบรรจุภัณฑ์ยังคงสูงอยู่ ความดันอากาศที่ยังคงสูงอยู่นี้จะป้องกันแรงเค้นที่ปิดผนึก เมื่ออากาศเย็นลงต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส ความดันอากาศจะลดลงและเย็นลงจนกระทั่งอุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมินี้บรรจุภัณฑ์จะแห้งเองเพื่อป้องกันสนิมและฉลากจะติดแน่นยิ่งขึ้น ข้อดี คือลงทุนต่ำ ใช้งานง่าย แต่ใช้ไอน้ำมากจึงเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานและใช้กับผลิตภัณฑ์ อาหารกระป๋องเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.5 หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้ไอน้ำอิ่มตัว

ที่มา : https://www.foodnetworksolution.com (2014)

2. หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้ไอน้ำผสมอากาศ (Horizontal steam / Air retorts) เป็นการใช้ไอน้ำในการฆ่าเชื้อและมีการอัดอากาศเพื่อต่อต้านความดันภายในบรรจุภัณฑ์ที่อุณหภูมิฆ่าเชื้อนั้นๆ ทำให้สามารถใช้ในการฆ่าเชื้ออาหารในบรรจุภัณฑ์หลายชนิดมากกว่าเครื่องที่ใช้ไอน้ำเพียงอย่างเดียว ต้องควบคุมอัตราส่วนของไอน้ำต่ออากาศเป็นจุดควบคุมสำคัญ เพื่อให้ทั้งอุณหภูมิและความดันเป็นไปตามข้อกำหนดเกี่ยวกับการฆ่าเชื้อลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือการที่ต้องออกแบบให้มีพัดลมหรือกลไก ที่ทำให้ไอน้ำและอากาศผสมกันอย่างสม่ำเสมอและกระจายตัวอย่างทั่วถึง

ภาพที่ 2.6 หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้ไอน้ำผสมอากาศ

ที่มา : https://www.tradeindia.com (2014)

3. หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้น้ำร้อนท่วม (Water immersion retort) ใช้น้ำร้อนเป็นตัวกลางให้ความร้อน ซึ่งน้ำร้อนจะท่วมบรรจุภัณฑ์ตลอดเวลาในการฆ่าเชื้อ โดยการอัดความดันเข้าไปในหม้อฆ่าเชื้อ อาจใช้ไอน้ำอิ่มตัว (Saturated steam) หรือใช้อากาศ แต่ส่วนใหญ่นิยมใช้อากาศในการควบคุมความดันภายในหม้อฆ่าเชื้อ ส่วนวิธีการทำน้ำร้อนอาจใช้ไอน้ำฉีดเข้าผสมกับน้ำโดยตรงหรือใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการปั๊มน้ำผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนหมุนวนในหม้อฆ่าเชื้อตลอดเวลา ข้อดี คือสามารถใช้ได้ทั้งใช้ได้ทั้งการฆ่าเชื้อแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พาสเจอไรซ์และแบบสเตอริไรซ์ ใช้ได้กับบรรจุภัณฑ์อาหารหลาย ชนิด ประหยัดพลังงาน แต่ต้องใช้เงินทุนมากและต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการบำรุงรักษาเครื่องเนื่องจากมีความซับซ้อนสูง

ภาพที่ 2.7 หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้น้ำร้อนท่วม

ที่มา : https://www.dft-technology.(2010)

4. หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้การพ่นน้ำร้อน (Water spray retort) ใช้น้ำร้อนเป็นตัวกลางให้ความร้อน และมีการหมุนเวียนน้ำด้วยเครื่องปั๊มน้ำการทำน้ำร้อนมีทั้งระบบพ่นไอน้ำผสมกับน้ำโดยตรงแต่โดยทั่วไป มักใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดตั้งอยู่ภายนอกหม้อฆ่าเชื้อ และควบคุมความดันด้วยอากาศอัดซึ่งควบคุมได้ง่ายกว่าเครื่องฆ่าเชื้อแบบน้ำท่วม อุณหภูมิน้ำจะค่อยๆ สูงขึ้นจากการปั๊มน้ำหมุนเวียนผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ทำให้สามารถลดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิลงอย่างฉับพลันได้ เหมาะกับบรรจุภัณฑ์ประเภทรูปทรงยืดหยุ่น เช่น รีทอร์ทเพาซ์ เพราะเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงสามารถทน ความร้อนและความดันสูงได้ ใช้เงินลงทุนไม่สูงมาก น้ำในระบบสามารถใช้ซ้ำได้โดยไม่ต้องผ่านการบำบัด แต่จะใช้ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อและลดอุณหภูมินาน

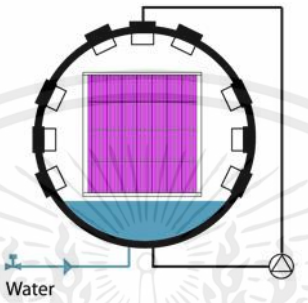
ภาพที่ 2.8 หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้การพ่นน้ำร้อน

ที่มา : https://www.ananindustry.com/frozen-article01.html (2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.2 ขั้นตอนการทำงานในเครื่องฆ่าเชื้อแบบใช้การพ่นน้ำร้อน

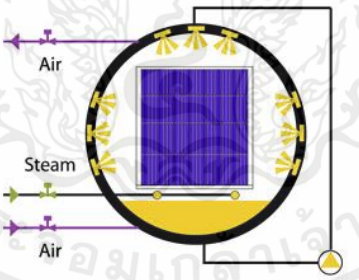
1. Water Filling เติมน้ำเข้าเครื่องหลังจากใส่ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการฆ่าเชื้อและปิดฝาเครื่องเพื่อทำการฆ่าเชื้อ น้ำจะถูกเติมเข้าไปในเครื่อง โดยการควบคุมของชุดควบคุมระดับน้ำจนถึงระดับที่ต้องการ



ภาพที่ 2.9 Water Filling เติมน้ำเข้าหม้อ

ที่มา : https://prfoodtech.com (2007)

2. Heating ให้ความร้อน เมื่อน้ำถูกเติมจนถึงระดับปั๊มน้ำหมุนวนจะเริ่มทำงานอัตโนมัติใน ขณะเดียวกันวาล์วไอน้ำจะเปิดเพื่อให้ความร้อน และวาล์วลมจะเปิดเพื่อต้านความดันที่เกิดขึ้นในภาชนะอาหาร เพื่อป้องกันไม่ให้ภาชนะเสียรูปหรือแตกเสียหาย

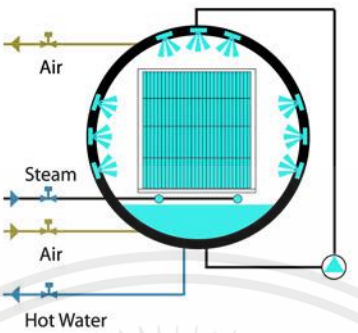


ภาพที่ 2.10 Heating ให้ความร้อน

ที่มา : https://prfoodtech.com (2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

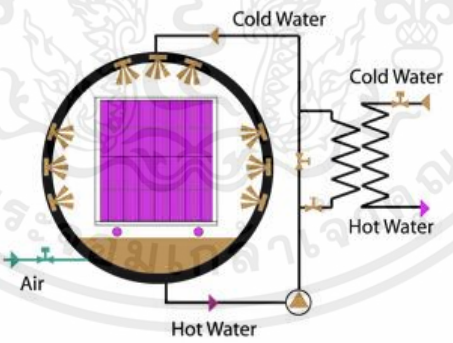
3. Sterilizing ฆ่าเชื้อหลังจากอุณหภูมิและความดันถึงระดับการฆ่าเชื้อตามที่ได้ตั้งโปรแกรมไว้ ชุด PLC จะควบคุมอุณหภูมิและความดันนี้ให้คงที่ตลอดเวลาฆ่าเชื้อ



ภาพที่ 2.11 Sterilizing ฆ่าเชื้อ

ที่มา : https://prfoodtech.com (2007)

4. Cooling ระบายความร้อนหลังจากเสร็จสิ้นการฆ่าเชื้อ โดยในช่วงขณะดังกล่าววาล์วไอน้ำจะปิด ส่วนวาล์วน้ำเย็นจะเปิดเพื่อให้น้ำเย็นจากหอทำความเย็น (Cooling Tower) ไหลผ่านมาที่ชุดแลกเปลี่ยนความร้อน (Plate Heat Exchanger) เพื่อนำความร้อนกลับไประบายที่หอทำความเย็นต่อไป ในขณะเดียวกันความดันภายในหม้อจะยังคงรักษาระดับเพื่อป้องกันการเสียหายของภาชนะอาหาร

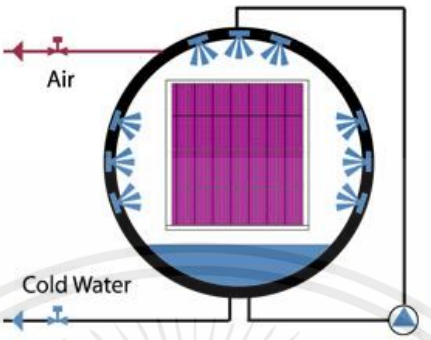


ภาพที่ 2.12 Cooling ระบายความร้อน

ที่มา : https://prfoodtech.com (2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. End of cycle จบการทำงาน เมื่ออุณหภูมิลดระดับลง ถึงค่าที่ตั้งโปรแกรมไว้ ปั๊มน้ำก็จะหยุดทำงาน ในขณะเดียวกันวาล์วลมออกและวาล์วน้ำออกจะเปิดเต็มที่เพื่อระบายความดันภายใน หม้อลงจนถึงบรรยากาศทั่วไป



ภาพที่ 2.13 End of cycle จบการทำงาน

ที่มา : https://prfoodtech.com (2007)

2.15 สมบัติทางกายภาพของอาหาร

2.15.1 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

วิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างโดยใช้เครื่อง pH meter (Lab 855, SI Analytics, Germany) วิธีการคือ ปรับมาตรฐาน เครื่องมือด้วยบัพเฟอร์ที่มีค่าความเป็นกรดด่างที่ 4 7 และ10 จากนั้นสุ่มตัวอย่าง 10 มิลลิลิตรเพื่อวัดค่าพีเอช โดยแต่ละครั้งที่วัดค่าตัวอย่างใหม่ต้องล้างโพรบวัดด้วยน้ำกลั่น และ ซับเบาๆ ให้แห้งวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

2.15.2 ค่าความชื้น

ปริมาณความชื้น (Moisture Content) อ้างอิงวิธีการทดสอบจากมาตรฐาน AOAC สามารถใส่ตัวอย่างอาหารแมว 3 กรัมลงในถาดฟอยล์ จากนั้นวัดความชื้นที่มีช่วงอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสและรอจนกว่าเครื่องวัดความชื้นจะส่งสัญญาณ หลังจากนั้นบันทึกค่าที่ได้ ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ

2.15.3 ค่าความแข็งที่ละลายได้

ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total soluble solid, TSS) หมายถึง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมดใช้บ่งชี้ความเข้มข้นของอาหารเหลว เช่น น้ำเชื่อม น้ำผลไม้เข้มข้น มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ (oBrix) หรือเปอร์เซ็นต์น้ำหนักต่อน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16 บรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ (retort pouch)

2.16.1 ความหมายบรรจุภัณฑ์

Luca Patrizia de (2006:6) บรรจุภัณฑ์ คือ พื้นที่ที่เป็นตัวสื่อสารข้อมูลต่างออกไปหาผู้บริโภค เช่น สีสัน รูปทรง คำพูด และยังเป็นสิ่งที่สร้างประสบการณ์ให้กับผู้บริโภคทั้งก่อนซื้อและ หลังจากซื้อ สินค้าไปแล้ว

MitulM.Deliya & Bhavesh J. Parmar (2012:49) บรรจุภัณฑ์คือ ส่วนประกอบหนึ่งของ ผลิตภัณฑ์และ และบรรจุภัณฑ์ก็เป็นที่ใส่สินค้า

Shweta Dhir (2012:114) บรรจุภัณฑ์คือ วัสดุที่มีไว้ใส่สำหรับผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่วนประกอบของบรรจุภัณฑ์ มีองค์ประกอบของบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ การออกแบบ สี รูปทรง ฉลากและวัสดุ

ชัยสนิท ดำรงศักดิ์ (2537:2) บรรจุภัณฑ์คือ กิจกรรมที่เกี่ยวกับการออกแบบและผลิตสิ่งที่ห่อหุ้มสินค้าซึ่งเกี่ยวพันกับฉลากและตราสินค้าของเจ้าของผลิตภัณฑ์

อินทร์อุดม ชีลาพร (2544:4) บรรจุภัณฑ์หมายถึง กิจกรรมหรือการออกแบบและผลิตสิ่งห่อหุ้ม เพื่อการดูแลรักษาผลิตภัณฑ์ให้ปลอดภัย โดยที่การออกแบบบรรจุภัณฑ์เป็นทั้งวิทยาศาสตร์ และศิลปะศาสตร์

จากความหมายของที่อ้างถึงด้านบนสามารถสรุปเป็นความหมายของ บรรจุภัณฑ์หมายถึง สิ่งที่เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่มีไว้ใส่สินค้าด้านใน โดยที่บรรจุภัณฑ์มีองค์ประกอบคือ การออกแบบ สี รูปทรง ฉลากและวัสดุของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้บรรจุภัณฑ์ยังเป็นตัวที่เราสามารถใส่ข้อมูลต่างๆ ที่จะต้องการสื่อสารไปยังผู้บริโภคอีกด้วย ส่วนมากการสื่อสารทางบรรจุภัณฑ์จะมีการสื่อสารทางด้าน คำพูดบนบรรจุภัณฑ์ สีสันที่สื่อออกไปถึงกลุ่มเป้าหมาย รูปทรงที่สามารถบ่งบอกถึงรูปแบบการดำเนินชีวิตของผู้บริโภค ทำให้บรรจุภัณฑ์สามารถเป็นได้ทั้งวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ เพราะมีการใช้เทคโนโลยีในการออกแบบและต้องผสมผสานกับความเป็นศิลปะในการออกแบบที่โดนใจผู้บริโภคอีกด้วย

2.16.2 การผลิตอาหารบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์

การผลิตอาหารบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ การศึกษาข้อมูลด้านการผลิตอาหารไทยและต่างประเทศ บรรจุในรีทอร์ตเพาซ์พบว่ามีการวิจัยและพัฒนาเป็นจำนวนมากซึ่งแสดงให้เห็นว่าอาหารในรูปแบบบรรจุภัณฑ์ประเภทนี้กำลังได้รับความสนใจสูง โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดนุพล (2549) ผลิตห่อหมกพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว ฆ่าเชื้อที่ 115 องศาเซลเซียส นาน 45 นาทีค่า F0 เท่ากับ 8.71 นาทีสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องได้นาน 6 สัปดาห์

วรพร (2554) ผลิตน้ำข้าวยำบรรจุรีทอร์ทเพาซ์ ฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องได้นาน 8 สัปดาห์

พฤกษา (2559) ผลิตปลาทูต้มเค็มในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ ฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส นาน 30, 40, 50 นาทีมีค่า F0 เท่ากับ 7.7, 8.8 และ 12.1 นาทีตามลำดับ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน ตรวจไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมดในทุกระดับการฆ่าเชื้อ และได้รับการยอมรับ ความชอบทุกด้าน จากผู้ทดสอบ

Clark et al. (2002) เตรียมลูกแพร์ในน้ำเชื่อมหั่นชิ้นบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ โดยน้ำลูกแพร์มา เติม น้ำตาล วิตามินซีและกรดซิตริกเพื่อปรับบริกซ์และ pH ก่อนบรรจุและปิดสนิท นำไปสเตอริไลซ์ในรีทอร์ทตามกระบวนการที่กำหนด

Potter, Tung and Kitson (1982) พบว่าแพร์หั่นชิ้นที่บรรจุและผ่านการฆ่าเชื้อในรีทอร์ทเพาซ์ ให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีกว่าแพร์หั่นชิ้นที่ฆ่าเชื้อในกระป๋อง

อนุกูล วัฒนสุข (ม.ป.ป) กล่าวว่า รีทอร์ทเพาซ์ (retort pouch) คือบรรจุภัณฑ์อาหารชนิดหนึ่ง ที่จัดเป็นบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัว (Flexible packaging) ทำจากฟิลม์หลายชนิดมาเชื่อมประสาน (Laminate) ขึ้นรูปเป็นถุง (Pouch) เป็นบรรจุภัณฑ์สามารถปิดผนึกสนิท (Hermectically sealed container) มีความแข็งแรง สามารถทนต่อความร้อนและความดันสูงได้ ใช้บรรจุอาหารที่ต้องการฆ่าเชื้อ ด้วยความร้อน (Thermal processing) ระดับ Commercial sterilization ได้เหมือนกับกระป๋อง โดยมักฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อภายใต้แรงดัน (Retort) ชนิด Water spray retort อาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อสามารถ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ เช่นเดียวกับอาหารกระป๋อง

2.16.3 รูปแบบของรีทอร์ทเพาซ์

อนุกูล วัฒนสุข (ม.ป.ป) รปู แบบของรีทอร์ทเพาซ์ มีทั้งแบบเป็นถุง ถุงตั้งได้

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ (2558) รูปแบบและการผลิต retort pouch

1. ถุงแบบต่างๆ ทั้งแบบ 4 ตะเข็บ 3 ตะเข็บ ถุงทรงหมอน หรือถุงตั้งได้

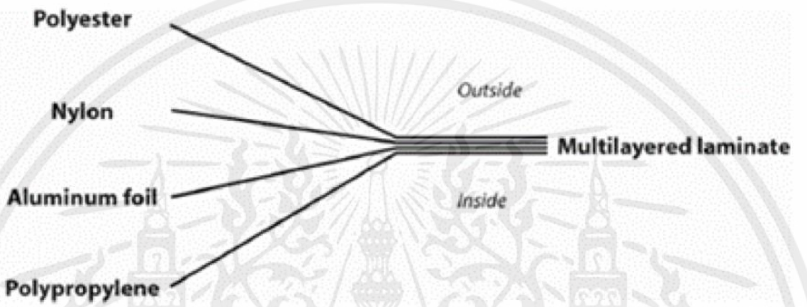
2. ถาดพลาสติกพร้อมฝาเปิดลอก (plastic tray and peelable lid) นิยมใส่แกง เนื้อใส่ซอส และอาหารสำเร็จรูป พร้อมบริโภค สามารถอุ่นในอาหารในถาดและบริโภคอาหารโดยไม่ต้องเปลี่ยนจาน เป็นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อำนวยความสะดวกให้ผู้บริโภคได้มากกว่าถุง นอกจากนี้ยังมีถาดอะลูมิเนียมเคลือบพลาสติก พร้อมฝาเปิดลอกลักษณะถาดพลาสติก แต่นิยมอุ่นอาหารในเตาอบ

2.16.4 วัสดุที่ใช้ผลิตรีทอร์ทเพาซ์

อนุกูลวัฒนสุข (ม.ป.ป) รีทอรท์เพาซ์มักทำด้วยวัสดุแผ่นบางหลายชนิดเชื่อมประสาน (Laminate) กัน ได้แก่วัสดุที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักอยู่ด้านในสุด สัมผัสกับอาหารโดยตรง เป็นโครงสร้างส่วนที่หนาที่สุดทนทานต่อความร้อนได้สูง มีความแข็งแรงสูง ทนต่อความดันในหม้อฆ่าเชื้อ (Retort) ได้



ภาพที่ 2.14 วัสดุแต่ละชั้นของรีทอร์ทเพาซ์

1.Polypropylene (PP) เป็นชั้นหนาที่สุด อยู่ด้านในสัมผัสกับอาหารโดยตรงใช้เป็น ตัวที่ปิดผนึกด้วยความร้อน

2.Polyethyleneterephthalate (PET) โดยใช้ในรูป CPET วัสดุป้องกันการซึมผ่าน (barrier material) อยู่ชั้นกลาง ใช้เพื่อป้องกันความชื้น แสง และก๊าซ

3.แผ่นฟิลม์อลูมิเนียมมีลักษณะทึบแสง ป้องกันความชื้น แสง และก๊าซได้ดี

4.แผ่นฟิลม์ EVOH ซึ่งป้องกันการผ่านเข้าออกของก๊าซได้ดีมาก

5.ไนลอน (nylon)

6.วัสดุชั้นนอก (Outer layer) เป็นแผ่นฟิล์ม เช่น polyester อยู่ชั้นนอกสุดช่วยเรื่องความแข็งแรงทนทาน ความเหนียว ทนต่อความร้อน และสามารถพิมพ์ (Printability) ข้อมูล หรือรูปภาพบนฟิล์มได้

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ (2558) วัสดุสำหรับภาชนะบรรจุแบบ retort pouch ส่วนใหญ่วัสดุสำหรับ retort pouch เป็นวัสดุอ่อนตัวหลายชั้น (Multilayer flexible packagingmaterial) เช่น พอลิพรอพิลีน (Polypropylene, PP) พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethyleneterephthalate, PET) และ อะลูมิเนียมฟอยล์เป็นต้นเพราะปัญหาทางด้านสมบัติเชิงกลและสมบัติต้านทานการซึมผ่านของพลาสติก ที่ยังด้อยกว่าโลหะและแก้ว จึงต้องทำลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของวัสดุแต่ละชนิดเข้ามาใช้ร่วมกัน อย่างไรก็ตามยังต้อง คำนึงถึงสมบัติการต้านทานการซึมผ่าน โดยเฉพาะออกซิเจนและไอน้ำ เพื่อรักษาคุณภาพของอาหาร สมบัติเชิงกล ในด้านความแข็งแรงในการใช้งาน และการทนความร้อน ซึ่งทนอุณหภูมิฆ่าเชื้อที่มีอุณหภูมิสูงถึง 135 องศาเซลเซียส โดยโครงสร้างหลักของ retort pouch แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1. ชั้นโครงสร้างหลัก เป็นโครงสร้างหลักซึ่งอยู่ด้านในสุด สัมผัสกับอาหารโดยตรง เป็นโครงสร้างส่วนที่หนาที่สุด ทนทานต่อความร้อนได้สูง มีความแข็งแรงสูง เพื่อทนต่อความดันในหม้อฆ่าเชื้อ (Retort) ได้ เช่น พอลิพรอพีลีน (Polypropylene,PP) เป็นวัสดุที่ใช้มากที่สุดในการผลิต retort pouch เนื่องจากสามารถทนสภาวะการฆ่าเชื้อได้ มีความแข็งแรง มีจุดหลอมเหลวอยู่ที่ 138 องศาเซลเซียส ป้องการการซึมผ่านไอน้ำได้ดี และยังไม่ราคาไม่สูง แต่เนื่องจาก PP มีความเปราะที่อุณหภูมิต่ำ จึงต้องมีการใช้เป็นโคพอลิเมอร์ PP.PE เพื่อแก้ปัญหาในด้านนี้ และ PP มีข้อเสียในด้านการผ่านของออกซิเจนจึงมีการใช้พลาสติกอื่นร่วมด้วย พอลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene terephthalate, PET) เป็นพลาสติก นิยมใช้เป็นอันดับ 2 รองจาก pp เนื่องจากค่า T ของ PET มีค่าประมาณ 80 องศาเซลเซียส และเมื่อนำไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ ทำให้ PET เสียรูปทรงและ ความแข็งแรง จึงมีการใช้ในรูป CPET หรือ CrystallinePET ด้วยการเติมสารที่ช่วยเร่งการสร้างผลึกภายใน PET ทำให้ CPET มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น และทนทานต่อสภาวะการฆ่าเชื้อ อีกทั้งป้องการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดี ใช้กับอาหารที่มีอายุการเก็บหรืออาหารที่ไม่ไวต่อออกซิเจน

2. ชั้นป้องกันการซึมผ่าน (Barler material) เป็นวัสดุที่อยู่ชั้นกลาง เพื่อป้องกันความชื้น แสง และก๊าซ ซึ่งวัสดุที่นิยมใช้คือ แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ มีลักษณะทึบแสง สามารถป้องกันความชื้น แสง และอาจมีการใช้ไนลอน (nylon) เพื่อเพิ่มความแข็งแรง แต่การใช้แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์นั้น ทำให้ไม่สามารถนำผลิตภัณฑ์เข้าไมโครเวฟได้ จึงมีการพัฒนาใช้ SO, หรือ ALO, นำมาเคลือบวัสดุ เพื่อให้มีสมบัติป้องกันการซึมผ่านที่ดี และยังสามารถนำเข้าไมโครเวฟได้

3. ชั้นนอก (Outer layer) เป็นชั้นที่อยู่ด้านนอกสุด จึงต้องมีความสามารถในด้านการพิมพ์ เพื่อ แสดงภาพกราฟฟิก และข้อมูลต่างๆ ทั้งยังมีความแข็งแรงทนทาน นอกจากนี้ในแต่ละชั้นต้องมีตัวเชื่อม หรือกาว (Adhesives) เพื่อเชื่อมหรือยึดในแต่ละชั้นให้อยู่ด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของรีทอร์ทเพาซ์

1. อาหารที่บรรจุในรีทอร์ทเพาซ์ มีน้ำหนักเบา ขนส่งได้ง่าย

2. ตัวบรรจุภัณฑ์ มีน้ำหนักเบา ประหยัดค่าขนส่งและประหยัดพื้นที่เก็บรักษาแข็งแรง ไม่แตกหักง่าย

3. มีรูปร่างแบน มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมากกว่าทำให้มีพื้นที่ถ่ายเทความร้อนได้มากความร้อนแทรกผ่านได้ดีกว่า ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Thermal processing) น้อยกว่าประหยัดพลังงานกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารปริมาณเท่ากันที่บรรจุในกระป๋อง หรือขวดแก้ว นอกจากนั้นการใช้เวลาในการฆ่าเชื้อน้อย ช่วยทำให้รักษาคุณภาพด้านต่างๆ ของอาหาร เช่น สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส ของอาหารได้ดีกว่า เหมาะสำหรับอาหารที่ไวต่อความร้อน เช่น น้ำพริกแกง

4. สามารถพิมพ์สี ภาพถ่าย ข้อมูล ลงบนพื้นผิวได้เลย

5. การเปิดถุงเพื่อนำอาหารออกมาทำได้ง่ายกว่าการเปิดกระป๋องโลหะ โดยเฉพาะถ้าถุง นั้นมีรอยตัดเพื่อช่วยในการเปิด โดยสามารถเปิดถุงได้ด้วยมือเปล่า โดยไม่ต้องใช้ เครื่องมือหรืออุปกรณ์ช่วย

6. อุปกรณ์ทดสอบการระเบิด (Burst tester) หรือทดสอบแรงดึง (Tensile test) เพื่อประเมินผลและควบคุมคุณภาพของรีทอร์ทเพาซ์

ข้อจำกัดของรีทอร์ทเพาซ์

1. มีการลงทุนเบื้องต้นค่อนข้างสูง เช่น เครื่องฆ่าเชื้อ (retort)

2. การควบคุมกระบวนการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อจะยุ่งยากซับซ้อนกว่า เช่น จำเป็นต้องควบคุมปริมาณอากาศที่เหลืออยู่ในซองหรือถุง ความหนาด้านข้างของซอง ส่วนผสมของไอน้ำและอากาศในเครื่องฆ่าเชื้อตลอดจนชั้นวางแบบพิเศษภายในเครื่องฆ่าเชื้อที่จะต้องเอื้ออำนวยต่อการหมุนเวียนและกระจายความร้อนภายในเครื่อง

3. ซองหรือถุงมักจะถูกทิ่มแทงหรือทำให้ฉีกขาดได้ง่าย จำเป็นจะต้องอาศัยการปกป้องจากภาชนะบรรจุชั้นนอก เช่น กล่องกระดาษอีกชั้นหนึ่งเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในระหว่างการขนส่ง

2.17 คุณค่าทางโภชนาการที่ตรวจวัด

ตรวจสอบปริมาณสารอาหารของอาหารแมวในรีทอร์ทเพาซ์ ได้แก่ โปรตีน ไขมันทั้งหมด และเถ้า โดยส่งทดสอบที่ศูนย์วิจัยร่วมภาครัฐและเอกชน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.18 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุนัน ปานสาคร (2563) ผลของการให้ความร้อนระดับสเตอริไรส์ต่อสมบัติทางกายภาพและเคมี ของผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ งานวิจัยนี้ศึกษาผลของการให้ความร้อนระดับสเตอริไรส์ต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ที่ อุณหภูมิ 121 °C เวลา 15 30 และ 45 min ตามลำดับ การคำนวณหาค่า F0 ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าสี ความแตกต่างสีโดยรวม ความแข็ง ความพึงพอใจของผู้บริโภค และปริมาณจุลินทรีย์โดยรวมจากการทดลอง พบว่าที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 30 และ 45 min ให้ค่า F0 เท่ากับ 10.9 19.7 และ 42.1 min ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณจุลินทรีย์โดยรวม < 10 CFU/g อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย สำหรับการบริโภค ค่าสี L* a* b* ในแต่ละสภาวะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ (P >0.05) ในขณะที่ค่าความแตกต่างสีโดยรวม (**Δ**E*) เพิ่มขึ้นจาก 1.42 1.84 และ 2.48 หลังการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 30 และ 45 min ตามลำดับ ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มเวลาในการให้ความร้อน รวมไปถึงปริมาณความชื้น และ ปริมาณน้ำอิสระพบว่าหลังการให้ความร้อนมีค่าความชื้น เพิ่มขึ้นระหว่าง 62-66 %wb และปริมาณน้ำอิสระในช่วง 0.87-0.92 ในการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภค พบว่าการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟกับผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ก่อนการบริโภคมีค่าความพึงพอใจสูงกว่าการไม่ให้ความร้อน

มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์ และธีรินทร์ ฉายศิริโชติ. (2557) ผลของระยะเวลาและอุณหภูมิฆ่าเชื้อต่อคุณภาพของโจ๊กพร้อมรับประทานบรรจุรีทอร์ทเพาซ์ โครงงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาและอุณหภูมิฆ่าเชื้อในกระบวนการฆ่าเชื้อเชิงการค้าในการผลิตโจ๊กข้าวกล้องหอมมะลิผสมถั่วและ ลูกเดือยพร้อมรับประทานบรรจุรีทอร์ทเพาซ์โดยใช้หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้น้ำร้อนสเปรย์ การทดลองแบ่งเป็นสองส่วน ได้แก่ 1) การศึกษาระดับการฆ่าเชื้อเชิงการค้า (F0) ที่เหมาะสม โดยทำการศึกษา 3 ระดับ คือ 4 6 และ 8 นาทีและ 2) การศึกษาผลของอุณหภูมิการฆ่าเชื้อต่อคุณสมบัติทางกายกาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำการศึกษาที่ 122 116 และ 110 องศาเซลเซียส และคำนวณเวลาการฆ่าเชื้อเพื่อให้ได้ระดับการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมจากการทดลองก่อนหน้า โดยวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายกาพ ได้แก่ สี ความหนืด และค่าความแข็งของถั่วจากการศึกษาพบว่า ระดับการฆ่าเชื้อเชิงการค้า (F0) ที่เหมาะสมและปลอดภัยต่อการบริโภค สำหรับผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องผสมถั่วและถูกเดือยพร้อมรับประทานบรรจุรีทอร์ทเพาซ์ (น้ำหนักบรรจุ 202 +2 กรัม ลงในรีทอร์ทเพาซ์ ขนาด 130 x 170 x 30 มิลลิเมตร) คือ 4.02 นาที นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อลดอุณหภูมิฆ่าเชื้อซึ่งทำให้ระยะเวลาฆ่าเชื้อนานขึ้น ทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นขณะที่ความสว่างและความแข็งของถั่วและถูกเดือยลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

ในการพัฒนาสูตรและศึกษาสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารแมวแบบเปียกในรีทอร์ทเพาซ์ จะต้องมีการเตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์ที่เหมาะสม เพื่อเตรียมตัวอย่างอาหารแมว และนำมาผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ จากนั้นนำมาวิเคราะห์สมบัติทางรวมถึงโภชนาการอาหารแมว

3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

สูตร “King Fish Meat”

1. กากปลาช่อนทะเล (ปลาซุกิ)
2. ข้าวกล้องหุงสุก
3. ผงไข่แดง
4. Canola Oil
5. Salmon Oil
6. ผงปลาซาร์ดีน
7. ผงทอรีน
8. ผงเคลป์
9. น้ำสะอาด

3.1.2 อุปกรณ์

3.1.2.1 อุปกรณ์สำหรับเตรียมอาหารแมว

1. เตาไฟฟ้า
2. เครื่องปั่น
3. ถ้วยสแตนเลส
4. หม้อสแตนเลส
5. กระบวยสแตนเลส
6. ทัพพีสแตนเลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ไม้พายยาง
8. เทอร์โมมิเตอร์
9. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง
10.เครื่องซีลปิดผนึกถุง

3.1.3.2 อุปกรณ์สำหรับศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อ

1. หม้อฆ่าเชื้อแบบใช้การเพิ่มน้ำร้อน
2. เทอร์โมคัปเปิลชนิด K
3. Data logger

3.1.2.3 อุปกรณ์วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี

1. เครื่อง Pocket Brix-acidity meter master kit (รุ่น PAL-BXIACID1)
2. เครื่องวัดความชื้น Moisture Analyzer (รุ่น MA37-1)
3. เครื่อง pH รุ่น Model: S-610L , Peak Insrument , USA)

3.2 วิธีการดำเนินงาน

3.2.1 การทำอาหารแมว

จากข้อมูลปริมาณความต้องการสารอาหารของแมว ได้ทำการคำนวณสูตรอาหารแมวโดยใช้การคำนวณ Linear programming ในการกำหนดปริมาณวัตถุดิบต่อสารอาหารในขั้นต้น โดยใช้วัตถุดิบคือกากปลาซุกิ เป็นแหล่งโปรตีนและไขมัน เมื่อได้ปริมาณโปรตีนสูงสุดแล้วแต่ปริมาณไขมันไม่เพียงพอ จึงทำการเพิ่มน้ำมัน Salmon Oil และน้ำมัน Canola Oil มาทดแทน ข้าวกล้องเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต ในส่วนของผงปลาซาร์ดีน ผงทอรีน ผงเคลป์ และน้ำสะอาด เป็นแหล่งแร่ธาตุและวิตามิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ปริมาณสารอาหารหลักและพลังงานในสูตรอาหารแมว 1 ซอง (สูตร “King Fish Meat”)

สารอาหาร	หน่วย	กาก ปลาซูกิ	ข้าว กล้อง	ผงไข่ แดง	Salmon Oil	Canola Oil	ปลาซาร์ดีน อบแห้ง	ผงทอ รีน	ผง เคลป์	น้ำ	รวม
ปริมาณ	g	34.11	5.69	5.69	2.13	2.13	4.26	1.06	2.13	12.79	69.98
พลังงาน	kcal	42.39	9.01	4.14	27.45	26.90	11.26	0.00	0.01	0.00	121.16
โปรตีน	g	9.85	0.21	0.82	0.00	0.00	1.620	0.00	1.25	0.00	13.75
คาร์โบไฮเดรต	g	0.00	1.87	0.06	0.00	0.00	1.81	0.00	2.75	0.00	6.48
ไขมันทั้งหมด	g	0.22	0.07	2.15	3.04	3.04	0.20	0.00	0.73	0.00	9.46
คอล เลสเตอรอล	mg	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	22.72	0.00	0.00	0.00	22.73
โซเดียม	mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.89	0.00	0.00	0.03	27.92
แคลเซียม	mg	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	17.50	0.00	0.12	0.00	17.97
โพแทสเซียม	mg	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
เหล็ก	mg	0.23	0.00	0.04	0.00	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00	3.07
ไฟเบอร์	g	0.00	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84
Vitamin A	µg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vitamin B	µg	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Vitamin C	µg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

เมื่อนำมาคิดเป็นปริมาณที่ได้รับต่อ 1 ซอง ได้น้ำหนักรวม 70 กรัม คิดเป็นพลังงานทั้งหมด 121.16กิโลแคลอรี่ โปรตีน 13.75 กรัม เถ้า 0.84 กรัม และไขมัน 9.46 กรัม

3.2.2 การเตรียมอาหารแมว

3.2.2.1 เตรียมกากปลาซูกิ

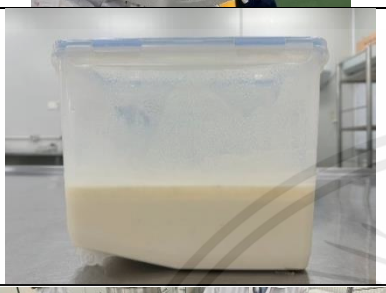
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงกระบวนการการผลิตโปรตีนไฮโดรไลซิสจากปลาซุกิแช่เยือกแข็ง

1. การละลาย นำเนื้อปลาซุกิแช่เยือกแข็งมาละลายในตู้แช่เย็นอุณภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสจนกระทั่งใจกลางตัวอย่างมีอุณหภูมิเท่ากับ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	2. การล้าง นำเนื้อปลาซุกิออกจากถุงบรรจุภัณฑ์ ล้างด้วยน้ำ RO กำหนดสัดส่วนเนื้อปลา 10 ชิ้นต่อน้ำ 5 ลิตร โดยเปลี่ยนน้ำทุกรอบการล้าง
	3. การลดขนาด นำเนื้อปลาจากขั้นตอนที่ 2 มาลดขนาดให้เป็น ชิ้นขนาดไม่เกิน 3*3 ซม.
	4. การปั่นละเอียด นำเนื้อปลาจากขั้นตอนที่ 3 มาปั่นในสัดส่วน เนื้อปลา 1 : 1 น้ำ โดยรอบสุดท้ายของรอบการปั่นให้ดึงน้ำสำหรับปั่นออก 1 ลิตร (ยกตัวอย่าง เนื้อปลา 5 กิโลกรัมต่อน้ำ 4 ลิตร)
	5. การผสม ชั่งเอนไซม์ 0.2 %w/w และละลายเอนไซม์กับ น้ำปริมาณ 1 ลิตรที่ดึงออกจากขั้นตอนที่ 4 (ควรใช้ภายใน 10 นาทีหลังผสม)
	6. การบ่มเอนไซม์ ใส่เนื้อปลาจากขั้นตอนที่ 4 และ 5 ลงในเครื่องนิชิดะ บันทึกน้ำหนักที่แสดงผลบนหน้าจอกำหนดอุณหภูมิให้เอนไซม์ทำงานที่ 50 องศาเซลเซียส เมื่อครบเวลา 2,3,4 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างเพื่อวัดคุณภาพ

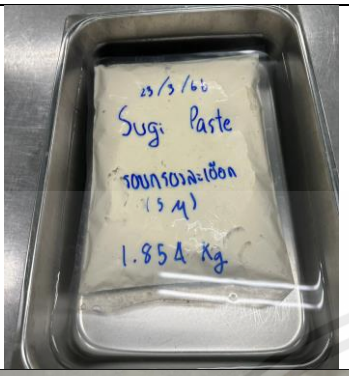
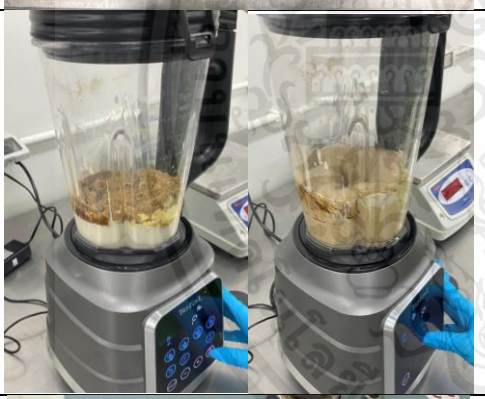
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	7. การหยุดปฏิกิริยา หลังจากครบเวลาในขั้นตอนที่ 6 เพิ่มอุณหภูมิ ในเครื่องเป็น 95 องศาเซลเซียส จับเวลา 30 นาที เพื่อยุติการทำงานของเอนไซม์
	8. การแช่เย็น แช่ตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส ข้ามคืน (12-16ชั่วโมง) เพื่อให้ง่ายต่อการแยก ตะกอนละเอียดกับไขมัน
	9.การกรองหยาบ นำโปรตีนไฮโดรไลซิสมากรองด้วยเครื่องปั่น เหวี่ยงแยกกาก โดยไล่ขนาดถุงกรองจากขนาด ใหญ่ไปเล็ก (150, 75, 25 ไมครอน) กำหนดปริมาณ 2 ลิตร/รอบ ใช้เวลา 90 วินาที/รอบ
10.การกรองละเอียด การกรองละเอียดอีกครั้ง ด้วยถุงกรอง 5 ไมครอน	
	11.การบรรจุ/ปิดผนึก การบรรจุโปรตีนไฮโดรไลเสทและ Sugi paste ลง ถุงลามิเนต กำหนดถุงละ 2 กิโลกรัม
12.การแช่เยือกแข็ง นำไปแช่เยือกแข็ง ที่อุณหภูมิ -35 องศาเซลเซียส แช่จนกว่าอุณหภูมิใจกลางจุดร้อนช้าผลิตภัณฑ์ ไม่ต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาที่ -18 องศาเซลเซียส	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

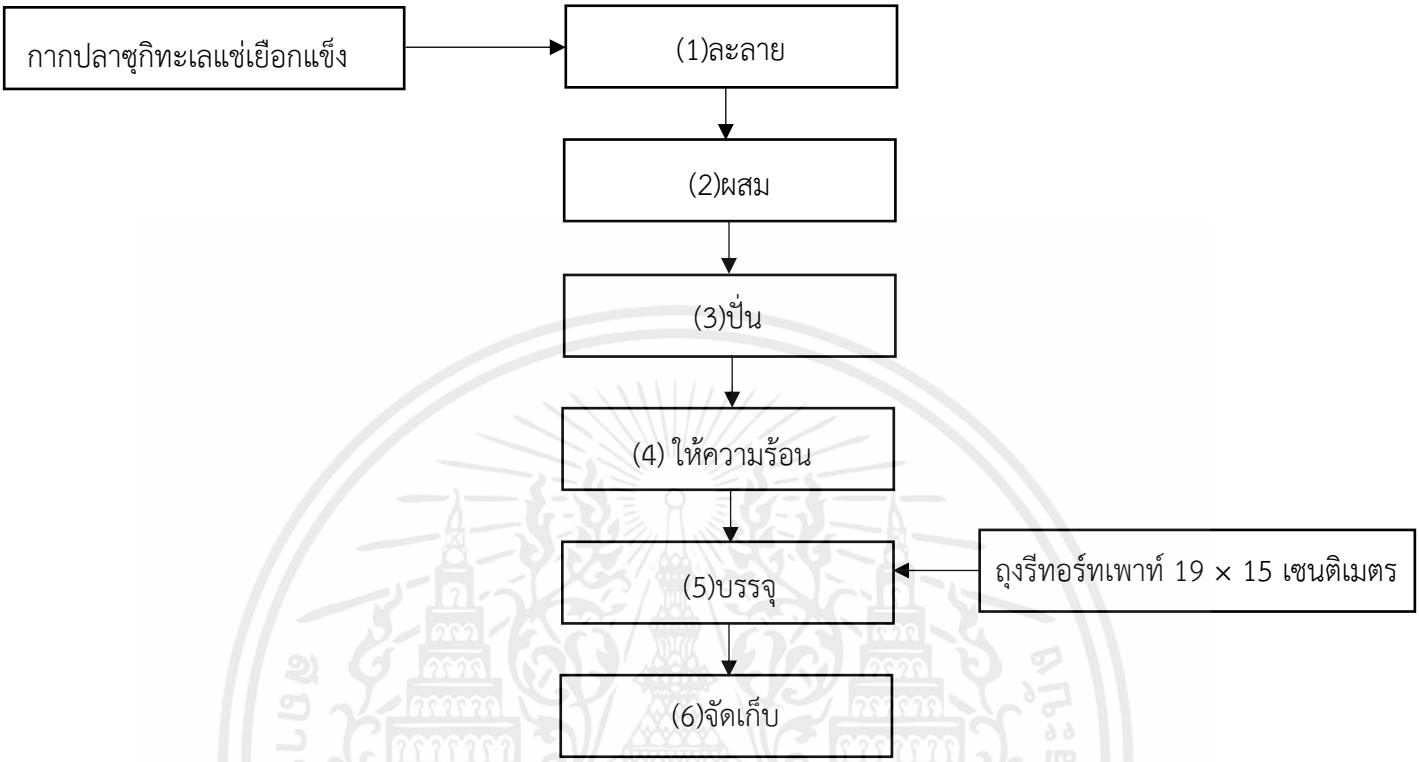
3.2.2.2 การผลิตอาหารแมว

ตารางที่ 3.2.1 ตารางแสดงกระบวนการการผลิตอาหารแมวฆ่าเชื้อด้วยการรีทอร์ท

	(1) กากปลาซุกิที่แช่แข็ง นำมาใส่ถาดสแตนเลสเพื่อทำการละลายที่อุณหภูมิห้องไม่เกิน 25 องศาเซลเซียส จนกระทั่งมีอุณหภูมิเท่ากับ 15 องศาเซลเซียส
	(2) นำวัตถุดิบ ได้แก่ ข้าวกล้องหุงสุก ผงไข่แดง Canola Oil Salmon Oil ผงปลาซาร์ดีน ผงทอรีน ผงเคลป์ มาชั่งตามปริมาณที่กำหนด
	(3) นำกากปลาซุกิที่ละลาย,ข้าวกล้องหุงสุก,ผงไข่แดง ,Canola Oil ,Salmon Oil ,ผง Bonemeal ,ผงทอรีน , ผงเคลป์ ,น้ำเปล่า มาผสม ด้วยเครื่องปั่น (Kitchenaid รุ่น 5KSM150PSEWH) ปั่นจนเป็นเนื้อเดียวกัน
	(5) บรรจุอาหารแมวใส่ถุงรีทอร์ท ปริมาณ 70 กรัม โดยบรรจุร้อน ที่อุณหภูมิอาหารแมว 35 องศาเซลเซียส
(7) ปิดผนึกถุงรีทอร์ทด้วยปิดผนึก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.3 การเตรียมอาหารแมวก่อนฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการรีทอร์ทและบรรจุแบบปลอดเชื้อ



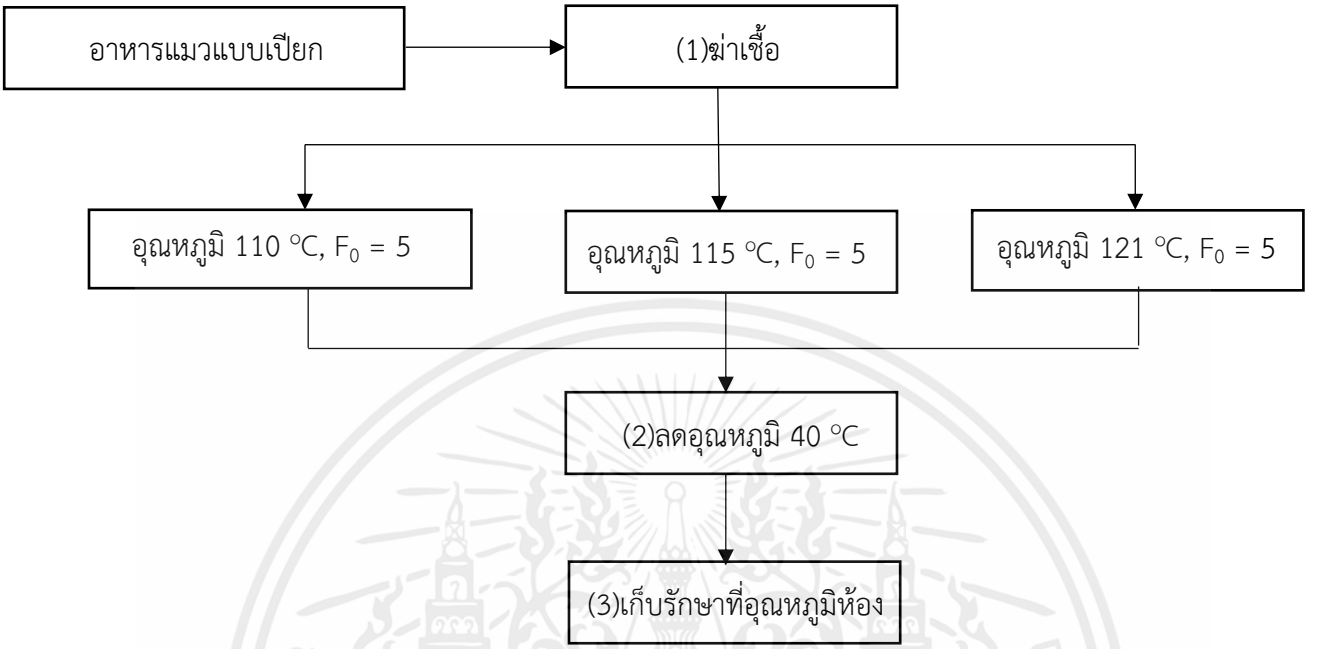
ภาพที่ 3.1 การเตรียมอาหารแมวก่อนฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการรีทอร์ทและบรรจุแบบปลอดเชื้อ

3.3 กำหนดสภาวะการฆ่าเชื้อ

นำตัวอย่างอาหารแมวในรีทอร์ทเพาซ์ที่ผ่านการเตรียมและเสียบสายวัดอุณหภูมิเรียบร้อยแล้ววาง ณ ตำแหน่งกลางหม้อฆ่าเชื้อ (รีทอร์ทแรงดันสูงชนิด Water Spray Retort, Food M-Chinery CO ., LTD.) และตัวอย่างถุงอื่นๆ จัดวางในตำแหน่งชั้นกลาง และชั้นล่างของหม้อฆ่าเชื้อ จากนั้นนำสายวัดอุณหภูมิต่อกับเครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Data logger) และทำการฆ่าเชื้อที่ 110 °C 115 °C และ 121 °C กำหนดเวลาในการฆ่าเชื้อ F_0 เท่ากับ 5 นาที โดยทำการบันทึกอุณหภูมิทุกๆ 1 นาที บันทึกอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์และหม้อฆ่าเชื้อตั้งแต่การให้ความร้อน (Heating การคงอุณหภูมิ (Holding) ตามเวลาที่กำหนด และเมื่อครบเวลา ผลิตภัณฑ์จะถูกลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วด้วยการสเปรย์น้ำ (Cooling) และควบคุมแรงดันภายในรีทอร์ทเพื่อป้องกันการปริหรือแตกของถุงรีทอร์ทเพาซ์ โดยเมื่ออุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ถูกลดลงไปถึงอุณหภูมิน้อยกว่าหรือเท่ากับ 40 °C จึงจะถูกนำออกจากหม้อฆ่าเชื้อเพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมี และรวมถึงโภชนาการอาหารแมว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในระดับรีทอร์ทและบรรจุแบบปลอดเชื้อ



ภาพที่ 3.2 การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในระดับรีทอร์ท

3.4 การวิเคราะห์คุณภาพ

3.4.1 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ใช้เครื่อง Portable pH meter ของ OHAUS รุ่น Starter 300 ดังรูปที่ 3.3 เริ่มจากทำการ calibrate เครื่องวัดด้วยน้ำยาสอบเทียบ เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือวัดที่จะนำไปใช้งานหรือใช้งานอยู่แล้วมีค่าที่แม่นยำและเชื่อถือได้ ในการวัดที่อุณหภูมิห้อง นำตัวอย่างอาหารเหลวมาวัดค่า pHตัวอย่างละ 3 ค่า โดยนำตัวอย่างมาใส่ในภาชนะ แล้วนำหัววัดจุ่มลงไปในอาหารเหลวและทำการบันทึกค่าที่ได้ในการวัด

ภาพที่ 3.3 เครื่องวัดค่า pH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การวัดค่าความชื้น

การวัดค่าความหนืด ใช้เครื่อง วิเคราะห์โดยเครื่องวัดความชื้น Moisture Analyzer (รุ่น MA37-1) วัดความชื้นโดยเติมตัวอย่างอาหารแมวปริมาณ 3 กรัม ใส่ลงในถาดฟอยล์ ดังรูปที่ 3.4 จากนั้นทำการวัดความชื้นโดยให้อุณหภูมิอยู่ในช่วง 105 องศาเซลเซียส ทำการบันทึกค่าความชื้นที่วัดได้ ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ค่า

ภาพที่ 3.4 เครื่องวัดค่าความชื้น

3.4.3 การวัดค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

การวัดค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ใช้เครื่อง Pocket Refractometer ของ ATAGO โมเดล PAL-1 ดังรูปที่ 3.5 ทำการ Calibrate เครื่องวัดด้วยน้ำกลั่น ในการวัดที่อุณหภูมิห้อง นำตัวอย่างอาหารแมวหยดลงบนเครื่องวัดให้ปิดช่องพอดี ทำการวัดตัวอย่างละ 3 ค่า และบันทึกผลในหน่วยองศาบริกซ์ (Brix)

ภาพที่ 3.5 เครื่องวัดค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

3.4.4 การวิเคราะห์สารอาหาร

ตรวจสอบปริมาณสารอาหารของอาหารแมวในรีทอร์ทเพาช์ ได้แก่ โปรตีน ไขมันทั้งหมด และเถ้า โดยส่งทดสอบที่ศูนย์วิจัยร่วมภาครัฐและเอกชน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารแมวในรีทอร์ทเพาซ์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ คือ ผู้วิจัยได้จัดทำผลิตภัณฑ์อาหารแมวในรีทอร์ทเพาซ์ โดยมีวิธีการทำกระบวนการการผลิตโปรตีนไฮโดรไลซิส จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อแบบใช้การพ่นน้ำร้อน แล้วนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมี และ รวมถึงโภชนาการอาหารแมว ผลที่ได้จากการดำเนินงาน ดังนี้

4.1 การพัฒนาสูตรอาหารแมว F_0

จากการพัฒนาสูตรอาหารแมวในรีทอร์ทเพาซ์ ใช้วัตถุดิบหลักคือ กากปลาซุกิ โดยการคำนวณจาก Linear programming ในการกำหนดปริมาณวัตถุดิบต่อสารอาหารในเบื้องต้น และทำการปรับปรุงสูตรจนกระทั่งได้สูตรที่มาจากการคำนวณคือ ปริมาณโปรตีนไม่น้อยกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ ไขมันทั้งหมดไม่น้อยกว่า 0.20 เปอร์เซ็นต์ และเถ้าไม่มากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้ปริมาณวัตถุดิบต่อ 1 ถุงคือ กากปลาซุกิ 34.11 กรัม ข้างกล้อง 5.69 กรัม ผงไข่แดง 5.69 กรัม Salmon Oil 2.13 กรัม Canola Oil 2.13 กรัม ผงปลาซาร์ดีน 4.26 กรัม ผงทอรีน 1.06 กรัม ผงเคลป์ 2.13 กรัมและน้ำเปล่า 12.79 กรัม นำอาหารแมวที่ได้ไปคำนวณค่าทางโภชนาการจากอาหารแมว จึงได้ค่าพลังงานดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สารอาหารจากผลิตภัณฑ์อาหารแมวในรีทอร์ทเพาซ์ปริมาณ 70 กรัม

รายการทดสอบ	สารอาหารจากการคำนวณ	สารอาหารจากการทดสอบ
โปรตีน ไม่น้อยกว่า (%)	9.63	13.71
ไขมันทั้งหมด ไม่น้อยกว่า (%)	6.62	10.16
เถ้า ไม่มากกว่า (%)	0.59	0.81
ความชื้น ไม่มากกว่า (%)	ก่อนเข้าฆ่าเชื้อ	หลังเข้าฆ่าเชื้อ
	62.56	62.54

จากตารางที่ 4.1 พบว่าสารอาหารที่ได้จากการทดสอบทั้งหมด มีค่าน้อยกว่าสารอาหารที่มาจากการคำนวณ โดยโปรตีนมีปริมาณเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 2.85 ไขมันทั้งหมดเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.47 และเถ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.15 ซึ่งปริมาณที่เพิ่มขึ้นคาดว่าเป็นผลมาจากตารางการคำนวณที่ใช้เปรียบเทียบผลที่ไม่มีความแม่นยำและการชั่งตวงวัตถุดิบที่ไม่มีความแม่นยำ ดังนั้นจึงควรปรับตารางการคำนวณ และการชั่งปริมาณวัตถุดิบให้มีแม่นยำ สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารแมวที่คำนวณเป็นเพียงปริมาณโปรตีนขั้นต่ำ ควรเพิ่มปริมาณวัตถุดิบจากสูตรที่คำนวณได้ โดยการเพิ่มปริมาณกากปลาซุกิเนื่องจากเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่จำเป็นต่อแมว ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าอาหารแมวในรีทอร์ทเพาซ์เป็นไปตามปริมาณที่กำหนดไว้

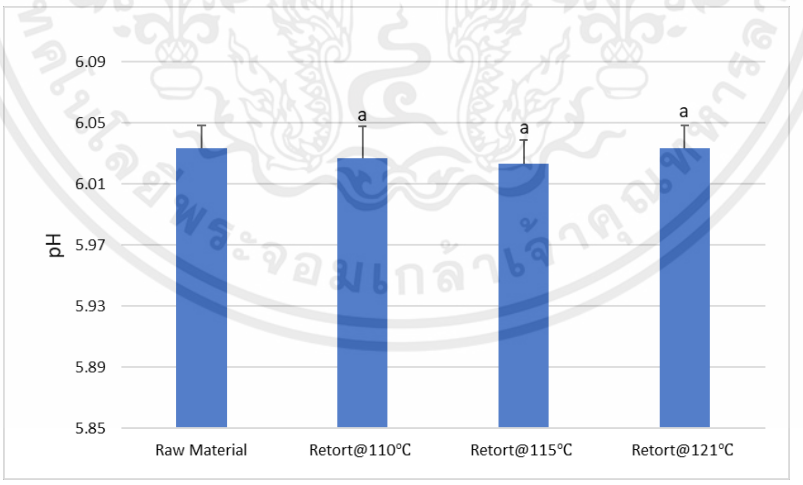
4.2 ผลของอุณหภูมิการรีทอร์ทต่อคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ของอาหารแมว

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางเคมีของอาหารแมวรีทอร์ทเพาซ์ที่สภาวะรีทอร์ทอุณหภูมิที่ต่างกัน

สภาวะการผลิต (°C)		คุณภาพทางเคมี		
		ค่าพีเอช	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Brix)	ปริมาณความชื้น (Moisture Analyzer)
ก่อนฆ่าเชื้อ		6.03±0.01	24.5±0.11	62.56±0.03
หลังฆ่าเชื้อ	110	6.02±0.02^{a}	24.4±0.11^{b}	62.54±0.03^{a}
	115	6.02±0.01^{a}	24.3±0.06^{c}	62.53±0.02^{a}
	121	6.03±0.01^{a}	24.4±0.06^{a}	62.53±0.02^{a}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ (ค่าพีเอช,ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้,ปริมาณความชื้น) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่เหมือนกันในแถวตั้งเดียวกันแสดงถึงความไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.2.1 ค่าพีเอช (pH)

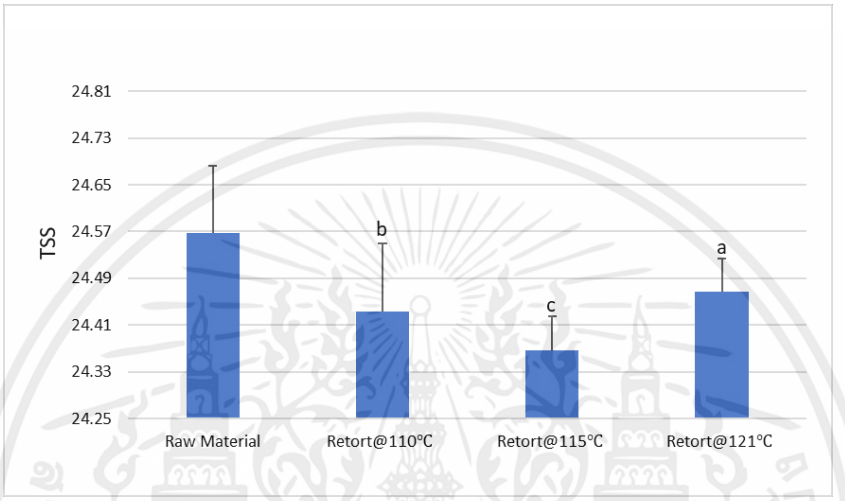


ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชผลิตภัณฑ์ก่อนเข้ารีทอร์ทและหลังรีทอร์ทที่อุณหภูมิ 110 115 และ 121 องศาเซลเซียส (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ,ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.1 ค่าพีเอชของอาหารแมวจากกากปลาช่อนทะเลไฮโดรไลซิสก่อนฆ่าเชื้อ และหลังฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิแตกต่างกัน พบว่าค่าพีเอชมีแนวโน้มที่ไม่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญที่ระดับ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอช

4.2.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total Soluble Solids : TSS)

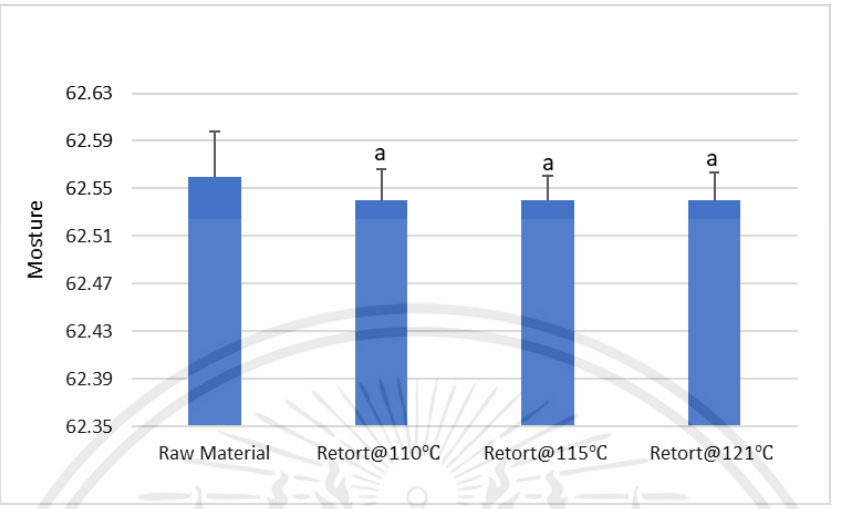


ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายของผลิตภัณฑ์ก่อนเข้ารีทอร์ทและหลังรีทอร์ทที่อุณหภูมิ 110 115 และ 121 องศาเซลเซียส (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ,ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

จากภาพที่ 4.2 ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายของอาหารแมวจากกากปลาช่อนทะเลไฮโดรไลซิสก่อนฆ่าเชื้อ และหลังฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิแตกต่างกัน พบว่าค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายมีแนวโน้มที่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญที่ระดับ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ปริมาณความชื้น (Total Moisture)



ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ก่อนเข้ารีทอร์ทและหลังรีทอร์ททีอุณหภูมิ 110 115 และ 121 องศาเซลเซียส (ตัวอักษร a b และ c ที่แตกต่างกัน หมายถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ,ค่าที่แสดงในกราฟ คือ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

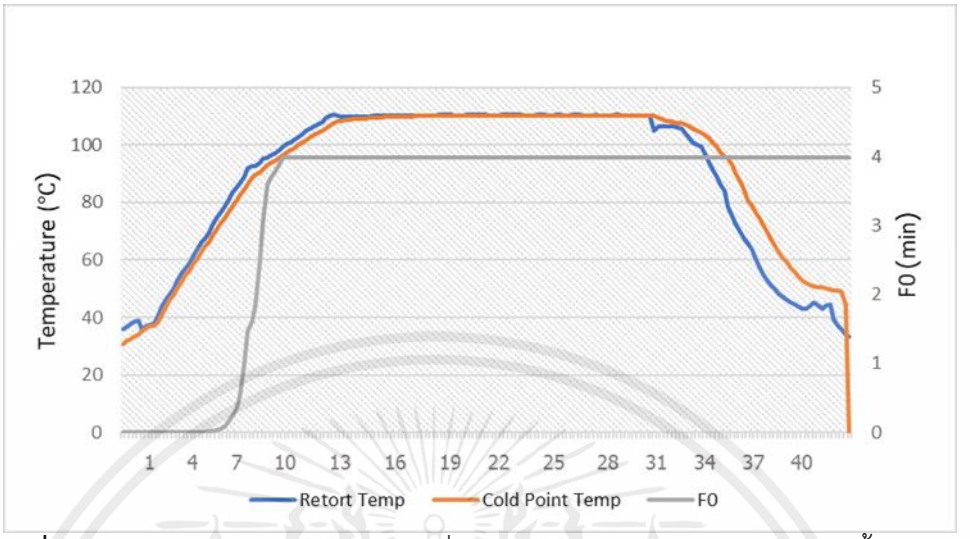
จากภาพที่ 4.3 ค่าปริมาณความชื้นของอาหารแมวจากกากปลาช่อนทะเลไฮโดรไลซิสก่อนฆ่าเชื้อ และหลังฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิแตกต่างกัน พบว่าปริมาณความชื้นมีแนวโน้มที่ไม่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญที่ระดับ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้น

4.3 ผลของการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนของผลิตภัณฑ์อาหารแมว

ผลิตภัณฑ์อาหารแมวในรีทอร์ทเพาช์ ปริมาณบรรจุ 70 กรัม โดยการบรรจุร้อนและปิดผนึกถุงรีทอร์ท ถูกฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อแบบใช้การพ่นน้ำร้อน โดยผลิตภัณฑ์ฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 110 , 115 และ 121 องศาเซลเซียส ที่ค่า F_0 เท่ากับ 5 ได้ผลการฆ่าเชื้อดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

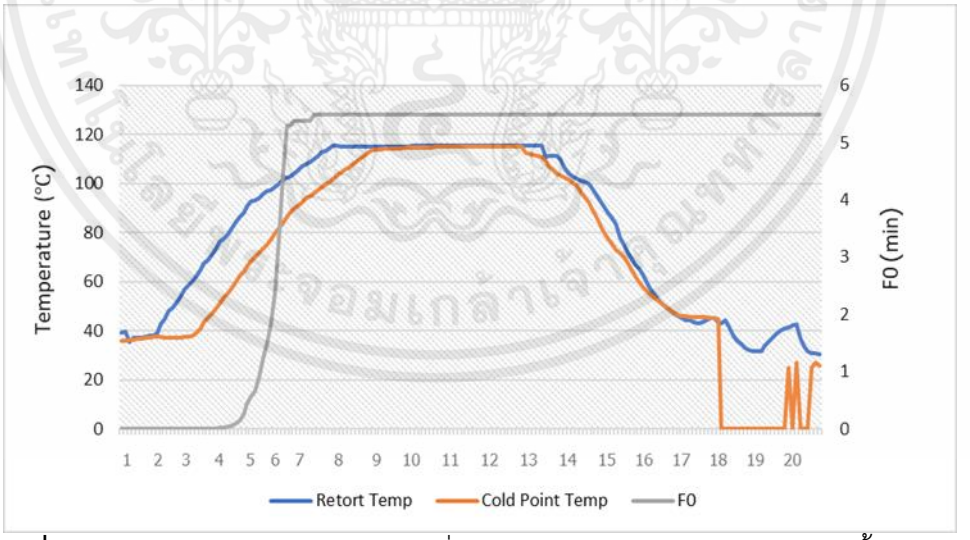
4.3.1 ฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ตำแหน่งเวลาต่างๆและระดับการฆ่าเชื้อ

จากภาพที่ 4.4 การวิเคราะห์กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในหม้อฆ่าเชื้อ พบว่าการฆ่าเชื้อที่ 110 องศาเซลเซียส ที่ค่า F_0 เท่ากับ 5 ใช้เวลา 40 นาที ไม่เพียงพอสำหรับกระบวนการฆ่าเชื้อ ซึ่งได้ค่า F_0 เท่ากับ 3 ซึ่งส่งผลเป็นอันตรายต่อสัตว์

4.3.2 ฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส

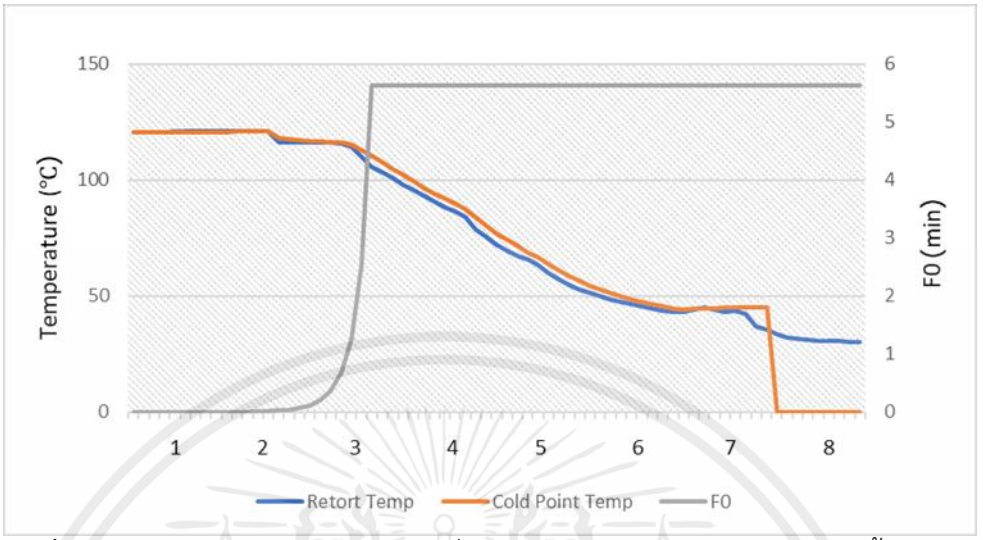


ภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ตำแหน่งเวลาต่างๆและระดับการฆ่าเชื้อ

จากภาพที่ 4.5 การวิเคราะห์กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในหม้อฆ่าเชื้อ พบว่าการฆ่าเชื้อที่ 115 องศาเซลเซียส ที่ค่า F_0 เท่ากับ 5 ใช้เวลาไป 20 นาทีถึงจะเพียงพอสำหรับกระบวนการฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ตำแหน่งเวลาต่างๆและระดับการฆ่าเชื้อ

จากภาพที่ 4.6 การวิเคราะห์กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในหม้อฆ่าเชื้อ พบว่าการฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส ที่ค่า F_0 เท่ากับ 5 ใช้เวลาไป 8 นาทีถึงจะเพียงพอสำหรับกระบวนการฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตอาหารแมวในรีทอร์ทเพาซ์ จะใช้วิธีการพัฒนาสูตร โดยการคำนวณสูตรอาหารแมวโดยใช้การคำนวณ Linear programming เพื่อให้ได้สารอาหารตามมาตรฐาน AAFCO ของอาหารแมว ศึกษาเวลาในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110 115 และ 121 องศาเซลเซียส และคุณสมบัติทางเคมี โดยมีเงื่อนไขว่าผลิตภัณฑ์ต้องมีความชื้นไม่น้อยกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์อาหารแมวบรรจุใส่ในรีทอร์ทเพาซ์ และนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อฆ่าเชื้อแบบพ่นไอน้ำ โดยใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่ 110 115 และ 121 องศาเซลเซียสตามลำดับ ที่ค่า F_0 เท่ากับ 5 พบว่า เวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการรีทอร์ทสำหรับอาหารแมวในรีทอร์ทเพาซ์ คือ 110 องศาเซลเซียส เวลาควรมากกว่า 40 นาที 115 องศาเซลเซียส ที่เวลา 20 นาที และ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 8 นาทีตามลำดับ และผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีที่ชัดเจน คือ ค่าโปรตีน ไขมัน และเถ้า มีค่าเพิ่มขึ้นหลังผ่านกระบวนการ ซึ่งเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การศึกษาการพัฒนากระบวนการผลิตอาหารแมวในถุงเพาซ์รีทอร์ท มีความสมบูรณ์เพิ่มขึ้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม ดังนี้

5.2.1 ควรทำการศึกษาเพิ่มเติม เกี่ยวกับมาตรฐานของอาหารแมวที่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารแมว เพื่อให้ได้คุณภาพที่ดีขึ้นของกระบวนการผลิตอาหารแมวในรีทอร์ทเพาซ์

5.2.2 ควรทำการศึกษาปัจจัยด้านอื่นๆ ที่อาจส่งผลต่อคุณภาพของอาหารแมวเพิ่มเติม เช่น ปริมาณของจุลินทรีย์ ค่าความหนืด เป็นต้น เนื่องจากอาจมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการทำอาหารแมวในรีทอร์ทเพาซ์

5.2.3 เนื่องด้วยวัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการไฮโดรไลซิสแล้ว ถ้านำมาผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่มีอุณหภูมิที่สูงมากอาจทำให้รสชาติอาหารแมวมีรสขมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข จ.นนทบุรี. 2566. ตารางแสดงคุณค่าทางอาหารไทย สำนักโภชนาการ. [Online]. Available : https://nutrition2.anamai.moph.go.th/th/thai-food-composition-table

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2564. การวิจัยและพัฒนาการ เพาะเลี้ยงปลาช่อนทะเล [Online]. Available : https://coastalaqua.fisheries.go.th/research/q/viewtraceDoc?id=107

เกียรติคุณ และพวงทอง. 2561. น้ำมันคาโนล่า (Canola oil). [Online]. Available : https://haamor.com/น้ำมันคาโนล่า

ชลวิทย์ ทองทิพย์. (2559). โปรตีนไฮโดรไลซิสจากกากปลานิลและปลากะพง. [Online]. Available : https://ithesis.uni.net.th/downloads/template/TH/TH_03.pdf

ทิพย์วลี จุลมัญลิก และ ศศิธร คงเรือง. 2562. สมบัติเชิงหน้าที่และการประยุกต์ใช้โปรตีนไข่ขาวไฮโดรไลเสต (Functional Properties and Applications of Egg White Protein Hydrolysates). วารสารเทคโนโลยีการอาหารมหาวิทยาลัยสยาม 14 (1): 69-86.

นางสาวจุฑามาศ มาศรังสฤษฏ์. (2561). รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบอาการของเสียประเภทเพาช์. [Online]. Available : https://e-research.siam.edu/wp-content/uploads/2020/07/science-food-technology-2018-coop-Improve-Visual-Inspection-of-the-Seal-for-Pouch-Products-compressed.pdf

ผงเคลป์. (2565). [Online]. Available : https://mbrace.bnhhospital.com/product/organic-seeds-kale-powder/

พันทิพา พงษ์เพียงจันทร์. 2539. หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 2 หลักโภชนาศาสตร์สัตว์และการประยุกต์. พิมพ์ครั้งที่ 1 โอเอสพริ้นเฮาส์. กรุงเทพมหานคร. หน้า 180

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2556. Brown rice / ข้าวกล้อง. [Online]. Available : https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2203/brown-rice-ข้าวกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2556. Egg powder / ไข่ผง. [Online]. Available : https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3131/egg-powder-ไข่ผง

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2556. retort pouch. [Online]. Available : http://www.foodnetworksolution.com/

พฤกษา สวาทสุข. (2559). ผลของเวลาการให้ความร้อนต่อลักษณะทางกายภาพของปลาทูเค็มในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

วรพรคำแป้น. (2554). การผลิตน้ำข้าวยำสเตอริไลสบ์รรจรุทีอร์ตเพาซ์. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตศิลปะศาสตร์บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ.

วราภรณ์ เจียมเรือน. และคณะ. (2565). Pet Humanization ยุคสัตว์เลี้ยงเทียบเท่าสมาชิกในครอบครัว. [Online]. Available : https://www.brandage.com/article/29294/Pet-Humanization-

วารสารโภชนบำบัด. 2547. ทอรีน. [Online]. Available : https://medthai.com/ทอรีน/

สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2563. ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2563 (Dietary reference intake for thais 2020). [Online]. Available : https://www.thaidietetics.org/wp- content/uploads/2020/04/dri2563.pdf

หนังสือพิมพ์ไทยโพสต์. (2564). ‘ปลาช่อนทะเล’สัตว์เศรษฐกิจตัวใหม่ของไทยที่น่าจับตามอง. [Online]. Available : https://www.thaipost.net/main/detail/90961?fbclid=IwAR0zFup70Sv7JHjv6ceuGlVJAD7hwWvLVkkFq30B-0Kag9xv4EN2T2ROu2g

อนันต์. (2551). การฆ่าเชื้อด้วยระบบรีทอร์ท (Retort) เทคโนโลยียืดอายุอาหาร. [Online]. Available : https://www.ananindustry.com/frozen-article01.html

Salmon oil (น้ำมันปลาแซลมอน). 2566. [Online]. Available : http://www.bode.co.th/knowledge/salmon-oil

AAFCO, 2017. Official Publication. Association of American Feed Control Officials Incorporated,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oxford, USA.

Aldrich, G.C., Koppel, K., 2015. Pet food palatability evaluation: a review of standard assay techniques and interpretation of results with a primary focus on limitations. Animals 5, 43–55. https://doi.org/10.3390/ani5010043.

Becques, A., Larose, C., Baron, C., Niceron, C., Féron, C., Gouat, P., 2014. Behaviour in order to to evaluate the palatability of pet food in domestic cats. Apl. Anim. Beh. Sci. 159, 55–61. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.07.003.

Beynen, A.C., Kappert, H.J., Lemmens, A.G., Dongen, A.M.V., 2002. Plasma lipid con- centrations, macronutrient digestibility and mineral absorption in dogs fed a dry food containing medium-chain triglycerides. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 86, 306–312. https://doi.org/10.1046/j.1439-0396.2002.00387.x.

Bradshaw, J.W.S., 2006. The evolutionary basis for the feeding behavior of domestic dogs (Canis familiaris) and cats (Felis catus). J. Nutr. 136, 1927S–1931S. https://doi.org/10.1093/jn/136.7.1927S.

Chalamaiah, M., Hemalatha, R., & Jyothirmayi, T. (2012). Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review. Food Chemistry, 135(4), 3020–3038.

Clark, S., Warner, H., Rodriguez, J.J., Olives, G.I., Sepulveda, D., Bruins, R. and Barbosa Canovas, G.V.B. 2002. Residual gas and storage conditions affect sensory quality of diced pears in flexible retort able pouches. Food Quality and Preference 13: 153-162.

eukeik .ee (2564). เฮียฮ้อ มีโอกาสแค่ไหนในตลาดอาหารหมา-แมว. [Online]. Available : https://marketeeronline.co/archives/241314

Knight, A (2005). "In defense of vegetarian cat food". Journal of the American Veterinary

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Medical Association. 226 (4): 512–3.

Korkmaz, Tokur. (2022). Optimization of hydrolysis conditions for the production of protein hydrolysates from fish wastes using response surface methodology. Food Bioscience, 45,101312

Kvamme, J.L., Phillips, T.D., Kvamme, J.L., Phillips, T.D., 2003. What is palatability? In: Petfood Technology. Illinois: Watt publishing Co, Mt Morris, IL, pp. 176–177.

Landis, J.R., Koch, G.G., 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics 159–174.

Paih, L.L., Péron, F., Tobie, C., Roguès, J., 2016. A review of the current methods assessing food preferences in dogs and cats. In: AgroStat 2016 Congress, Lausanne.

Pamalyne Marketing Co., Ltd. (2020). What is F0. [Online]. Available : https://www.pml-marketing.com/What_Und_is_Und_F0_Que_:!What_Und_is_Und_F0_Que_

Potter, K.M., Tung, M.A. and Kitson, J.A. 1982. Quality of processed peach slices stored inflexible pouches. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal15: 96-100.

Thaysa, F. M., Pessoa G. A., Seixas A. V., Ineu R. P., Gonçalves O. H., Leimann F.V., Ribeiro R. P. 2022). Chemometric evaluation of enzymatic hydrolysis in the production of fish protein hydrolysates with acetylcholinesterase inhibitory activity. Food Chemistry Vol 367, 130728

Yuukiji. (2019, January 7). 10 ยี่ห้ออาหารแมวที่ดีที่สุดในปี 2019. [Online]. Available : https://topbestbrand.com/ อาหารแมว/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณภาพ

ก.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ก.2 ค่าความชื้น

ก.3 ค่าความแข็งที่ละลายได้

ภาคผนวก ข ข้อมูลดิบ

ข.1 ผลการทดลองความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ข.2 ผลการทดลองความชื้น

ข.3 ผลการทดลองความแข็งที่ละลายได้

ภาคผนวก ค คู่มือการปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.1

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	
ตัวอย่าง	อาหารแมวก่อนและหลังเข้ารีทอร์ททุกสภาวะ
อุปกรณ์	1. เครื่อง pH Meter (Model: S-610L, Peak Instrument, USA) **ภาพที่ ก.1.1** เครื่อง pH Meter
การเตรียมตัวอย่าง	สุ่มตัวอย่างประมาณ 10 มิลลิลิตร อุณหภูมิตัวอย่างก่อนวัดเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส **ภาพที่ ก.1.2** ตัวอย่างอาหารแมว
วิธีการ	ปรับมาตรฐานเครื่องมือ ด้วยบัพเฟอร์ที่มีค่าความเป็นกรดด่างที่ 4 7 และ 10 จากนั้น วัดค่าพีเอชตัวอย่าง โดยแต่ละครั้งที่วัดค่าตัวอย่างใหม่ต้องล้างโพรบวัดด้วยน้ำกลั่นและ ซับเบาๆ ให้แห้งวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ **ภาพที่ ก.1.3** ขั้นตอนการวัดพีเอช
การวิเคราะห์ผล	รายงานค่าเฉลี่ยพีเอชมีทศนิยม 2 ตำแหน่ง

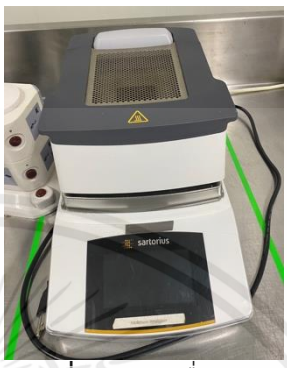
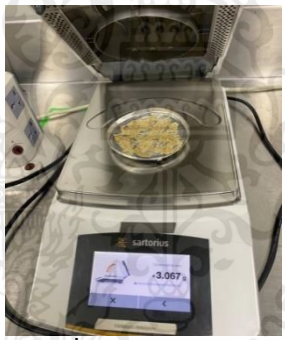
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.2

ค่าความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ค่าความชื้น

ค่าความชื้น	
อุปกรณ์	1. เครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Model: MA37-1, S/N: SWB35110279)  **ภาพที่ ก.2.1** เครื่องวิเคราะห์ความชื้น
การเตรียมตัวอย่าง	ใส่ตัวอย่างอาหารแมว 3 กรัมลงในถาดฟอยล์ อุณหภูมิตัวอย่างก่อนวัดเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส  **ภาพที่ ก.2.2** ตัวอย่างอาหารแมว
วิธีการ	จากนั้นวัดความชื้นที่มีช่วงอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสและรอจนกว่าเครื่องวัดความชื้นจะส่งสัญญาณ หลังจากนั้นบันทึกค่าที่ได้ ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ **ภาพที่ ก.2.3** ขั้นตอนการวัดค่าความชื้น
วิเคราะห์ผล	รายงานค่าเฉลี่ยพีเอชมีทศนิยม 2 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.3

ค่าความแข็งที่ละลายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ค่าความแข็งที่ละลายได้

ค่าความแข็งที่ละลายได้	
ตัวอย่าง	อาหารแมวก่อนและหลังเข้ารีทอร์ททุกสภาวะ
อุปกรณ์	เครื่อง Pocket Brix-acidity meter master kit **ภาพที่ ก.3.1** เครื่อง Pocket Brix-acidity meter master kit
การเตรียมตัวอย่าง	สุ่มตัวอย่างประมาณ 5 มิลลิลิตร อุณหภูมิตัวอย่างก่อนวัดเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส **ภาพที่ ก.3.2** ตัวอย่างอาหารแมว
วิธีการ	ปรับมาตรฐานเครื่องมือเป็น 0 °Brix และ 0°Acidity โดยหยดน้ำกลั่นลงบนจุด ที่ 1 และกด Read จนจอแสดงผลเป็น 0 °Brix และ 0°Acidity เช็ดทำความ สะอาดด้วยกระดาษทิชชู วัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ **ภาพที่ ก.3.3** การวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้และปริมาณกรดรวม
การวิเคราะห์ผล	รายงานค่าเฉลี่ยเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข ข้อมูลดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.1

ผลการทดลองค่าความเป็นกรด-ด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารแมว

อุณหภูมิ	ถุงที่ 1	ถุงที่ 2	ถุงที่ 3	เฉลี่ย	SD
ก่อนฆ่าเชื้อ	6.05	6.02	6.03	6.033	0.015
110 องศา	6.05	6.01	6.03	6.026	0.021
115 องศา	6.04	6.01	6.02	6.023	0.015
121 องศา	6.05	6.02	6.03	6.033	0.015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.2

ผลการทดลองค่าความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 ค่าความชื้นของอาหารแมว

อุณหภูมิ	ถุงที่ 1	ถุงที่ 2	ถุงที่ 3	เฉลี่ย	SD
ก่อนฆ่าเชื้อ	62.52	62.58	62.59	62.56	0.037
110 องศา	62.51	62.55	62.56	62.54	0.026
115 องศา	62.52	62.53	62.56	62.53	0.021
121 องศา	62.51	62.55	62.55	62.53	0.023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.3

ผลการทดลองปริมาณของแข็งที่ละลายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของอาหารแมว

อุณหภูมิ	ถุงที่ 1	ถุงที่ 2	ถุงที่ 3	เฉลี่ย	SD
ก่อนฆ่าเชื้อ	24.5	24.7	24.5	24.56	0.115
110 องศา	24.3	24.5	24.5	24.43	0.115
115 องศา	24.4	24.4	24.3	24.36	0.057
121 องศา	24.4	24.5	24.5	24.46	0.057

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.4

ผลการทดลองการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 ผลของการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนของผลิตภัณฑ์อาหารแมว

อุณหภูมิ	อุณหภูมิในหม้อฆ่าเชื้อ	ระดับการฆ่าเชื้อ
110 องศา	110.34	3.99
115 องศา	114.48	5.27
121 องศา	120.72	5.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์และตรวจสอบคุณภาพอาหาร
ศูนย์วิจัยร่วมภาครัฐและเอกชน คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซ.ฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กทม. 10520

รายงานผลการวิเคราะห์

วันที่รับตัวอย่าง 2 พฤษภาคม 2566

ผู้ส่งตัวอย่าง คุณภัทรวดี พรมจ้อย

ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 ถนนฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

วิธีวิเคราะห์ Proximate analysis ดัดแปลงจาก AOAC , 1995

ชนิดตัวอย่าง	ซ้ำที่	เถ้า %	เฉลี่ย	โปรตีน %	เฉลี่ย	ไขมัน %	เฉลี่ย
อาหารแมวแบบเปียก	1	0.81	0.81	13.71	13.62	10.16	10.13
	2	0.82		13.52		10.10	

ลงชื่อ.....
(นางสาวจรรยา คงฤทธิ์)
ผู้ทำการวิเคราะห์
ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ(วทม.เคมีประยุกต์)

ลงชื่อ.....
(นางฉมหทัย วิจิตไรทัย)
ผู้ทำการวิเคราะห์
ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ (วทม.เคมีประยุกต์)

วันที่ 4 พฤษภาคม 2566

ลงชื่อ.....
(ผศ.ดร.อัจฉรา ลักขณานุกูล)
ตำแหน่ง หัวหน้าห้องปฏิบัติการ
ตรวจสอบและรับรองผลการวิเคราะห์

หมายเหตุ รายงานผลการวิเคราะห์ฉบับนี้รับรองผลการวิเคราะห์เฉพาะตัวอย่างที่ส่งตรวจสอบเท่านั้น จะนำไปใช้เป็นหลักฐานทางกฎหมายและการค้าไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค คู่มือการปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL พระจอมเกล้าลาดกระบัง	**Standard Research Plan** **Food Inno Service Center, Faculty of Engineering** **King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang**
Activity	ผลิตอาหารแมวคุณภาพ (Cat food)
Project Code	-
Product	ปลาช่อนทะเลแช่เยือกแข็ง
Project Type	☑ Research ☐Academic Services ☐ Future
Test Date	10/10/2565
Place	FACTory classroom, School of Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Processing method	☐Freezing☐ Drying ☐ Tray drying ☐ Freeze drying ☐ Drum drying ☐Spray drying ☐Thermal Processing ☐Retort ☐ Batch pasteurization ☐In line pasteurization ☐ Osmotic Dehydration Other specify.....
Objective	เพื่อทดสอบการยอมรับด้านประสาทสัมผัสของอาหารแมวคุณภาพสูงที่ได้จากการคำนวณ

Signature ..... Head Researcher
(นางสาวภัทรวดี พรมจ้อย)
วันที่...../...../.....

Signature ..... Head Researcher
(นางสาวมนัญชญา ภูแซมโชติ)
วันที่...../...../.....

Signature ..... Head Researcher
(นายสหัสวรรษ รังรงทอง)
วันที่...../...../.....

ความคิดเห็น
.....
.....

Signature .....Authorizer
(ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์)
วันที่...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตอาหารแมวคุณภาพ (Cat Food)

1. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารแมวในรีทอร์ทเพาช์
2. เพื่อผลิตอาหารแมวคุณภาพจากกากไฮโดรไลซิสจากปลาช่อนทะเล

2. ตัวอย่าง

สำหรับตัวอย่างวัตถุดิบในครั้งนี้มีรายละเอียดและค่าคุณภาพของตัวอย่างดังตาราง ค.1 และตาราง ค.2

ตารางที่ ค.1 รายละเอียดตัวอย่างวัตถุดิบ

ตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่าง	 **ภาพที่ ค.1** กากปลาช่อนทะเลแช่เยือกแข็ง กากปลาช่อนทะเลสกัดแช่เยือกแข็งที่ได้จากการสกัดด้วยเอนไซม์
การเก็บรักษา	เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

ตารางที่ ค.2 คุณลักษณะคุณภาพของวัตถุดิบหลักที่เป็นส่วนประกอบหลักผลิตภัณฑ์กากปลาช่อนทะเล

หัวข้อตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบ	ข้อกำหนด
กายภาพ		
ลักษณะภายนอก	สังเกตด้วยตา	บรรจุภัณฑ์ไม่ขาดรั่ว ไม่มีสิ่งแปลกปลอมอื่นที่สังเกตได้ด้วยตา เช่น ก้างปลา ชิ้นส่วนโลหะ
อุณหภูมิผลิตภัณฑ์	เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ	ไม่ต่ำกว่า -15 องศาเซลเซียส
สีผลิตภัณฑ์	สังเกตด้วยตา	ขุ่น
จุลินทรีย์		
จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด	AOAC หรือ BAM (U.S.FDA)	ไม่เกิน $5x10^5$ cfu/g
เอสเคอริเคีย โคไล	Most Probable Number (MPN)	ไม่เกิน 10 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส	Most Probable Number (MPN)	ไม่เกิน 10 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
แซลโมเนลลา	AOAC หรือ BAM (U.S.FDA)	ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม
วิบริโอ คอเลรี	AOAC หรือ BAM (U.S.FDA)	ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ้างอิง 1. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช.7014-2548 ปลาแล่แช่เยือกแข็ง

2. กรมประมง พ.ศ.2547 มาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ Part I มาตรฐานคุณภาพทางเคมี

ตารางที่ ค.3 สูตรและส่วนประกอบ ผลิตภัณฑ์อาหารแมวคุณภาพ

ส่วนประกอบ	**สูตร**	**บริษัทที่ผลิตหรือจัดจำหน่าย**
	ปริมาณ (%)	
กากปลาช่อนทะเล	34.11	FACTory classroom
ข้าวกล้องหุงสุก	5.69	Top market
ผงไข่แดง	5.69	Top market
Canola Oil	2.13	goodlifeforyouofficial
Salmon Oil	2.13	manoonpetshop
ผงปลาซาร์ดีน	4.26	Wisetchok Farm
ผงทอรีน	1.06	furnish.cathouze
ผงเคลป์	2.13	Organic Seeds Thailand
น้ำเปล่า	12.79	FACTory classroom
รวม	100	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

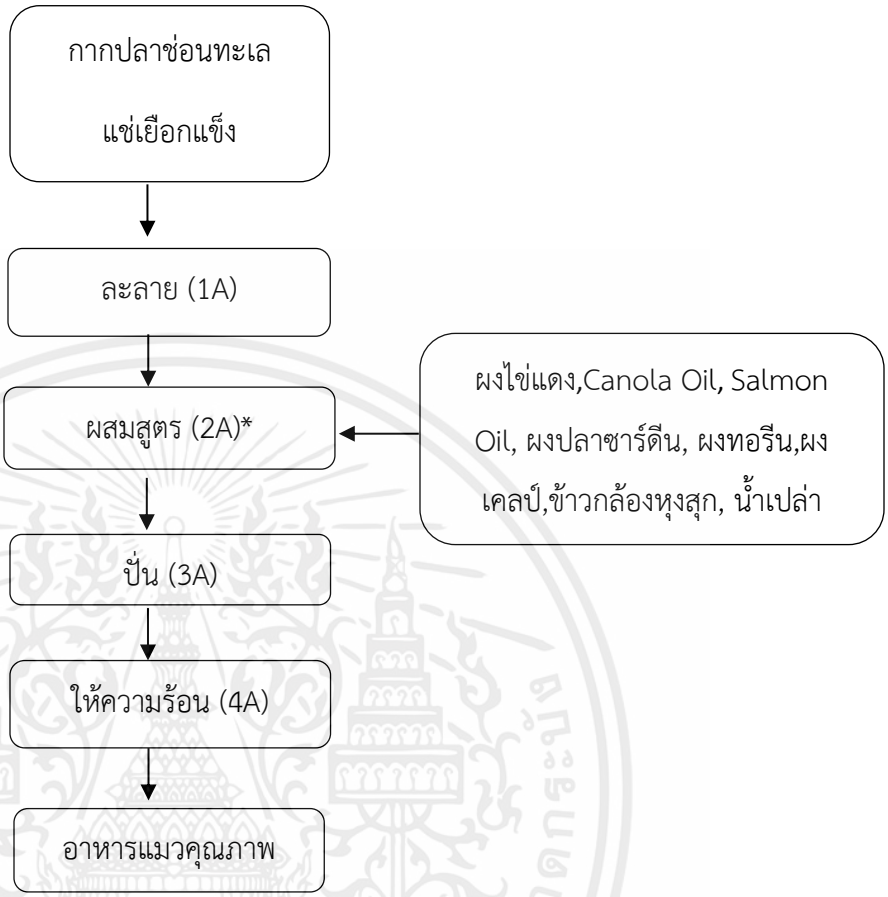
ตารางที่ ค.3.1 ปริมาณสารอาหารหลักและพลังงานในสูตรอาหารแมว 1 ซอง (สูตร “King Fish Meat”)

สารอาหาร	หน่วย	กาก ปลาซูกิ	ข้าว กล้อง	ผงไข่ แดง	Salmon Oil	Canola Oil	ปลาซาร์ดีน อบแห้ง	ผงทอรีน	ผงเคลป์	น้ำ	รวม
ปริมาณ	g	34.11	5.69	5.69	2.13	2.13	4.26	1.06	2.13	12.79	69.98
พลังงาน	kcal	42.39	9.01	4.14	27.45	26.90	11.26	0.00	0.01	0.00	121.16
โปรตีน	g	9.85	0.21	0.82	0.00	0.00	1.620	0.00	1.25	0.00	13.75
คาร์โบไฮเดรต	g	0.00	1.87	0.06	0.00	0.00	1.81	0.00	2.75	0.00	6.48
ไขมันทั้งหมด	g	0.22	0.07	2.15	3.04	3.04	0.20	0.00	0.73	0.00	9.46
คอล เลสเตอรอล	mg	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	22.72	0.00	0.00	0.00	22.73
โซเดียม	mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.89	0.00	0.00	0.03	27.92
แคลเซียม	mg	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	17.50	0.00	0.12	0.00	17.97
โพแทสเซียม	mg	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
เหล็ก	mg	0.23	0.00	0.04	0.00	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00	3.07
ไฟเบอร์	g	0.00	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84
Vitamin A	µg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vitamin B	µg	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Vitamin C	µg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

เมื่อนำมาคิดเป็นปริมาณที่ได้รับต่อ 1 ซอง ได้น้ำหนักรวม 70 กรัม คิดเป็นพลังงานทั้งหมด 121.16 กิโลแคลอรี่ โปรตีน 13.76 กรัม เถ้า 0.84 กรัม และไขมัน 9.46 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กระบวนการผลิตอาหารแมวคุณภาพ



ภาพที่ ค.2 แผนผังกระบวนการผลิตอาหารแมวคุณภาพ

*ตัวแปรสำคัญที่ต้องควบคุมแสดงในตารางที่ ค.4

รายละเอียดและวิธีการของกระบวนการในตารางที่ ค.5 และ ค.6

วิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพแสดงในตารางที่ ค.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 ตัวแปรสำคัญที่ต้องควบคุม

ลำดับ	ขั้นตอน	ตัวแปรที่ควบคุม	ช่วงและระดับ
1	ผสมสูตร (2A)*	ปริมาณกากปลาช่อนทะเล 34.11 ปริมาณข้าวกล้อง 5.69 ปริมาณผงไข่แดง 5.69 ปริมาณ Canola Oil 2.13 ปริมาณ Salmon Oil 2.13 ปริมาณผง ปลาซาร์ดีน 4.26 ปริมาณผง ทอรีน 1.06 ปริมาณผงเคลป์ 2.13 ปริมาณน้ำเปล่า 12.79	
2	ให้ความร้อน (3A)	อุณหภูมิและเวลา	อุณหภูมิ 60 °C เวลา 10 นาที

ตารางที่ ค.5 รายละเอียดและวิธีการของการผลิตอาหารแมวคุณภาพ

ขั้นตอน	วิธีการ	อุปกรณ์	ผู้ปฏิบัติงาน (คน)		
			PD	QC	MC
(1) ละลาย	นำกากปลาช่อนทะเลแช่เยือกแข็งที่ได้จากการสกัดมาละลายด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้องจนตัวอย่างมีอุณหภูมิเท่ากับ 20 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง	- ตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส - เครื่องชั่งยี่ห้อ AZANO รุ่น VC-50 (50 กิโลกรัม)	3	1	-
(2) ผสมสูตร	ชั่งส่วนผสม ได้แก่ กากปลาช่อนทะเล ผงไข่แดง,Canola Oil, Salmon Oil, ผงปลาซาร์ดีน, ผงทอรีน,ผงเคลป์,ข้าวกล้องหุงสุก, น้ำเปล่า	- เครื่อง KitchenAid - ถ้วยสแตนเลส - ช้อนสแตนเลส - เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง	3	-	-
(3) ปั่น	น้ำข้าวกล้องมาบดจนเป็นเนื้อเดียวกัน	- เครื่องปั่น	3	-	-
(4) ให้ความร้อน	นำส่วนผสมจากขั้นตอนที่ 5 มาให้ความร้อน	- เตาแม่เหล็กไฟฟ้า - หม้อสแตนเลส	3	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		- ถ้วยสแตนเลส - ช้อนสแตนเลส			

ตารางที่ ค.6 รายละเอียดผู้ปฏิบัติงานและหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตอาหารแมวคุณภาพ

ส่วนงาน	จำนวนผู้ปฏิบัติงาน	หน้าที่
ฝ่ายผลิต (PD)	3 คน	1. Staff ผลิต 2. Staff ผลิต 3. Staff ผลิต
วิศวกรและผู้ควบคุมเครื่องจักร (MC)	-	
ประกันคุณภาพ (QC)	1 คน	ผู้เก็บตัวอย่างและตรวจวัดคุณภาพ
รวม	4 คน	

ตารางที่ ค.7 เครื่องจักรและอุปกรณ์ผลิตสำหรับการผลิตอาหารแมวคุณภาพ

1. เทอร์โมมิเตอร์	-	จำนวน 1 อัน
2. เตาแม่เหล็กไฟฟ้า	-	จำนวน 1 อัน
3. Automatic Vacuum Concentrator	-	จำนวน 1 เครื่อง
4. เครื่องซีลปากถุง	ขนาด 55 * 52 * 80 ซม.	จำนวน 1 เครื่อง
5. ผ้าสาลูสำหรับเช็ดโต๊ะ	ขนาด 27x27 ซม.	จำนวน 4 ผืน
6. ผ้าสำหรับเช็ดเปลี่ยนอุปกรณ์	ขนาด 55x55 ซม.	จำนวน 4 ผืน
7. ตะแกรงสแตนเลส	-	จำนวน 2 อัน
8. หม้อสแตนเลส	ขนาด 24 นิ้ว	
9. เหยือก		
10. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง	ขนาด 2 ลิตร	จำนวน 1 อัน
11. กะละมังสแตนเลส	-	จำนวน 2 ใบ
12. มีด	-	จำนวน 4 อัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. กรรไกร	-	จำนวน 2 อัน
14. พายพลาสติก	-	จำนวน 1 อัน
15. กรวยสแตนเลท	-	จำนวน 1 อัน
16. เครื่องปั่น	ขนาด 1.5L	จำนวน 1 เครื่อง
17. เครื่องปั่นมือ	-	จำนวน 1 อัน
18. กระบวยสแตนเลท	-	จำนวน 1 อัน
19. ถ้วยสแตนเลท	-	จำนวน 5 ใบ

ตารางที่ ค.8 เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพสำหรับการผลิตอาหารแมวคุณภาพ

1. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง	ขนาด 3 กิโลกรัม	จำนวน 1 เครื่อง

ตารางที่ ค.9 วัสดุสิ้นเปลืองและสารเคมีสำหรับการผลิตอาหารแมวคุณภาพ

2. ถุงมือสีขาว	ขนาด S M L	จำนวน 8 คู่
3. กระดาษอเนกประสงค์แม็กซ์โม	-	จำนวน 6 ม้วน
4. น้ำยาเช็ดโต๊ะ	-	-
5. แอลกอฮอล์ทำความสะอาด	-	-
6. ถุงขยะสีดำ	-	จำนวน 2 ถุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้