การพัฒนาต้นแบบกระบวนการแปรรูปน้ำปลาสกัดเข้มข้นพร้อมดื่ม

DEVELOPMENT OF PROTOTYPE PROCESS READY TO DRINK CONCENTRATED FISH BROTH

นายนนทพัทธ์ ทับธุ้ยเกตุ

นางสาวสุวาพัชร ตรอนรมหงษ์

นางสาวเอมพุช แซ่ม้าเกษร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

การพัฒนาต้นแบบกระบวนการผลิตซุปปลาสกัดเข้มข้นพร้อมดื่ม

DEVELOPMENT OF PROTOTYPE PROCESS FOR READY TO DRINK CONCENTRATED FISH BROTH

นายนฤพนธ์ พันธุ์หวยพงษ์
นางสาวสุวพัชร ดอกแขมกลาง
นางสาวเอกนุช แย้มเกษร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF PROTOTYPE PROCESS FOR READY TO DRINK CONCENTRATED FISH BROTH

Mr. Narupon Panhauypong
Miss. Suwapach Dokhamglang
Miss. Akekanuch Yamkesorn

A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACRELOR OF FOOD ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUTT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2014

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาต้นแบบกระบวนการผลิตซุปปลาสกัดเข้มข้นพร้อมดื่ม

DEVELOPMENT OF PROTOTYPE PROCESS FOR READY TO DRINK CONCENTRATED FISH BROTH

ผู้จัดทำ

1. นายนฤพนธ์ พันธุ์หวยพงษ์
2. นางสาวสุวพัชร ดอกแขมกลาง
3. นางสาวเอกนุช แย้มเกษร

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาต้นแบบกระบวนการผลิตซุปปลาสกัดเข้มข้นพร้อมดื่ม

โดย นายนฤพนธ์ พันธุ์หวยพงษ์

นางสาวสุวพัชร ดอกแขมกลาง

นางสาวเอกนุช แย้มเกษร

ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมอาหาร

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้ได้พัฒนากระบวนการผลิตซุปปลาสกัดเข้มข้นพร้อมดื่ม โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ซุปมีปริมาณโปรตีนเทียบเท่าหรือมากกว่า 8 % ซึ่งเทียบเท่ากับซุปไก่สกัด วัตถุดิบที่ใช้ในการทำการศึกษาคือปลาโอลาย นำปลาโอลายมาล้างทำความสะอาดโดยการตัดหัวควักไส้ออก หั่นปลาออกเป็น 4 ท่อนล้างทำความสะอาดคราบเลือดออกให้หมด และนำไปต้มสกัดโดยศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการสกัดโปรตีนคือ เวลาในการต้มสกัด เวลาที่ทำการทดลอง ได้แก่ 6, 8 และ 10 ชั่วโมง เพื่อหาสภาวะที่ดีที่สุดโดยสกัดโปรตีนด้วยหม้ออัดแรงดันที่มีความดัน 85 กิโลปาสคาล อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส ซุปปลาสกัดเข้มข้นพร้อมดื่มใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ 115 องศาเซลเซียส กำหนดเวลาในการฆ่าเชื้อ 45 นาที โดยให้มีค่า F_0 >3 หลังจากผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน นำมาวิเคราะห์คุณลักษณะทางคุณภาพต่างๆ ได้แก่ ค่าสีของซุปปลาสกัด ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ความหนาแน่นรวม และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน โดยสภาวะที่ดีที่สุดในการผลิตซุปปลาสกัดเข้มข้นพร้อมดื่มได้แก่ เวลาการต้มสกัด 8 ชั่วโมง สัดส่วนปลาต่อน้ำเท่ากับ 1 : 6 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 11.2740 และผลการวิเคราะห์คุณภาพซุปปลาทูน่าสกัดเข้มข้นได้แก่ ค่าสี ค่า L* มีค่าเท่ากับ 17.5433 a* มีค่าเท่ากับ 0.1300 และ b* มีค่าเท่ากับ 13.0 ค่าความเป็นกรด – ด่างมีค่าเท่ากับ 6.4333 ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้มีค่าเท่ากับ 11.1000 องศาบริกซ์ ค่าความหนาแน่นรวมมีค่าเท่ากับ 994.8333 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีคะแนนเท่ากับ 5.66 คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Report Title Development of prototype process for ready to drink concentrated fish broth.

By Mr.Narupon Panhauypong

Miss.Suwapach Dokhamglang

Miss.Akekanuch Yamkesorn

Report for Bachelor's Degree of Food Engineering

Department of Food Engineering

Faculty of Engineering

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Advisor Asst.Prof.Dr.Pimpen Pornchaloempong

Academic year 2014

Abstract

The objective of this project was to develop a prototype process of ready to drink concentrated fish broth which has with equivalent protein to an essence of chicken (8%). Raw material use for this study was eastern little tuna (Euthynnus affinis). The fish was washed, beheaded and its gut was removed. The extraction was conducted in a pressure cooker with a pressure of 85 kPa, temperature of 118 °C for 6, 8 and 10 hours. After extracted, the broth was clarified by centrifugation followed by filtration then sterilized at 115 °C for 45 minutes (F_0>3). The optimum condition for producing ready to drink concentrated fish broth was 8 hours extracting, with fish water ratio of 1:6, which had 11.27 % protein content. The broth had a light golden yellowish colour (L* 17.54, a* 0.13 and b* 13), having pH of 6.43, total soluble solids of 11.10 °Brix and bulk density of 994.83 kg/m3. The over likeness of sensory test using 9 point hedonic scale with 50 panelists was 5.66 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้โดยได้รับความกรุณาและความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษาผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ คำชี้แนะและแนวทางในการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ในการทำงานที่ดี รวมไปถึงฝึกให้นักศึกษารู้จักกระบวนการคิดและวิเคราะห์ผล และประสบการณ์ในการทำงานวิจัยอีกมากมาย

ขอขอบพระคุณผศ.ดร.ยุพร พืชกมุทร ที่ให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผล และขอบคุณเพื่อนนักศึกษา คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ที่ให้การช่วยเหลือในการทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณนายภานุวัฒน์ ปุณณรัตนกุล และนายผ่านฟ้า จันทร์ทำมา ที่ให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาในการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณ คุณอำนาจ คูตะคุ (พี่แมน), คุณวราภรณ์ มาไพศาลทรัพย์ (พี่นุ้ย), คุณบุญนำ ผลโพธิ์ (พี่บุญนำ) และ คุณวสันต์ อินทร์ตา (พี่มะเดี่ยว) เจ้าหน้าที่ประจำห้องงปฏิบัติการและธุรการภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือในด้านการดำเนินงานวิจัยและข้อมูลในด้านเอกสารทำงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆนักศึกษาทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆในการทำงานวิจัยจนทำให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นได้

สุดท้ายนี้ คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์เล่มนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นฤพนธ์ พันธุ์หวยพงษ์

สุวพัชร ดอกแขมกลาง

เอกนุช แย้มเกษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
ปกในภาษาไทย	I
ปกในภาษาอังกฤษ	II
หน้าอนุมัติ	III
บทคัดย่อ	IV
กิตติกรรมประกาศ	VI
สารบัญ	VII
สารบัญรูป	X
สารบัญตาราง	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 วัตถุดิบ	3
2.2 โปรตีน	3
2.3 กรดอะมิโน	4
2.3.1 ลักษณะทางเคมีของกรดอะมิโน	4
2.3.2 จำแนกกรดอะมิโนตามความจำเปนแกรางกาย	5
2.3.3 ความสำคัญของกรดอะมิโน	5
2.4 การสกัดของแข็งของเหลว	5
2.4.1 การแพร่	5
2.4.2 ความสามารถในการละลาย	5
2.4.3 สมดุล	6
2.5 การประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัส	6
2.5.1 ความสำคัญและการใช้การประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัส	6
2.5.2 การใช้สเกล (Hedonic scaling)	6
2.6 การเหวี่ยงแยก	7
2.7 การแบ่งประเภทอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิทที่ใช้ความร้อนเพื่อการฆ่าเชื้อ	8
2.7.1 อาหารประเภทกรดต่ำ (Low-acid food)	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7.2 อาหารประเภทกรด (Acid food)	8
2.7.3 อาหารที่ปรับสภาพความเป็นกรด (Acidified food)	9
2.8 ประเภทของการใช้ความร้อนในการถนอมอาหารและแปรรูปอาหาร	9
2.8.1 การพาสเจอไรส์ (Pasteurization)	9
2.8.2 การสเตอริไลส์	9
2.8.2.1 การใช้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์ (sterilization)	10
2.8.2.2 วิธีการให้ความร้อนในการแปรรูปอาหาร	10
2.8.2.3 ขั้นตอนในการฆ่าเชื้อ	10
2.8.2.4 อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาหาร	11
2.9 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ความร้อนในการถนอมอาหารและแปรรูปอาหาร	12
2.9.1 การนำความร้อน	12
2.9.2 การพาความร้อน	12
2.9.3 การแทรกผ่านความร้อน	13
2.9.3.1 อาหารที่ถ่ายเทความร้อนแบบการนำ (conductive heating packs)	13
2.9.3.2 อาหารที่ถ่ายเทความร้อนแบบการพา (convective heating packs)	13
2.9.3.3 อาหารที่ถ่ายเทความร้อนแบบผสม (complex heating packs)	13
2.10 การคำนวณเวลาของกระบวนการฆ่าเชื้อในอาหารด้วยความร้อน	13
2.10.1 ค่า D (D value)	13
2.10.2 ค่า Z (Z value)	14
2.10.3 ค่า F (F value)	14
2.11 กระบวนการฆ่าเชื้อและการควบคุม	14
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	16
3.1 วัตถุดิบและการเตรียม	16
3.2 อุปกรณ์	18
3.2.1 อุปกรณ์ในการทำซุปปลาสกัด	18
3.2.2 อุปกรณ์และสารเคมีการวิเคราะห์โปรตีน	18
3.2.3 อุปกรณ์การวิเคราะห์คุณภาพซุปปลาสกัด	18
3.3 วิธีทดลอง	19
3.3.1 การทำซุปปลาสกัด	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.1.1 การต้มสกัด	19
3.3.1.2 การเหวี่ยงแยกไขมัน	19
3.3.1.3 การกรอง	20
3.3.1.4 การบรรจุ	20
3.3.1.5 การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน	20
3.3.2 วิธีการวิเคราะห์โปรตีน	22
3.3.2.1 การย่อย	22
3.3.2.2 การกลั่น	22
3.3.2.3 การไตเตรท	23
3.3.3 วิธีวิเคราะห์คุณภาพซุปปลาสกัด	23
3.3.3.1 การวัดสี	23
3.3.3.2 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง	23
3.3.3.3 การวัดค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้	24
3.3.3.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	24
3.4 ต้นทุนในการทดลอง	26
บทที่ 4 ผลการทดลอง การวิเคราะห์คุณภาพและการวิจารณ์ผล	27
4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน	27
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพซุปปลาทูน่าสกัดเข้มข้น	28
4.2.1 ค่าการวัดสี	30
4.2.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง	31
4.2.3 ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้	32
4.2.4 ค่าความหนาแน่นรวม	33
4.2.5 การประเมินทางประสาทสัมผัส	34
บทที่ 5 สรุป วิจารณ์ผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	36
5.1 สรุปผลการทดลอง	36
5.2 ข้อเสนอแนะ	37
เอกสารอ้างอิง	38
ภาคผนวก ก	41
ภาคผนวก ข	46
ภาคผนวก ค	56
ภาคผนวก ง	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ	16
3.2 กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ	17
3.3 วิธีการต้มสกัดโปรตีน	19
3.4 วิธีการเหวี่ยงแยกไขมัน	19
3.5 ขั้นตอนการกรองผ่านกระดาษกรอง	20
3.6 ขั้นตอนการบรรจุ	20
3.7 ขั้นตอนการฆ่าเชื้อ	20
3.8 กระบวนการต้มสกัดซุปปลาสกัด	21
3.9 กระบวนการย่อย	22
3.10 อุปกรณ์ในการกลั่น	22
3.11 การวัดค่า pH ของซุปปลาทูน่าสกัด	23
3.12 การวัดค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของซุปปลาทูน่าสกัด	24
3.13 กระบวนการผลิตซุปปลาสกัดเข้มข้น	25
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปรตีนกับเวลาที่ใช้ในการต้มสกัด	28
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการวัดสีกับเวลาที่ใช้ในการสกัด	30
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่างกับเวลาที่ใช้ในการสกัด	31
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้กับเวลาที่ใช้ในการสกัด	32
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับเวลาที่ใช้ในการสกัด	33
5.1 ขั้นตอนการขยายระดับการทดลอง	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้ที่เวลาในการสกัด 6, 8 และ 10 ชั่วโมง 27
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพซุปปลาสกัดเข้มข้น 29
4.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซุปปลาสกัดเข้มข้นที่เวลาการสกัด 8 ชั่วโมง 34
4.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซุปปลาสกัดเข้มข้น 2 ตัวอย่างที่เวลาการสกัด 8 ชั่วโมง 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันอาหารเสริมมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของผู้คนซึ่งกำลังมีความต้องการเพิ่มขึ้นจากเมื่อก่อนอย่างมากเนื่องจากวิถีชีวิตของมนุษย์เรานั้นเปลี่ยนแปลงไปเทคโนโลยีได้พัฒนาก้าวหน้าขึ้นโดยเฉพาะพฤติกรรมการกินที่เปลี่ยนไปแต่ในความเป็นจริงแล้วความนิยมของการบริโภคอาหารเสริมมีแนวโน้มที่มากขึ้นเนื่องจากในสภาวะที่สังคมมีความเร่งรีบและตรึงเครียดมากยิ่งขึ้นทำให้การบริโภคอาหารขาดการเลือกสรรและทานอาหารบางประเภทน้อยลงจึงทำให้ผู้คนมีความเชื่อว่าอาหารเสริมสามารถทดแทนและช่วยบำรุงสุขภาพได้ดังนั้นจึงมีการพัฒนาและจำหน่ายอาหารเสริมออกมาเป็นจำนวนมากหนึ่งในอาหารเสริมเพื่อสุขภาพที่ได้รับความนิยมคือ อาหารฟังก์ชั่น (Functional food) เป็นอาหารหรือสารอาหารชนิดใดๆที่อยู่ในรูปธรรมชาติหรือที่ถูกแปรรูปไปเพื่อให้ประโยชน์ต่อสุขภาพ

โดยเฉพาะสารอาหารจำพวกโปรตีนเนื่องจากสารอาหารจำพวกโปรตีนเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อผู้บริโภคทุกเพศทุกวัยในสภาวะสังคมที่เร่งรีบและมีข้อจำกัดทางด้านเวลาอาหารเสริมจำพวกโปรตีนจึงเป็นอาหารเสริมที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคจำนวนมากโดยเฉพาะซุปไก่สกัดซึ่งเป็นอาหารเสริมจำพวกโปรตีนที่ประกอบไปด้วยกรดอะมิโนและเปปไทด์สายสั้นที่สามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายและนำไปใช้งานได้อย่างรวดเร็วโดยเฉพาะผู้บริโภคในกลุ่มวัยเรียนวัยทำงานและในผู้ป่วยที่ร่างกายอ่อนแอที่ต้องการสารอาหารจำพวกโปรตีนไปซ่อมแซมส่วนที่สึกหรออย่างรวดเร็วซึ่งซุปไก่สกัดมีส่วนแบ่งทางการตลาดถึง 6000 ล้านบาทต่อปีแต่เนื่องจากกรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุขมีการออกมาประกาศเตือนให้คำแนะนำต่อผู้บริโภคสำหรับการบริโภคซุปไก่สกัดเนื่องจากปัญหาของซุปไก่สกัดคือผู้มีปัญหาด้านสุขภาพเช่นผู้ป่วยโรคเกาต์โดยมีการแนะนำให้ผู้ป่วยควรหลีกเลี่ยงกลุ่มอาหารที่มีปริมาณสารพิวรินสูงคือจำพวกซุปต่างๆเช่นน้ำต้มกระดูกน้ำสกัดเนื้อซุปก้อนรวมทั้งซุปไก่สกัดที่มีโอกาสเสี่ยงต่อร่างกายที่จะได้รับปริมาณสารพิวรินสูงเช่นกันเนื่องจากกระบวนการผลิตซุปไก่สกัดในเชิงอุตสาหกรรมนั้นผลิตจากเนื้อและกระดูกไก่ผ่านกระบวนการสกัดที่อุณหภูมิและความดันสูงแล้วผ่านขั้นตอนการแยกไขมันจนได้เป็นน้ำซุปไก่สกัดที่จำหน่ายในท้องตลาด (พรเทพ,2557)

เพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคจึงมีการคิดค้นซุปสกัดที่มีคุณค่าทางโภชนาการอาหารเท่าเดิมหรือใกล้เคียงซุปไก่สกัดโดยคัดเลือกวัตถุดิบที่หลีกเลี่ยงวัตถุดิบจำพวกสัตว์ปีกหรือวัตถุดิบที่เป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรคดังกล่าวจึงมีการทดสอบกระบวนการผลิตซุปสกัดจากปลาโดยวัตถุดิบที่ใช้คือปลาได้แก่ปลาทูน่าจากข้อมูลเบื้องต้นพบว่าปลาทะเลเป็นแหล่งอาหารที่ดีของโปรตีนและมีคุณค่าทางโภชนาการเนื่องจากมีกรดไขมันที่จำเป็นมีไขมันประเภทอิ่มตัวต่ำและมีสารอาหารอื่นๆเช่นแคลเซียมวิตามินดีฟอสฟอรัสวิตามินบี 12 วิตามินเอเป็นต้น (ฉัตรภา,2556) นอกจากนี้จากการศึกษายังว่าการรับประทานอาหารทะเลสามารถลดความดันโลหิตในคนที่ความดันโลหิตสูงลดการอักเสบในผู้ที่มีปัญหาของโรคข้ออักเสบหรือรูมาตอยด์ลดการเกิดโรคซึมเศร้าลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งลำไส้และสารดีเอชเอเป็นสารที่จำเป็นต่อสมองช่วยให้การทำงานของสมองและระบบประสาทมีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้และช่วยป้องกันโรคความจำเสื่อมหรือโรคอัลไซเมอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

ศึกษาการพัฒนาต้นแบบกระบวนการผลิตซุปปลาสกัดเข้มข้นพร้อมดื่มที่มีปริมาณโปรตีนเทียบเท่าหรือมากกว่าซุปไก่สกัดที่มีปริมาณโปรตีน 8% ในระดับห้องปฏิบัติการ โดยใช้กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนระดับทำให้ปลอดเชื้อทางการค้า (Commercial Sterilization)

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ใช้ปลาทูน่าสายพันธุ์โอลาย
2. สกัดโปรตีนด้วยวิธีแรงดันสูงโดยใช้หม้ออัดแรงดันแบบครัวเรือน โดยศึกษาเวลาในการต้มสกัดได้แก่ 6, 8, 10 ชั่วโมงตามลำดับ
3. วิเคราะห์ระดับโปรตีนด้วย Kjeldahl method ให้มีปริมาณโปรตีนมากกว่าหรือเทียบเท่ากับร้อยละ 8
4. การฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการความร้อนระดับทำให้ปลอดเชื้อทางการค้า (Commercial Sterilization)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ต้นแบบกระบวนการผลิตซุปปลาทะเลสกัดเข้มข้นพร้อมดื่มที่ปลอดภัยและมีคุณภาพเพื่อใช้ในการขยายการผลิตสู่เชิงพาณิชย์
2. เพื่อเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภครวมทั้งได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ๆเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วัตถุดิบ

ปลาโอลายเปนปลาทูนาขนาดเล็กจัดอยูในวงศ Scombridaeมีชื่อสามัญภาษาอังกฤษวา bonito มีชื่อวิทยาศาสตรวาEuthynnusaffinis(Cantor,1849) ขนาดความยาวลำตัวที่พบทั่วไป30-50เซนติเมตรมีรายงานวาพบความยาวสูงสุดประมาณ 100 เซนติเมตรน้ำหนักประมาณ 14 กิโลกรัม ซึ่งถือวามีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับชนิดอื่นๆในวงศเดียวกันมีลักษณะลำตัวเรียวยาวและปอมรูปกระสวย ครีบหลังสองตอนติดกันกานครีบแข็งของครีบหลัง 11-14 กานกานครีบกน 13-14กานมีเกล็ดขนาดเล็กพบเฉพาะบริเวณลำตัวดานขางหลังแนวครีบอก(corselet) และแนวเสนขางลำตัวลำตัวสวนบนเปนสีน้ำเงินเข้มแกมเทาลำตัวสวนทองเปนสีขาวเหลือบเงินลำตัวสวนบนมีแถบสีดำเข้มเรียงเปนแนวเฉียงคอนมาทางทอนหาง

คุณค่าทางโภชนาการและการประโยชน์ของปลาโอลายเนื้อปลาโอลายมีปริมาณไมโอโกลบินโปรตีน (myoglobin protein)สูงซึ่งเปนโปรตีนที่ประกอบด้วยธาตุเหล็กและสารประกอบไนโตรเจนที่ทำใหเนื้อปลามีสีคล้ำFrimodt (1995) ศึกษาองคประกอบทางเคมีของปลาโอลายพบวามีปริมาณความชื้นรอยละ 72.7 โปรตีนรอยละ 23.0 ไขมันรอยละ2.7 และเถารอยละ1.4 ปลาโอลายนอกจากนำมาบริโภคสดยังสามารถแปรรูปเปนผลิตภัณฑนักเกตแชเยือกแข็งจากปลาโอลายปลาแผนอบแห้งจากปลาโอลายและผงปรุงสำเร็จรูปจากปลาโอลาย

2.2 โปรตีน

เนื้อสัตว์จัดเป็นอาหารโปรตีนที่มีคุณภาพสูงมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของมนุษย์ เนื่องจากมีกรดอะมิโนจำเป็นเป็นองค์ประกอบอยู่ในโมเลกุลโดยเนื้อสัตว์มีปริมาณโปรตีนประมาณ 18 - 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสดโปรตีนที่ได้จากสัตว์เป็นส่วนกล้ามเนื้อของสัตว์ซึ่งกล้ามเนื้อของสัตว์แต่ละชนิดจะมีปริมาณโปรตีนแตกต่างกันกล้ามเนื้อของสัตว์บางชนิดมีสีเข้มเรียกว่าเนื้อแดงเนื่องจากมีปริมาณไมโอโกลบินและเฮโมโกลบินในกล้ามเนื้อมากกว่าเนื้อสัตว์ที่มีสีอ่อนโปรตีนของกล้ามเนื้อแบ่งตามความสามารถในการละลายได้ 3 ชนิดคือ

1. ซาร์โคพลาสมิกโปรตีน (sarcoplasmic protein)
2. ไมโอไฟบริลลาร์โปรตีน (myofibrillar protein) หรือ contractile
3. สโตรมาโปรตีน (stoma protein) หรือ connective tissue protein

ไมโอไฟบริลลาร์โปรตีนเป็นองค์ประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อทำหน้าที่ในการยืดหดของกล้ามเนื้อขณะสัตว์ยังมีชีวิตอยู่มีประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนทั้งหมดสามารถละลายได้ในสารละลายเกลือที่มีความเข้มข้นสูงแต่ไม่ละลายในสารละลายเกลือที่เจือจางเช่น 0.3 M KClโปรตีนที่มีมากที่สุดคือไมโอซินรองลงมาคือแอกตินแอกโตไมโอซินโทรโปไมโอซินโทรโปนินและแอกตินินเนื่องจากสามารถละลายในสารละลายเกลือเข้มข้นโปรตีนกลุ่มนี้จึงมีความสำคัญต่อการทำผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชันเนื่องจากสามารถสร้างสภาพอิมัลชันให้เกิดความคงทนได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแตกตัวของโปรตีนไมโอไฟบริลล์

1. การบวม (Swelling) ของโปรตีนไมโอไฟบริลลเนื่องจากแรงผลักของประจุระหว่างเส้นใยโปรตีน (myofilament)

2. การแยก (Depolymerization) ของเสนใยโปรตีน

3. การแยกของแอคตินจากไมโอซินหรือการแยกของแอคโตไมโอซินจากโครงสร้างไมโอไฟบริลล์

โปรตีนไมโอซินจากสัตวน้ำความคงตัวตอความรอนต่ำกว่าโปรตีนของกลามเนื้อสัตวชนิดอื่นๆ การสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนไมโอซินจากปลาจึงพบว่าเกิดขึ้นไดอยางช้าๆแมวาจะเก็บไวที่อุณหภูมิต่ำนอกจากนี้ระดับความคงตัวตอความรอนของโปรตีนไมโอซินยังแตกตางไปตามชนิดของปลาและชนิดของกล้ามเนื้อโดยปลาที่จับไดจากเขตที่มีอุณหภูมิต่ำโปรตีนจะมีความคงตัวตอความรอนต่ำกว่าโปรตีนในปลาที่จับไดจากเขตรอน

2.3 กรดอะมิโน

โปรตีนมีโครงสร้างพื้นฐานที่เกิดจากการเรียงตัวของกรดอะมิโนเปนสายยาวในเส้นเปปไทด์ที่ต่อกันดวยพันธะเพปไทด กรดอะมิโนเปนหนวยพื้นฐานของโปรตีนหรือเปนโมโนเมอร ของโปรตีนพบว่าสวนใหญโปรตีนประกอบดวยกรดอะมิโน 20 ชนิด (Klaus, 1994) โดยที่ทุกกรดอะมิโนประกอบดวยธาตุคารบอนไฮโดรเจนไนโตรเจนและออกซิเจนเปนหลักนอกจากนี้ยังมีอีกสองกรดอะมิโนที่มีธาตุซัลเฟอรเปนสวนประกอบ

2.3.1 ลักษณะทางเคมีของกรดอะมิโน

กรดอะมิโนที่เปนสวนประกอบของโปรตีนในสิ่งมีชีวิตเปนชนิด L กรดอะมิโนประกอบด้วยโครงสรางหลักที่เหมือนกันทั้ง 20 ชนิดโดยประกอบดวยหมูอะมิโน (-NH2) หมูคารบอกซิก (-COOH) อะตอมไฮดรเจนและหมู R (side chain) ติดอยูกับคารบอนอะตอมที่ตำแหน่งแอลฟา (α-carbon) โดยกรดอะมิโนชนิด L หมูอะมิโนจะตองอยูทางซายมือของแอลฟาคารบอนสำหรับกรดอะมิโนชนิด D จะมีหมูอะมิโนมาเกาะอยูทางด้านขวามือของแอลฟาคารบอนอะตอมและจะถูกใชโดยแบคทีเรียบางชนิดในการสรางผนังเซลลและยาปฏิชีวนะบางอยางเชนvalinomycin, actino-mycinและ gramicidin S

กรดอะมิโนจะเปนโมเลกุลที่ไมสมมาตร (ยกเวนกรดอะมิโนไกลซีน) โดยจะเห็นไดวากรดอะมิโนเป็นสารที่มีประจุทั้งบวกและลบในโครงสรางจากสมบัติของหมูอะมิโนที่มีแอมโมเนียและหมูคารบอกซิลซึ่งการที่สมบัติของกรดอะมิโนมีทั้งประจุบวกและประจุลบจะเรียกวาเปน zwitterion หรือ dipolar ions ทำใหกรดอะมิโนละลายน้ำไดดีกรดอะมิโนมีลักษณะเปนผลึกของแข็งสีขาวมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงเพราะภายในโครงรางผลึกจับกันดวยแรงของประจุการมีประจุทำใหกรดอะมิโนเปนตัวนำกระแสไฟฟาในสารละลายนอกจากนี้ยังทำใหกรดอะมิโนมีสมบัติของความเปนกรดดางในตัวโดยในสภาวะที่ pH เทากับ 7 หมูอะมิโนและหมูคารบอกซิลจะแตกตัวใหประจุซึ่งการมีประจุของกรดอะมิโนจะมีการเปลี่ยนแปลงเขาสูจุดสมดุลตลอดชวงของคา pH (1-14) โดยการมีบทบาทนี้จะทำใหมีผลตอสมบัติของโปรตีนซึ่งการจับและหลุดของโปรตอนในหมูโครงสรางทั้งสองนี้ทำใหมีผลตอบทบาทของหมูอะมิโนและหมูคารบอกซิลดังนั้นกรดอะมิโนแตละตัวอาจแสดงคุณสมบัติเปนกรดหรือเบสก็ได ขึ้นอยูกับการแตกตัวของหมู amino, carboxyl และ side chain ของกรดอะมิโนนั้นกรดอะมิโนจึงจัดเปน amphoteric compound

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้นำไปใช้เพื่อการค้า

2.3.2 จำแนกกรดอะมิโนตามความจำเปนแกรางกาย

การจำแนกกรดอะมิโนตามความจำเปนแกรางกายได้ดังนี้

1. กรดอะมิโนที่จำเปนแกรางกาย (essential amino acid) ไดแก กรดอะมิโนที่รางกายสังเคราะหไมได หรือสังเคราะหไดแตไมเพียงพอกับความตองการของรางกายจำเปนตองไดรับจากอาหารกรดอะมิโนเหลานี้ไดแก อารจินีน(Arginine) ฮีสทิดีน (Histidine) ไอโซลิวซีน (Isoleucine) ลิวซีน (Leucine) ไลซีน (Lysine) เมทิโอนีน (Methionine) เฟนิลอะลานีน (Phenylalanine) เทรโอนีน (Threonine) ทริปโทเฟน (Tryptophan) และวาลีน (Valine)

2. กรดอะมิโนที่ไมจำเปนแกรางกาย (nonessential amino acid) ไดแก กรดอะมิโนที่รางกายสังเคราะหขึ้นไดเพียงพอกับความตองการของรางกายไมจำเปนตองไดรับจากอาหารคืออาจสังเคราะหขึ้นจากสารประกอบพวกไนโตรเจนหรือจากกรดอะมิโนชนิดจำเปนแก รางกายหรือจากไขมันหรือจากคารโบไฮเดรตกรดอะมิโนพวกนี้ไดแก กรดกลูแทมิกไกลซีนซีสทีนไทโรซีนเปนตน

2.3.3 ความสำคัญของกรดอะมิโน

1. ทำหนาที่เปนหนวยโครงสรางของโปรตีน (binding block) ซึ่งโปรตีนที่เกิดขึ้นอาจจะมีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกตางกันไปขึ้นกับคุณสมบัติของกรดอะมิโนแตละตัวในสายเพปไทดนั้นๆ

2. เปนตัวสงสัญญาณเคมีในการติดตอกันระหวางเซลล เชนสงสัญญาณประสาทเชนอนุพันธของกรดอะมิโนไทโรซีน

2.4 การสกัดของแข็งของเหลว

การสกัดของแข็งของเหลว เป็นการสกัดองค์ประกอบที่ละลายได้จากมวลของแข็งโดยการใช้ตัวทำละลายหลักการโดยทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการสกัดดังนี้

2.4.1 การแพร่

การแพร่เป็นการเคลื่อนย้ายโมเลกุลต่างๆ ของสารประกอบชนิดหนึ่งผ่านส่วนที่ต่อเนื่องในเฟสหนึ่งหรือผ่านผิวระหว่างเฟสในการสกัดของแข็งของเหลว ตัวทำละลายจะต้องแพร่เข้าสู่ของแข็งเพื่อละลายตัวถูกละลายออกมาและตัวถูกละลายก็ต้องแพร่ออกมาจากของแข็งอิ่มตัวด้วยตัวทำละลายไปบังเฟสของตัวทำละลาย

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าขนาดของอนุภาคของแข็งจะมีผลต่อการสกัด คือยิ่งอนุภาคมีขนาดเล็กพื้นที่ผิวสัมผัส ระหว่างของแข็งและของเหลวยิ่งมาทำให้อัตราการถ่ายเทขององค์ประกอบที่ละลายได้มากยิ่งขึ้นก็ตาม ในกรณีที่สารมีขนาดเล็กมาก อาจเกิดความต้านทานหรือยับยั้งการหมุนเวียนของตัวทำละลายที่จะผ่านชั้นของของแข็ง ทำให้ผิวการสัมผัสที่มีมากก็ไม่ได้ช่วยในเรื่องการอัตราถ่ายเทมวล

2.4.2 ความสามารถในการละลาย

ในระบบที่ของแข็งต้องถูกสกัดหลายครั้งด้วยตัวทำละลายที่หมุนเวียนกลับมาใช้ ความสามารถในการละลายที่สูงจะช่วยลดจำนวนการหมุนเวียนของตัวทำละลายที่ต้องใช้เพื่อให้ตัวถูกละลายถูกกำจัดออกไปได้ในระบบที่ต้องการของเหลวที่ใช้เป็นตัวทำละลาย ควรจะมีความหนืดต่ำเพื่อให้มีการหมุนเวียนดี โดยทั่วไปมักจะใช้ตัวทำละลายค่อนข้างบริสุทธิ์ในขั้นแรก แต่ขณะที่กระบวนการดำเนินต่อไป ความเข้มข้นของตัวทำละลายจะเพิ่มขึ้น และอัตราการสกัดจะลดลง เนื่องจากความเข้มข้นของความแตกต่างลดลงเนื่องจากมีความหนืดเพิ่มขึ้นในหลายกรณี อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการสกัด ดังนั้นความสามารถในการละลายของสารละลายที่จะถูกสกัดจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งทำให้อัตราการสกัดสูงขึ้น นอกจากนี้การกวนยังทำให้อัตราการสกัดสูงขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 สมดุล

สมดุลจะเป็นสภาวะที่ความเข้มข้นของตัวถูกละลายในเฟสของของแข็งและตัวทำละลายเท่ากัน ดังนั้นสารละลายที่ติดอยู่กับของแข็งจะมีความเข้มข้นของตัวถูกละลายเท่ากันเหมือนในเฟสของของเหลวหรือตัวทำละลาย เมื่อตัวทำละลายไม่เพียงพอต่อการละลายตัวถูกละลายทั้งหมดที่มีอยู่สมดุลจะพิจารณาว่า เป็นภาวะที่ความเข้มข้นของตัวถูกละลายจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอีกต่อไปในทั้งสองเฟส ไม่ว่าจะมีการสัมผัสที่นานขึ้นอย่างไรก็ตาม เพื่อให้สมดุลเกิดขึ้นจำเป็นต้องให้เฟสของแข็งและตัวทำละลายได้สัมผัสกันเป็นเวลาที่นานพอ

2.5 การประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัส

สถาบันของนักเทคโนโลยีทางด้านอาหาร (The Institute of Food Technologists':IFT) ในหนวยของการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสประเทศสหรัฐอเมริกาไดใหคำนิยามของคำวา "ประเมินทางด้านประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)" ว่าเป็นกฎเกณฑทางด้านวิทยาศาสตรที่ใช้เพื่อวัดค่าวิเคราะหผลและสรุปผลจากปฏิกิริยาตางๆตอผลิตภัณฑที่ไดรับจากความรูสึกของมนุษยในแงการมองเห็นการได้รับกลิ่นรสชาติการสัมผัสและการได้ยินเปนตนผลของการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสสามารถนำมาใชในการวิเคราะหการรับรูผลิตภัณฑวามีความเปนเอกภาพและมีความสำคัญต่อการยอมรับของมนุษยได ปฏิกิริยาของมนุษยตอผลิตภัณฑสามารถที่จะอธิบายไดในลักษณะที่คลายกับการวิเคราะหทางดานเคมีกายภาพและ/หรือทางดานชีวภาพของผลิตภัณฑ์และคำนิยามดังกลาวยังรวมถึงความจำเปนที่ตองใชความรูทางดานวิทยาศาสตรเพื่อการฝึกปฏิบัติเทคนิคการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสด้วย (รศ.ดร.ไพโรจน์วิริยจารี-2545)

2.5.1 ความสำคัญและการใช้การประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัส

ในปจจุบันเปนที่แนชัดวาความสำคัญของการใชประสาทสัมผัสเปนสิ่งที่ปฏิเสธไมไดในแง่ที่เป็นสำหรับใชวัดลักษณะของผลิตภัณฑและการยอมรับผลิตภัณฑ สำหรับประเทศที่กำลังพัฒนาจะมีความสนใจเกี่ยวกับคุณภาพของผลิตภัณฑและการตลาดของผลิตภัณฑ์ดวยเหตุผลนี้จึงจำเป็นตองตรวจวิเคราะหลักษณะของผลิตภัณฑและระดับของคุณภาพเพื่อใหสอดคลองกับระดับความชอบของผูบริโภค (Daget, 1977) ในงานหลายชิ้นไดทำการศึกษาวิธีที่ดีที่สุดและการนำวิธีการทดสอบดังกลาวไปใชอยางมีประสิทธิภาพมากที่สุดดังนั้นนักวอทยาศาสตร์ในสาขาต่างๆเชนนักจิตวิทยานักเคมีนักฟสิกส วิศวกรนักเทคโนโลยีการอาหารนักพัฒนาผลิตภัณฑ และนักสถิติจึงไดรวมมือกันศึกษาและพยายามสืบคนความเขาใจของมนุษยใหดีขึ้นเพื่อใชเปนเครื่องมือสำหรับการวัดคุณลักษณะของผลิตภัณฑและความสัมพันธของลักษณะผลิตภัณฑกับการยอมรับของมนุษยรวมทั้งวิธีการใชดวย

2.5.2 การใช้สเกล (Hedonic scaling)

การใช้สเกลเป็นวิธีการทดสอบที่อางถึงความพอใจทางจิตวิทยาและลำดับของความไมพอใจของผูบริโภคซึ่งไดแสดงถึงวาเปนวิธีจำเพาะของการลำดับสเกลเพื่อวัดสภาวะทางจิตวิทยาโดยตรงวิธีดังกล่าวเป็นการวัดการยอมรับอยางแทจริงจากปฏิกิริยาของผู้บริโภคในเทอมของระดับการชอบ/ไมชอบของผลิตภัณฑที่กำหนดใหภายใตสภาวะที่กำหนดไว ปฏิกิริยาของผูประเมินจะชี้ใหเห็นถึงคำที่พรรณนาบนสเกลซึ่งคาดคะเนบนพื้นฐานความเชื่อที่วาการตอบสนองโดยตรงเปนความรูสึกที่มีเหตุมีผลมากกวาสำหรับการคาดคะเนพฤติกรรมจริงในอาหารมากกว่าการตอบสนองที่ขึ้นอยู่กับเหตุผล (Gatchalian, 1981)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การเหวี่ยงแยก

การแยกของเหลวออกจากของเหลวที่มีความหนาแน่นต่างกัน หรือการแยกอนุภาคของแข็งออกจากของไหลซึ่งของไหลอาจเป็นของเหลวหรือก๊าซ โดยวิธีการตกตะกอน (sedimentation) ซึ่งอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกจะใช้เวลาในการแยกนานและการแยกอาจไม่สมบูรณ์ เพราะความหนาแน่นระหว่างของเหลว หรือความหนาแน่นของอนุภาคของแข็งกับของไหล ที่ต้องการแยกมีค่าใกล้เคียงกันมาก ทำให้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือความเร็วในการแยกต่ำ การแยกดังกล่าวจะมีประสิทธิภาพดีขึ้นถ้านำแรงหมุนเหวี่ยงหรือแรงหนีศูนย์กลางมาใช้แทนแรงโน้มถ่วงของโลก เพราะแรงหมุนเหวี่ยงมีค่ามากกว่าแรงโน้มถ่วงของโลกและสามารถกำหนดความเร็วในการแยกได้โดยการปรับความเร็วในการหมุนเหวี่ยง

หลักการของการเหวี่ยงแยก

หลักการของการเหวี่ยงแยกเป็นแรงที่ทำให้อนุภาคของแข็งและอนุภาคของเหลวเคลื่อนที่เป็นวงกลมผ่านชั้นของเหลวในแนวหนีศูนย์กลาง ซึ่งกระทบกับขอบภาชนะก่อให้เกิดการดึงอนุภาคลงในแนวดิ่ง

แรงเหวี่ยงที่กระทำต่ออนุภาคให้เคลื่อนที่ในแนวแรงหนีศูนย์กลาง มีลักษณะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เป็นวงกลม สร้างสมการความสัมพันธ์ดังสมการที่ 1

$$F_C = ma_C \qquad (1)$$

ปกติความเร่งหนีศูนย์กลาง(a_C) ขึ้นกับรัศมี, ความเร็วเชิงมุม และความเร็วเชิงเส้น ดังนั้น

$$F_C = mr\omega^2 = \frac{mv^2}{r} \qquad (2)$$

เมื่อ F_C = แรงเหวี่ยงที่กระทำต่ออนุภาคเพื่อให้อยู่ในทางเดินวงกลม (kg/m ^{2} sหรือ N)

a_C = ความเร่งหนีศูนย์กลาง (m/s ^{2})

r = รัศมีของทางเดิน (m)

m = มวลของอนุภาค (kg)

ω = ความเร็วเชิงมุมของอนุภาค (rad/s)

= $2\pi N$

v = ความเร็วเชิงเส้นสัมผัส (m/s)

N = ความเร็วการหมุน (rpm)

ในกรณีที่ความเร็วรอบแสดงในรูปรอบต่อนาที (rpm) หรือ r/min

$$\omega = 2\pi N/60 \qquad (3)$$

และ $$F_C = mr(2\pi N/60)^2 = 0.011mrN^2 \qquad (4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าปริมาณแรงเหวี่ยงจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับรัศมี ความเร็วของการหมุน และมวลของอนุภาค ถ้ารัศมีและความเร็วของการหมุนคงที่ ดังนั้นปัจจัยที่ควบคุมคือน้ำหนักของอนุภาค โดยอนุภาคที่หนักกว่าจะมีแรงเหวี่ยงที่มากระทำมากกว่า

2.7 การแบ่งประเภทอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิทที่ใช้ความร้อนเพื่อการฆ่าเชื้อ

การผลิตอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (Hermetically sealed containers) เป็นวิธีการถนอมอาหารที่เป็นที่นิยมและมีการผลิตในทางการค้ามาเป็นระยะเวลานาน โดยใช้ความร้อนในการถนอมอาหาร หรืออาจใช้ความร้อนร่วมกับการควบคุมปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น ความเป็นกรด-ด่าง (pH) แอคติวิตีของน้ำ (a_w) และสารปรุงแต่งอาหารต่างๆ โดยใช้บรรจุภัณฑ์ปิดสนิทซึ่งจะช่วยป้องกันการปนเปื้อนของอาหารภายหลังจากการให้ความร้อนแล้ว เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความปลอดภัยและคงคุณภาพตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา อาหารที่บรรจุในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นอาหารที่บรรจุในกระป๋องโลหะ หรือขวดแก้ว ปัจจุบันได้พัฒนาบรรจุภัณฑ์และประยุกต์ใช้บรรจุภัณฑ์อ่อนตัว หรือ Retort pouch สำหรับอาหารที่เป็นกรดหรือมีการปรับสภาพให้เป็นกรดแทนกระป๋องโลหะ

การผลิตอาหารที่บรรจุในภาชนะปิดสนิทที่ทำการฆ่าเชื้อด้วยระดับความร้อนจะใช้ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าวอเตอร์แอคติวิตีของอาหารที่เหมาะสมกับอาหารแต่ละประเภทดังนี้

2.7.1 อาหารประเภทกรดต่ำ (Low-acid food)

อาหารในภาชนะปิดสนิทโดยไม่รวมถึงเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ที่มีค่า pH สูงกว่า 4.6 และค่าปริมาณน้ำอิสระหรือ a_w มีค่าสูงกว่า 0.85 อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ คือ 116 องศาเซลเซียส หรือ 121 องศาเซลเซียส ทั้งนี้แล้วแต่ส่วนประกอบ และคุณลักษณะของอาหารที่บรรจุในกระป๋องส่วนมากจะเป็นอาหารจำพวกเนื้อสัตว์และผักต่างๆ เช่น เนื้อ หมู ปลา ข้าวโพดฝักอ่อน หน่อไม้ฝรั่ง เป็นต้นประกอบด้วยอาหารอยู่ในสภาพที่ไม่มีอากาศเนื่องจากถูกบรรจุในภาชนะปิดสนิท และถ้าหากอาหารนั้นผ่านความร้อนจากการฆ่าเชื้อที่ไม่เพียงพอ จะทำให้เกิดสภาวะต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ โดยเป็นแบคทีเรียที่ทนต่อความร้อนสูงและเจริญได้ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนที่สำคัญได้แก่ แบคทีเรียคลอสตริเดียม บอทูลินั่ม (Clostridium botulinum) ดังนั้นการฆ่าเชื้อต้องใช้ความร้อนสูงในระดับการสเตอริไลส์ที่อุณหภูมิ 110 – 120 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาที่เหมาะสมจึงจะสามารถทำลายแบคทีเรียนี้ได้

คลอสตริเดียม บอทูลินั่มเป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปท่อน เจริญได้ดีในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญอยู่ในช่วง 35-40°Cสามารถเจริญได้ในอาหารที่มีค่า pH สูงกว่า 4.6 และมีแอคติวิตีของน้ำ (a_w) มากกว่า 0.93 *แบคทีเรียชนิดนี้*จะสร้างสปอร์ที่ทนต่อความร้อนสูงได้ และเมื่อสปอร์เหล่านี้ปนเปื้อนไปในอาหารในสภาวะที่เหมาะสมจะสามารถงอกเป็นเซลล์ของแบคทีเรียและสร้างสารพิษที่เรียกว่า โบทูลินั่มนิวโรท็อกซิน (Botulinum neurotoxin) ได้ในระหว่างการเจริญเติบโตและแบ่งเซลล์อย่างรวดเร็ว

2.7.2 อาหารประเภทกรด (Acid food)

อาหารในภาชนะปิดสนิทที่มีค่า pH ตามธรรมชาติที่4.6 หรือต่ำกว่า และมีค่า a_w สูงกว่า 0.85 อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์คือ 100 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพราะจุลินทรีย์ที่เจริญและขยายพันธุ์ได้ในอาหารที่เป็นกรดเป็นชนิดที่ไม่ทนความร้อน ส่วนมากเป็นพวกผลไม้เช่น สับปะรด ส้ม หรือผักที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้มีการดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รสเปรี้ยว เช่น มะเขือเทศ กระเจี๊ยบแดง เป็นต้นดังนั้นการฆ่าเชื้อต้องใช้ความร้อนสูงในระดับการสเตอริไลส์ที่อุณหภูมิจุดเดือดหรือต่ำกว่าเล็กน้อยโดยใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมจึงจะสามารถทำลายแบคทีเรียที่จะทำให้อาหารเสื่อมเสียได้

2.7.3 อาหารที่ปรับสภาพความเป็นกรด (Acidified food)

อาหารในภาชนะปิดสนิทที่มีค่า pH ตามธรรมชาติสูงกว่า 4.6 แต่มีการเติมกรดหรือส่วนประกอบที่มีฤทธิ์เป็นกรด เพื่อให้มีค่า pH สุดท้าย (Final equilibrium pH) เท่ากับ 4.6 หรือต่ำกว่านี้ อาหารประเภทนี้จึงไม่จำเป็นต้องใช้ความร้อนในการสเตอริไลส์ เนื่องจากอาหารมีความเป็นกรดของอาหารไปยับยั้งการงอกของสปอร์ Clostridium botulinum ซึ่งเป็นแบคทีเรียก่อโรค (pathogen) ที่สร้างสปอร์ (bacterial spore) ทนร้อน และมีค่า a_w สูงกว่า 0.85 เช่น ความเป็นกรดของน้ำผลไม้เข้มข้นสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้

2.8 ประเภทของการใช้ความร้อนในการถนอมอาหารและแปรรูปอาหาร

การใช้ความร้อนในการถนอมอาหารและแปรรูปอาหารโดยทั่วไปมี 3 ประเภท ได้แก่ การลวก (blanching) การพาสเจอไรส์ (pasteurization)การสเตอริไลส์ (sterilization) สำหรับการพาสเจอไรส์และการสเตอริไลส์มีวัตถุประสงค์แตกต่างจากการลวกกล่าวคือเพื่อทำลายจุลินทรีย์ในอาหารหรือเพื่อฆ่าเชื้อ

2.8.1 การพาสเจอไรส์ (Pasteurization)

การพาสเจอไรส์เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่ไม่รุนแรงนักที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารให้นานหลายวัน เช่น นม หรือนานหลายเดือน เช่น น้ำผลไม้บรรจุขวด วิธีการนี้สามารถใช้ในการถนอมอาหารได้โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์และทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความทนทานต่อความร้อนต่ำ เช่น แบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ ยีสต์และรา และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัสและคุณค่าอาหารน้อยที่สุด วัตถุประสงค์หลักในการพาสเจอไรส์อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (pH > 4.5) คือการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ส่วนวัตถุประสงค์หลักในการพาสเจอไรส์อาหารที่มีความเป็นกรดสูง (pH < 4.5) คือการทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์

เนื่องจากการพาสเจอไรส์เป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่แต่ไม่ใช่ทั้งหมดในอาหาร ดังนั้นอาหารที่ผ่านการพาสเจอไรส์แล้วต้องเข้าสู่กระบวนการถนอมอาหารในรูปแบบอื่นๆซึ่งก็คือ การลดค่าวอเตอร์แอกติวิตีโดยเติมเกลือหรือน้ำตาล การเติมวัตถุกันเสีย การเก็บรักษาโดยการแช่เย็นในสภาวะที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ เช่น การเก็บนมพาสเจอไรส์ที่อุณหภูมิ 4 – 10 องศาเซลเซียส การเลือกใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับประเภทของอาหารและอายุการเก็บรักษาของอาหาร

2.8.2 การสเตอริไลส์

การสเตอริไลส์เป็นกระบวนการให้ความร้อนแก่อาหารที่อุณหภูมิสูง โดยใช้เวลานานเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ก่อให้เกิดโรคที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคทั้งเซลล์และสปอร์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสียซึ่งสามารถที่จะเจริญเติบโตในอาหารได้ที่อุณหภูมิในการเก็บรักษาตามปกติ นั่นคืออาหารที่ผ่านการสเตอริไลส์แล้วจะต้องเก็บไว้ได้นานโดยไม่เน่าเสียที่อุณหภูมิห้องและไม่ต้องแช่เย็น ทั้งนี้อาจมีจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเหลือรอดอยู่บ้างในอาหารแต่สภาวะแวดล้อมทำให้ไม่สามารถเจริญเติบโตขึ้นมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2.1 การใช้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์ (sterilization)

การใช้ความร้อนระดับสเตอริไลซ์เป็นการทำให้อาหารปราศจากเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และทำลายจุลินทรีย์หรือสปอร์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสียซึ่งสามารถที่จะเจริญเติบโตในอาหารได้ที่อุณหภูมิในการเก็บรักษาตามปกติ และไม่ต้องแช่เย็น โดยความร้อนในการสเตอริไลซ์จะสูงกว่าจุดเดือด คือประมาณ 100-130 องศาเซลเซียสวิธีนี้จึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น UHT (Ultra High Temperature) โดยจะใช้อุณหภูมิ 135-150 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1-4 วินาที เพื่อทำลายจุลินทรีย์รวมทั้งสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและสปอร์ส่วนใหญ่ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ปริมาณความร้อนที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจะอยู่ในระดับที่เรียกว่า การฆ่าเชื้อเชิงการค้า (commercial sterilization) เนื่องจากมิได้ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดแบบที่ใช้ในการฆ่าเชื้อทางการแพทย์ อาหารที่ผ่านการแปรรูปในระดับการฆ่าเชื้อเชิงการค้าอาจยังมีสปอร์ของแบคทีเรียทนร้อน (thermophiles) หลงเหลืออยู่ แต่ไม่เป็นปัญหาเนื่องจากอาหารถูกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องหรือต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส สปอร์ของแบคทีเรียทนร้อนจึงไม่งอกและเพิ่มจำนวนทำให้อาหารเน่าเสีย

2.8.2.2 วิธีการให้ความร้อนในการแปรรูปอาหาร

วิธีการให้ความร้อนในการแปรรูปอาหารแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ การฆ่าเชื้ออาหารก่อนการบรรจุ ตัวอย่างเช่น การผลิตนมพาสเจอไรซ์ การผลิตนมหรือน้ำผลไม้ยูเอชที และการฆ่าเชื้ออาหารภายหลังการบรรจุ เช่น การทำอาหารกระป๋อง สำหรับการฆ่าเชื้อก่อนการบรรจุ ในที่นี้จะยกตัวอย่างกระบวนการพาสเจอไรซ์ ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

การฆ่าเชื้ออาหารสามารถทำการฆ่าเชื้อโดยการส่งผ่านความร้อนจากไอน้ำหรือน้ำร้อนไปยังอาหารอย่างรวดเร็วโดยใช้เครื่องฆ่าเชื้อแบบแผ่นสัมผัส นิยมใช้ในการผลิตนมพาสเจอไรซ์ โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 72 ° ซ และการผลิตนมยูเอชที ซึ่งใช้อุณหภูมิสูงเกินกว่า 130 ° ซ การส่งผ่านความร้อนเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อสั้นและช่วยลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพด้านประสาทสัมผัสได้มาก การต้มอาหารในหม้อต้มซึ่งได้รับความร้อนจากไอน้ำหรือน้ำมันร้อนเป็นการฆ่าเชื้ออีกวิธีหนึ่ง แต่ใช้เวลานานเพราะการส่งผ่านความร้อนเป็นไปได้ช้า นิยมใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปน้ำผลไม้

การบรรจุภาชนะที่นำมาบรรจุควรทำความสะอาด เช่น ผ่านการอบไอน้ำประมาณ 15 นาที สำหรับขวดแก้ว และทำให้สะเด็ดน้ำ หากใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัว เช่น กล่องกระดาษประกบอลูมิเนียม ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อแบบยูเอชที จะทำการฆ่าเชื้อโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เครื่องบรรจุและอากาศที่ผ่านเข้าห้องบรรจุต้องอยู่ในสภาพปลอดเชื้อ

2.8.2.3 ขั้นตอนในการฆ่าเชื้อ

ในการฆ่าเชื้อหลังการบรรจุซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมสามารถทำได้ เครื่องจักรส่วนใหญ่ผลิตได้ในประเทศจึงทำให้ต้นทุนไม่สูงมากนัก ตัวอย่างเช่นการผลิตน้ำผลไม้สเตอริไลซ์มีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

การบรรจุอาหารที่ผ่านการเตรียม เช่น การทำความสะอาด การตัดแต่ง การปรุง จะถูกนำมาบรรจุในภาชนะบรรจุ เช่น กระป๋อง ขวดแก้ว โดยทั่วไปแล้วนิยมใส่อาหารส่วนที่เป็นของแข็งและของเหลวลงไปก่อน นำเข้าเครื่องไล่อากาศ โดยให้มีช่องว่างเหนืออาหาร (headspace) อยู่ในช่วง 1/4 - 3/8 นิ้ว แต่ถ้าบรรจุในขวดแก้วปากกว้างควรมีช่องว่างเหนืออาหารประมาณ 1/2 - 1 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

การไล่อากาศ การบรรจุขณะร้อนเป็นขั้นตอนหนึ่งของการไล่อากาศ เพราะอากาศร้อนจะลอยตัวออกไปและถูกแทนที่ด้วยไอน้ำเหนืออาหาร เมื่ออากาศถูกไล่ออกไป ส่วนที่อยู่เหนืออาหารในกระป๋องจะมีแต่ไอน้ำ อุณหภูมิที่จุดกึ่งกลางกระป๋องต้องไม่ต่ำกว่า 65 องศาเซลเซียส

การปิดผนึก ทำได้โดยใช้เครื่องปิดผนึกที่สามารถรีดฝากระป๋องให้แนบสนิทกับตัวกระป๋อง ตะเข็บของกระป๋องต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะทนแรงดันสูงในระหว่างการฆ่าเชื้อ

การฆ่าเชื้อ อุณหภูมิและเวลาเป็นสิ่งสำคัญในการฆ่าเชื้อเพื่อกำจัดสปอร์ของแบคทีเรียที่เป็นอันตรายและที่ทำให้เกิดการเน่าเสียในสภาพสุญญากาศ ขณะเดียวกันก็เป็นการรักษาคุณภาพของอาหารให้คงไว้ให้มากที่สุด ไม่ให้สูญเสียไปกับความร้อน อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้ออาหารต่างชนิดกันจะไม่เท่ากัน

การทำให้เย็น เมื่อครบกำหนดเวลาในการให้ความร้อนแล้ว จะต้องทำให้อาหารกระป๋องเย็นลงอย่างรวดเร็ว เพื่อป้องกันไม่ให้อาหารได้รับความร้อนนานเกินไป การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วจะช่วยทำลายจุลินทรีย์ที่ทนร้อนและเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงเพราะอุณหภูมิเปลี่ยนอย่างฉับพลัน ซึ่งทำได้โดยการใช้น้ำหรือลมเป่าจนกระป๋องมีอุณหภูมิ 40 – 45 องศาเซลเซียส เพื่อทำให้น้ำที่เกาะข้างกระป๋องแห้งจะได้ไม่เกิดสนิม

2.8.2.4 อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาหาร

อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาหารแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของส่วนผสมอาหาร การถ่ายเทความร้อนภายในกระป๋อง ขนาดบรรจุ ความเป็นกรด-ด่าง ขนาดบรรจุ และอุณหภูมิของอาหารก่อนเข้าหม้อฆ่าเชื้อ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงบางอย่างในระหว่างการผลิต เช่น การเปลี่ยนสูตร การเปลี่ยนขนาดบรรจุ การเปลี่ยนอุณหภูมิก่อนเข้าหม้อฆ่าเชื้อ จะมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ

การคำนวณค่าความร้อนของกระบวนการฆ่าเชื้อ จะต้องใช้ผู้ที่ผ่านการอบรมด้านการคำนวณเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ ดังนั้น เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงสูตร เปลี่ยนอุณหภูมิเริ่มต้นก่อนการฆ่าเชื้อ เปลี่ยนขนาดกระป๋อง เปลี่ยนขนาดชิ้นของอาหาร หรือเปลี่ยนสัดส่วนระหว่างอาหารที่เป็นของแข็งและของเหลว เปลี่ยนชนิดและขนาดของหม้อฆ่าเชื้อ จะต้องทำการตรวจสอบค่าความร้อนของกระบวนใหม่ทุกครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าเพียงพอสำหรับการทำให้อาหารปลอดเชื้อเชิงการค้าหรือไม่ อาหารที่มักมีปัญหาการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอและเป็นอันตรายจนอาจทำให้ผู้บริโภคเสียชีวิตได้ ได้แก่ อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (ความเป็นกรด – ด่าง สูงกว่า 4.6) เนื่องจากต้องใช้อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ในการฆ่าเชื้อและต้องใช้หม้อฆ่าเชื้อที่ทนต่อแรงดันสูง ปัจจุบันมีการสนับสนุนให้กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรถนอมอาหารโดยการใช้ความร้อน เช่น การทำข้าวกระป๋อง แกงหรือน้ำพริกกระป๋อง หากใช้อุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อไม่เพียงพอจะทำให้มีสปอร์ของแบคทีเรียที่สร้างสปอร์หลงเหลืออยู่ ซึ่งอาจสร้างสารพิษโบทูลินที่ทำให้ผู้บริโภคเสียชีวิต

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการหาระยะเวลาที่จำเป็นที่จะทำให้ตำแหน่งจุดกึ่งกลางของอาหารในกระป๋องได้รับความร้อนในระดับ Sterilization ประกอบด้วย

- สารที่ใช้ทำภาชนะบรรจุอัตราการแทรกซึมของความร้อนผ่านกระป๋องโลหะจะเร็วกว่าภาชนะบรรจุที่ทำจากแก้ว
- ขนาดและรูปร่างภาชนะบรรจุกระป๋อง ยิ่งมีขนาดใหญ่ยิ่งจำเป็นต้องใช้เวลานานต่อการที่จะให้ความร้อนแทรกซึมเข้าสู่จุดกึ่งกลางของกระป๋องนอกจากนี้ การแทรกซึมของความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านภาชนะบรรจุซึ่งมีรูปร่างยาวหรือบางจะเกิดขึ้นได้เร็วกว่าภาชนะซึ่งมีรูปร่างทรงกระบอก ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงปริมาตรของภาชนะบรรจุที่เปรียบเทียบกันนี้จะต้องเท่ากันด้วย

- อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหาร ในความเป็นจริงแล้วอุณหภูมิของอาหารในกระป๋องในช่วงระหว่างที่นำเข้าใส่ retort เพื่อทำการฆ่าเชื้อนั้นไม่ได้ก่อให้เกิดความแตกต่างต่อระยะเวลาที่จำเป็นที่จะทำให้อุณหภูมิที่ตำแหน่งกึ่งกลางของกระป๋องมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของ retort อาหารที่มีอุณหภูมิเริ่มต้นต่ำ จะถูกทำให้ร้อนกว่าอาหารชนิดเดียวกันที่มีอุณหภูมิเริ่มต้นสูง อย่างไรก็ตามอาหารที่มีอุณหภูมิเริ่มต้นสูงกว่าจะทำให้จุลินทรีย์อยู่ในช่วงของการตาย (lethal range) เป็นระยะเวลานานกว่า
- อุณหภูมิของ Retort (Retort temperature) ถ้านำอาหารกระป๋องชนิดเดียวกันไปใส่ใน retort แตกต่างกัน ระยะเวลาที่อุณหภูมิในอาหารนั้นจะถึงอุณหภูมิที่กำหนดไว้จะเท่ากัน อย่างไรก็ตาม การให้ความร้อนเข้าสู่อาหารกระป๋องทำได้เร็วที่สุดถ้าอุณหภูมิของ retort ร้อนที่สุด และจะทำให้อุณหภูมิของอาหารถึงอุณหภูมิที่จะทำให้จุลินทรีย์ตาย (lethal temperature) ได้เร็วด้าย
- ความสม่ำเสมอของส่วนประกอบของอาหารในกระป๋อง (Consistency of food contents in can) ส่วนประกอบของอาหารรวมถึงขนาดและรูปร่างของอาหารแต่ละชิ้น จะมีผลโดยตรงต่อการแทรกซึมความร้อนเข้าสู่อาหาร
- การหมุนกระป๋องในระหว่างการให้ความร้อน ใน rotary retort จะทำให้ความร้อนแทรกซึมเข้าสู่อาหารได้เร็วถ้าอาหารนั้นเป็นของเหลว แต่ในอาหารบางชนิดอาจทำให้การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่ไม่เป็นที่ต้องการได้

2.9 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ความร้อนในการถนอมอาหารและแปรรูปอาหาร

ลักษณะการถ่ายเทความร้อนในอาหารมีแบบต่างๆดังนี้

2.9.1 การนำความร้อน

การนำความร้อนเป็นกรรมวิธีของการส่งผ่านความร้อนโดยอาศัยการการส่งผ่านความร้อนจากอนุภาคหนึ่งไปยังอีกอนุภาคหนึ่งที่อยู่ชิดกัน ในกรณีของการนำความร้อนของอาหารในกระป๋องพบว่าอาหารที่อาศัยการนำความร้อนจะเป็นอาหารที่มีความเข้มข้นสูง หรืออาจเป็นของแข็งจึงทำให้ส่วนประกอบของอาหารไม่สามารถเคลื่อนที่ในกระป๋องได้ และยังไม่มีการหมุนเวียนของอนุภาคของอาหารที่ร้อนกับอนุภาคอาหารที่เย็นดังนั้น การนำความร้อนในอาหารกระป๋องจึงจำเป็นต้องใช้เวลานานพอสมควร

2.9.2 การพาความร้อน

การพาความร้อนเป็นกรรมวิธีของการส่งผ่านความร้อนที่อาศัยการเคลื่อนที่ของอาหารได้รับความร้อน แล้วอนุภาคของอาหารที่ได้รับความร้อน โดยการพาความร้อนจะมีความหนาแน่นที่เบาจึงทำให้ลอยตัวสูงขึ้น จึงก่อให้เกิดสภาพความหมุนเวียนของอนุภาคที่ได้รับความร้อนในกระป๋องอย่างไรก็ตามอาหารที่ได้รับการส่งผ่านความร้อนโดยการแผ่ความร้อนจะมีลักษณะเป็นของเหลวหรือเป็นอาหารที่มีความเข้มข้นต่ำ การพาความร้อนนี้สามารถส่งผ่านความร้อนได้เร็วกว่าการนำความร้อนแต่มีอาหารบางประเภทที่จำเป็นต้องอาศัยการส่งผ่านความร้อนร่วมกันทั้งการพาและการนำความร้อน เช่น อาหารที่มีความหนืดค่อนข้างสูงเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3 การแทรกผ่านความร้อน

การหาอัตราการแทรกผ่านความร้อนทำได้โดยการวัดอุณหภูมิที่จุดร้อนช้าที่สุดของอาหารในบรรจุภัณฑ์โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิที่เรียกคู่ควบความร้อน เพื่อวัดอุณหภูมิของอาหารระหว่างกระบวนการให้ความร้อน ตำแหน่งร้อนช้าที่สุดขึ้นกับชนิด ขนาด และรูปร่างของภาชนะบรรจุ รูปแบบการถ่ายเทความร้อนและการแทรกซึมความร้อนในอาหาร พบว่า

2.9.3.1 อาหารที่ถ่ายเทความร้อนแบบการนำ (conductive heating packs)

ความร้อนจะถูกถ่ายเทในทุกทิศทางผ่านผนังกระป๋อง แล้วผ่านโมเลกุลของอาหารที่ไม่เคลื่อนที่หรือแทบจะไม่มีส่วนผสมที่เป็นของเหลวภายในกระป๋อง เช่น ครีมซุป ผักบรรจุกระป๋อง หรือเนื้อสัตว์บรรจุกระป๋อง จุดร้อนช้าที่สุดจะอยู่ที่จุดกึ่งกลางกระป๋อง (geometric center) การถ่ายเทความร้อนแบบนี้จะช้ากว่าแบบการพาความร้อน

2.9.3.2 อาหารที่ถ่ายเทความร้อนแบบการพา (convective heating packs)

ความร้อนจะถูกถ่ายเทโดยโมเลกุลของอาหารจะเคลื่อนที่ไปด้วยหรืออาหารเหลวที่มีความข้นหนืดต่ำ เช่น ซุปใส เมื่อได้รับความร้อนส่วนที่เป็นของเหลวจะได้รับความร้อนก่อนและเคลื่อนที่ขึ้นด้านบนเนื่องจากความหนาแน่นน้อยลง ในขณะส่วนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าและความหนาแน่นมากกว่าจะเคลื่อนที่ลงล่าง ทำให้เกิดการหมุนเวียนของอาหารภายในกระป๋อง จุดร้อนช้าที่สุดจะอยู่ที่ระดับประมาณ 3/4 นิ้วจากด้านล่างสำหรับกระป๋องขนาดเล็ก และระดับประมาณ 1 นิ้วครึ่งจากด้านล่างกระป๋องขนาดใหญ่

2.9.3.3 อาหารที่ถ่ายเทความร้อนแบบผสม (complex heating packs)

อาหารที่มีส่วนผสมของสารให้ความหนืด โดยในช่วงแรกเป็นการถ่ายเทความร้อนแบบการพา และเมื่อให้ความร้อนต่อไปอาหารจะข้นหนืดมากขึ้นและเปลี่ยนเป็นแบบการนำ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีชิ้นอาหารขนาดใหญ่ๆ ในของเหลว ซึ่งส่วนของเหลวจะร้อนเร็วกว่าส่วนที่เป็นชิ้นอาหาร จุดที่ร้อนช้าจะไม่แน่นอน แต่อยู่ระหว่างตำแหน่งที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำและแบบการพาความร้อน

2.10 การคำนวณเวลาของกระบวนการฆ่าเชื้อในอาหารด้วยความร้อน

การคำนวณเวลาของกระบวนการฆ่าเชื้อในอาหารด้วยความร้อน (thermal destruction) มีสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำลายจุลินทรีย์ในอาหาร ได้แก่ ค่า D ค่า Z และค่า F ทั้งสามค่าแสดงถึงความทนทานต่อความร้อนของแบคทีเรียหรือจุลินทรีย์แต่ละชนิดในอาหารและบ่งชี้ว่าการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อนั้นๆ มีผลในการฆ่าหรือทำลายเชื้อมากน้อยเพียงใด

2.10.1 ค่า D (D value)

ค่า D หรือค่าคงที่อัตราการตายหมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการทำลายสปอร์ของจุลินทรีย์ได้ร้อยละ 90 ของจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น

การหาค่า D ทำได้โดยการใส่สปอร์ของจุลินทรีย์ที่ทราบจำนวนแน่นอนลงในภาชนะบรรจุแล้วนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิคงที่โดยใช้เวลาต่างๆกัน นำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟความอยู่รอด (survivor curve) แสดงในรูปกราฟชนิดเซไมล็อกการิทึม (semilogarithmicgraph) โดยแนวตั้ง (แกน Y) เป็นล็อคสเกล (log scale) แสดงจำนวนเชื้อที่อยู่รอด ส่วนแนวนอน (แกน X) เป็นสเกลปกติแสดงเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน กราฟที่ได้จะมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.2 ค่า Z (Z value)

ค่า Z หมายถึง อุณหภูมิที่เปลี่ยนไปที่ทำให้ค่า D เปลี่ยนไป 1 วงจรล็อก ค่า Z ได้จากการสร้างกราฟเวลาที่ทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อนโดยพลอทระหว่างค่า D ของจุลินทรีย์ชนิดหนึ่ง (แกนในแนวตั้ง) กับค่าอุณหภูมิต่างๆในการฆ่าเชื้อ (แกนแนวนอน) จากกราฟนี้ได้ค่า Z ซึ่งเป็นค่าแสดงเฉพาะของจุลินทรีย์แต่ละชนิด

2.10.3 ค่า F (F value)

ค่า F หมายถึงระยะเวลาเป็นนาทีโดยใช้อุณหภูมิคงที่เพื่อทำลายสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ทราบจำนวนที่แน่นอนในอาหาร ภายใต้สภาวะที่กำหนด

ค่า F หรือ F_0เป็นความสามารถในการทำลายจุลินทรีย์ของกระบวนการ และเป็นค่าที่มีความสำคัญมากในการหาประสิทธิภาพในการทำลายของช่วงอุณหภูมิที่กำลังให้ความร้อนบอกถึงความยากง่ายของการสเตอริไลส์อาหารชนิดต่างๆด้วย

2.11 กระบวนการฆ่าเชื้อและการควบคุม

การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่กำหนด (Scheduled process) คือ กำหนดการของการให้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์และสปอร์ในผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้รับการฆ่าเชื้อเชิงการค้า (Commercial sterilization) อย่างเพียงพอ โดยอาจใช้ความร้อนเพียงอย่างเดียวหรือใช้ความร้อนร่วมกับการควบคุมค่า a_w ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่จัดว่าอยู่ในสภาพ Commercial sterility โดยจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้ คือ (1) อาหารนั้นจะต้องปราศจากจุลินทรีย์ที่จะสามารถเจริญหรือเพิ่มจำนวนได้ในสภาวะการเก็บรักษาตามปกติที่ไม่ได้แช่เย็นในระหว่างการขนส่งและจัดจำหน่าย (2) อาหารนั้นจะต้องปราศจากเซลล์และสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ก่อโรค

ทั้งนี้ การกำหนดอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมจะต้องทำโดยทดสอบการกระจายความร้อนหรืออุณหภูมิในเครื่องฆ่าเชื้อ (Heat distribution) และอัตราการแทรกผ่านความร้อน (Heat penetration) ณ สถานที่ผลิตแห่งนั้นตามหลักเกณฑ์ วิธีการ หรือเงื่อนไขที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้ประกาศกำหนด เพื่อที่จะกำหนดอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดและแต่ละขนาดบรรจุ สำหรับอาหารที่มีการปรับสภาพกรดจะต้องศึกษาวิธีการและรายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับสภาพความเป็นกรดของอาหาร รวมถึงมีเอกสารแสดงว่าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้สำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด และแต่ละขนาดบรรจุมีความเหมาะสม

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ซุปปลาสกัดเข้มข้นและพร้อมดื่มจากน้ำนึ่งปลา

ซุปปลาสกัดเข้มข้นและพร้อมดื่มจากน้ำนึ่งปลาของอุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง (Concentrated fish extract and ready to drink fish extract from fish boiling water of tuna canning industry) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปปลาสกัดเข้มข้นจากน้ำนึ่งปลาของอุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง โดยการแยกเหวี่ยงน้ำมัน ย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์อัลคาเลสปริมาณ 0.6% โดยน้ำหนักของโปรตีน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หยุดปฏิกิริยาโดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที กรองและระเหยน้ำออก ได้ซุปปลาสกัดเข้มข้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายสูง มีสารปนเปื้อนต่ำมาก และไม่พบจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เมื่อนำซุปปลาสกัดเข้มข้นผสมกับน้ำ น้ำ + 0.15% น้ำตาล + 0.15% ผงชูรส และน้ำสมุนไพรให้ได้ความเข้มข้น 8 องศาบริกซ์ ผลิตภัณฑ์ซุปปลาสกัดพร้อมดื่มทั้ง 3 สูตร ได้รับการประเมินทางประสาทสัมผัสในลักษณะโดยรวมสูงกว่าซุปไก่สกัดรสกลมกล่อมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการที่น้ำนึ่งปลาเหลือเป็นปริมาณมากรวมทั้งกรดอะมิโนจำเป็นที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย (essential amino acids) และตลาดมีความต้องการในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวสูง จึงสมควรวิจัยการใช้ประโยชน์ของน้ำนึ่งปลาในการผลิตซุปปลาสกัดเข้มข้น นอกจากนั้นยังเป็นการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่งด้วย วัตถุประสงค์ของรายงานฉบับนี้เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากน้ำนึ่งปลาของอุตสาหกรรมปลาทู่น่ากระป๋องโดยการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ซุปปลาสกัดเข้มข้นและพร้อมดื่มในระดับห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

การพัฒนาต้นแบบกระบวนการผลิตซุปปลาสกัดเข้มข้นพร้อมดื่มทำการศึกษาเวลาในการต้มสกัด ได้แก่ 6, 8 และ 10 ชั่วโมง และหาสัดส่วนที่เหมาะสมมีสี กลิ่น รส เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

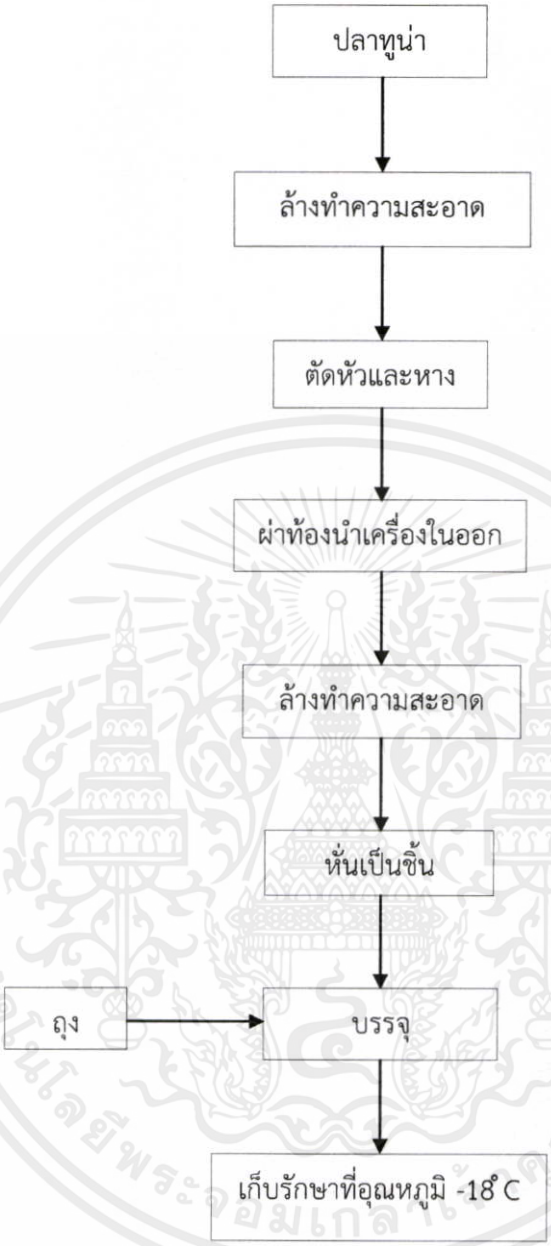
3.1 วัตถุดิบและการเตรียม

ปลาทูน่าและการเตรียม

ใช้ปลาทูน่าสายพันธุ์โอลาย ซื้อวัตถุดิบจากสะพานปลา ขั้นตอนการเตรียมเริ่มจากล้างทำความสะอาดเบื้องต้นแล้วตัดส่วนหัวและส่วนหางออก นำไส้และเครื่องในออกให้เหลือแค่ส่วนลำตัวของปลา ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า และลดขนาดโดยการหั่นเป็นชิ้นบรรจุใส่ถุงเย็น ถุงละ 3 กิโลกรัม และเขียนเบอร์ที่ถุงและวันที่รับเข้าของวัตถุดิบ แล้วจงนำเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 °C

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์ในการทำซุปปลาสกัด

1. หม้อต้มแรงดัน ยี่ห้อ Tefalรุ่น P4411562 ความจุ 10 ลิตร ความดัน 85 kPa
2. เตาไฟฟ้า ยี่ห้อ House Worth รุ่น HW-4170
3. กระดาษกรองเบอร์ 4
4. เครื่องหมุนเหวี่ยงไขมัน ยี่ห้อ HettichZentrifugen รุ่นEBA 12
5. หม้อฆ่าเชื้อ

3.2.2 อุปกรณ์และสารเคมีการวิเคราะห์โปรตีน

อุปกรณ์

1. ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ขนาด 250-300 มิลลิลิตร
2. ชุดกลั่นโปรตีน (Semi-microdistillation apparatus)
3. ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร (volumetric flask)
4. ขวดรูปชมพูขนาด 50 มิลลิลิตร (Erlenmeyer flask)
5. ปิเปต ขนาด 5 มิลลิลิตร (volumetric pipette)
6. บิวเรต ขนาด 50 มิลลิลิตร (burret)

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. สารเร่งปฏิกิริยา ใช้คอปเปอร์ซัลเฟต1 ส่วนต่อโปแตสเซียมซัลเฟต 9 ส่วน
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซค์เข้มข้น 32เปอเซนต์
4. สารละลายไฮโดรคลอริก เข้มข้น 1นอร์มัล
5. อิดิเคเตอร์0.2% เมธิลเรด , 0.1% เมธิลลีนบูล

3.2.3 อุปกรณ์การวิเคราะห์คุณภาพซุปปลาสกัด

1. เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Colorimeter รุ่น JC 801
2. เครื่องวัด pH meter ยี่ห้อ HANNA รุ่น HI98128
3. เครื่องวัดของแข็งที่ละลายได้ ยี่ห้อ HANNA รุ่น HI96800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีทดลอง

3.3.1 การทำซุปปลาสกัด

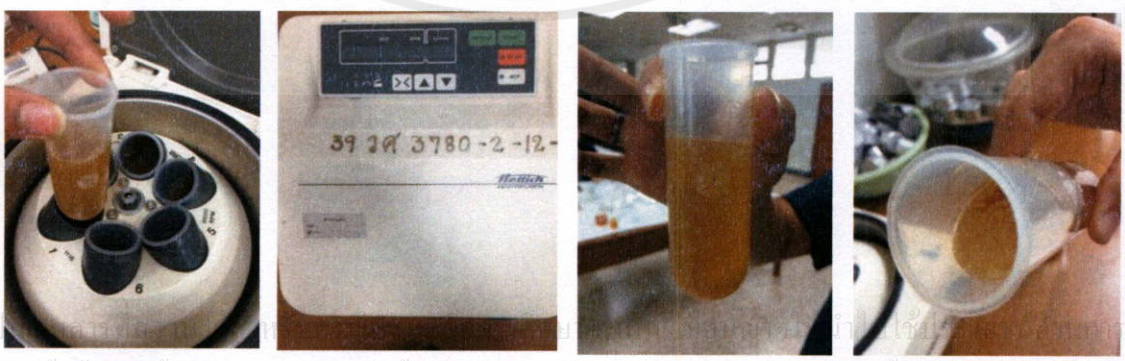
3.3.1.1 การต้มสกัด

นำปลาที่ได้จากการเตรียมวัตถุดิบโดยใช้ปลา 3 กิโลกรัมใส่หม้ออัดแรงดันแล้วเติมน้ำเริ่มต้นที่ 3 ลิตร แล้วปิดฝาซึ่งมีระบบล็อค ตั้งค่าความดันที่ 85 kPa ตั้งเวลา 1 ชั่วโมงที่นาฬิกาจับเวลาของหม้ออัดแรงดัน หลังจากนั้นวางหม้อที่เตาไฟฟ้าที่ใช้เป็นแหล่งให้ความร้อน โดยตั้งค่า 1800 วัตต์เริ่มให้ความร้อนโดยนาฬิกาจะเริ่มจับเวลาเมื่อในหม้ออัดแรงดันมีความดันเกิดขึ้น และเปิดฝาหม้อเมื่อครบ 1 ชั่วโมง เพื่อเติมน้ำ โดยเวลาที่ทำการดลองสำหรับการหาเวลาที่เหมาะสมในการต้มสกัดเพื่อให้ได้ปริมาณโปรตีนเทียบเท่าหรือมากกว่า 8 % ได้แก่ เวลา6 ,8 และ10 ชั่วโมง

รูปที่ 3.3 วิธีการต้มสกัดโปรตีน

3.3.1.2 การเหวี่ยงแยกไขมัน

เหวี่ยงแยกไขมันด้วยเครื่องเหวี่ยงแยกด้วยเครื่องเหวี่ยงแยก ใช้ความเร็วรอบ 5000 รอบต่อนาที เวลา 1 ชั่วโมง การเหวี่ยงแยกเพื่อกำจัดไขมันในซุปให้ใสและไม่มีไขมันโดยหลังจากเหวี่ยงแยกครบ 1 ชั่วโมง นำหลอดเซนติฟิวส์ออกจากเครื่อง ซุปในหลอดจะแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนบนสุดคือไขมัน ส่วนที่ 2 คือซุปที่ใส ส่วนที่ 3 คือส่วนที่อยู่ก้นหลอดจะมีตะกอนตกอยู่ หลังจากนั้นใช้หลอดดูดดูดไขมันส่วนบนออกให้หมด แล้วเทส่วนใสเก็บโดยไม่ให้ตะกอนส่วนล่างสุดตกลงมาด้วย



เอกสารนี้เป็นการ... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 วิธีการเหวี่ยงแยกไขมัน

3.3.1.3 การกรอง

นำซุปที่ได้จากการเหวี่ยงแยกไขมันไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 เพื่อกรองให้ซุปมีลักษณะที่ใส และไม่มีตะกอนเหลือตกค้างอยู่

รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการกรองผ่านกระดาษกรอง

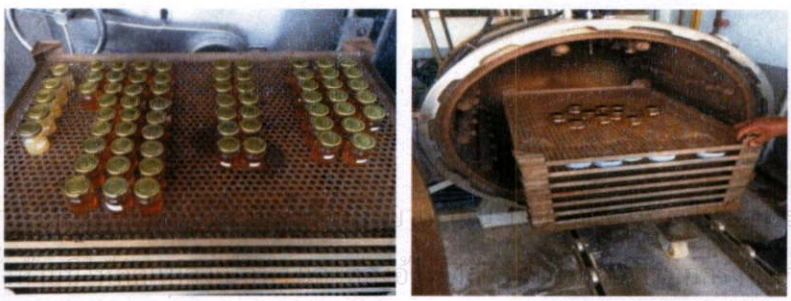
3.3.1.4 การบรรจุ

บรรจุซุปปลาที่ผ่านกระบวนการต่างๆข้างต้นลงในขวดแก้วปริมาตรความจุ 47 มิลลิลิตร โดยบรรจุลงขวดให้ซุปปลาสกัดมีอุณหภูมิ 75 °C และใส่ขวดขวดละ 42 มิลลิลิตรแล้วปิดฝาให้สนิท

รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการบรรจุ

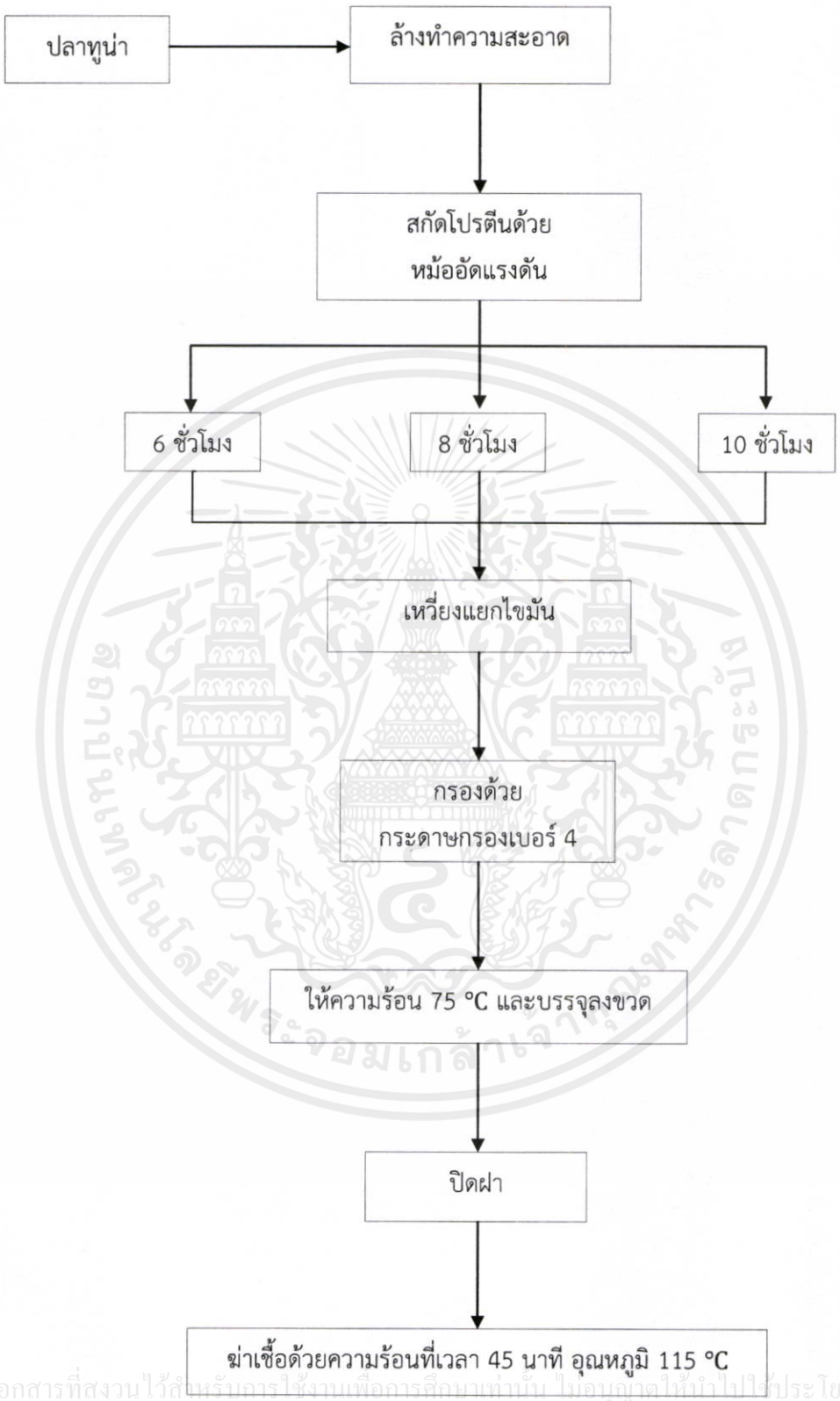
3.3.1.5 การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

นำขวดที่บรรจุซุปปลาสกัดเรียบร้อยแล้วเข้าหม้อฆ่าเชื้อโดยใช้อุณหภูมิ115 C เวลา 45 นาทีมีค่า F_0มากกว่า 3 นาทีทำให้ปลอดเชื้อทางการค้า(Commercial sterilization) สำหรับอาหารกรดต่ำ



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 กระบวนการต้มสกัดซุปปลาสกัด

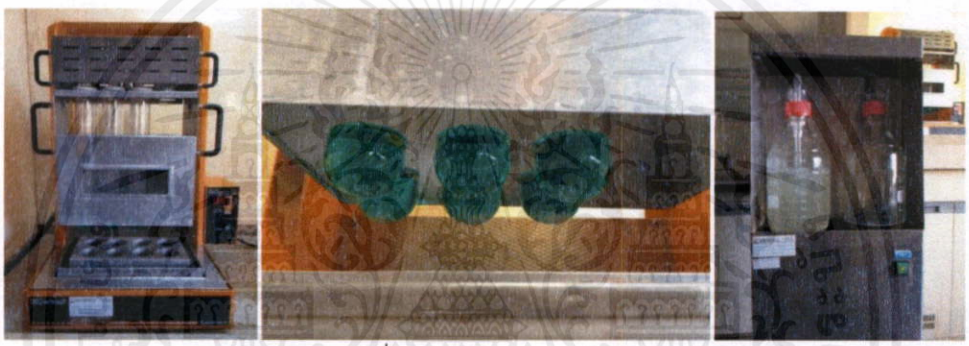
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วิธีการวิเคราะห์โปรตีน

การวิเคราะห์โปรตีนด้วยวิธี kjeldahl method มี 3 ขั้นตอน ได้แก่

3.3.2.1 การย่อย

นำซุปปลาที่สกัดได้มาย่อยโดยปิเปตตัวอย่างประมาณ 5 มิลลิลิตรใส่ลงไปในหลอดย่อยโปรตีน จดน้ำหนักของตัวอย่าง แล้วเติมตัวเร่ง 10 กรัม boiling chip 3 ลูกและเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร ใส่ลงไปในหลอดหลอดย่อยโปรตีน จากนั้นนำหลอดย่อยโปรตีนวางใน rack ก่อนนำไปประกอบเข้ากับเครื่องย่อย ปิดที่บังความร้อน และสวมที่ดูดควันที่ต่อเข้ากับชุดกำจัดไอกรดก่อนเปิดเครื่อง และตั้งอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15นาที เนื่องจากตัวอย่างเป็นของเหลวหรือมีฟองขณะทำการย่อย แล้วจึงตั้งอุณหภูมิที่ใช้ย่อย 380 องศาเซลเซียส จนกว่าสารละลายจะใส เมื่อสารละลายใสแล้วปิดเครื่อง พร้อมยก rack ขึ้นพัก รอให้สสารละลายเย็น แต่ยังคงเปิดเครื่องกำจัดไอกรดไว้ จนกว่าจะไม่มีไอกรด โดยสังเกตควันสีขาว ก่อนนำไปต่อเข้ากับชุดกลั่น



รูปที่ 3.9 กระบวนการย่อย

3.3.2.2 การกลั่น

นำหลอดย่อยตัวอย่างต่อเข้ากับชุดกลั่นโปรตีน ตรวจเช็คความเรียบร้อยของระบบน้ำสำหรับหล่อเย็น ถังน้ำกลั่น ถังโซเดียมไฮดรอกด์ 32% โดยสายยางต้องจุ่มลงในถังของน้ำกลั่นหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วเติมบอริกเข้มข้น 2% ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ใส่ในขวดชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ทั้งสอง อย่างละ 1 หยด จะได้สารละลายสีชมพูม่วง วางขวดชมพู่ลงในชุดกลั่น เสียบท่อพลาสติกที่ต่อจากคอนเดนเซอร์ลงในกรดบอริค เพื่อดักจับแก๊สแอมโมเนียมที่กลั่นออกมาได้ เปิดเครื่องเพื่อเติมน้ำกลั่นและโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดย่อย สารละลายในหลอดย่อยจะเปลี่ยนเป็นสีดำ เปิดไอน้ำและตั้งเวลาในการกลั่น เวลาที่ใช้ในการกลั่นขึ้นกับปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง

รูปที่ 3.10 อุปกรณ์ในการกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ ตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัด กสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.3 การไตเตรท

นำขวดชมพู่ที่บรรจุสารละลายที่กลั่นเสร็จแล้วซึ่งมีสีเขียวมาไตเตรทกับกรดไฮโดรคลอริกเข้าข้น 1 หรือ 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนไปเป็นสีชมพูม่วง โดยการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในอาหาร} = \frac{(A-B) \times N \times 14 \times 100}{W \times 1000}$$

A = ปริมาณของสารละลายไฮโรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

B = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับ blank

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ (normal)

W = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

และการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โปรตีนในตัวอย่าง

เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหาร = เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน x 6.25

3.3.3 วิธีวิเคราะห์คุณภาพซุปปลาสกัด

3.3.3.1 การวัดสี

ใช้เครื่อง Colorimeter รุ่น JC 801 วัดในระบบ CIE เลือกแหล่งกำเนิดแสง D_{56}เป็นแหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน บันทึกค่าที่ได้เป็น L* , a* และ b* ทำการเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของค่าสีด้วย Zero Plate Calibration จากนั้นทำการวัดสีตัวอย่างผลิตภัณฑ์ โดยนำตัวอย่างน้ำซุปปลาใส่ลงในตลับให้มีความสูง 1 เซนติเมตร ในแนวตั้งฉาก อ่านค่า แสดงผลการวัดในระบบ CIELAB (L*,a*,b*) ทำการวัด 10 ซ้ำหาค่าเฉลี่ยของค่าทั้งหมด

3.3.3.2 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

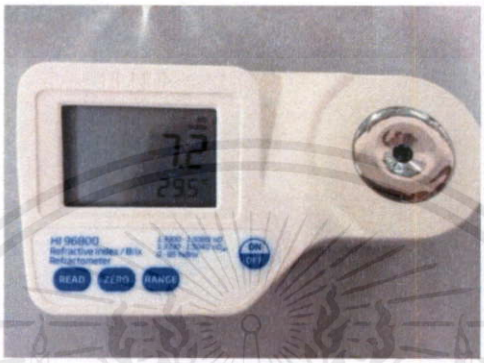
ใช้เครื่อง Waterproof tester ของ Hanna Instruments รุ่น HI 98128 ในการวัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซุปปลาทูน่าสกัดที่นำมาวัดค่า pH ได้แก่ 6 ชั่วโมง 8 ชั่วโมง และ 10 ชั่วโมง วัดอย่างละ 3 ตัวอย่าง โดยการเริ่มจากวัด pH ซุปปลาทูน่าสกัดโดยใส่ลงในภาชนะตัวอย่าง แล้วนำหัววัดที่ผ่านการ Calibrate จุ่มลงในซุปปลาทูน่าสกัด และทำการบันทึกค่าที่ได้ในการวัด

รูปที่ 3.11 การวัดค่า pH ของซุปปลาทูน่าสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.3 การวัดค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

ใช้เครื่อง Refractometer ในการวัดที่อุณหภูมิห้อง ซุปปลาทูน่าสกัดที่นำมาวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ได้แก่ 6 ชั่วโมง 8 ชั่วโมง และ 10 ชั่วโมง วัดอย่างละ 3 ตัวอย่าง โดยการเริ่มจากวัดค่าความเข้มข้นซุปปลาทู-น่าสกัดโดยใช้ดรอปเปอร์ดูดน้ำซุปแล้วหยดใส่ลงใน แล้วนำหัววัดที่ผ่านการ Calibrate จุ่มลงในซุปปลาทูน่าสกัด และทำการบันทึกค่าที่ได้ในการวัด



รูปที่ 3.12 การวัดค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของซุปปลาทูน่าสกัด

3.3.3.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบจำนวน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 จำนวนผู้ทดสอบ 50 คน (กลุ่มบุคคลทั่วไป) และครั้งที่ 2 จำนวนผู้ทดสอบ20 คน (กลุ่มผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน) โดยให้ทำแบบสอบถามข้อมูลส่วนตัวเกี่ยวกับซุปปลาสกัดเข้มข้น และให้ทดสอบตัวอย่างซุปปลาสกัดเข้มข้นที่ 8 ชั่วโมงด้วยวิธีทดสอบแบบ Hedonic scaling (9 point scale) การวิเคราะห์ผลจะต้องได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสผ่านเกณฑ์ทั้งสองข้อดังนี้คือ

1) คะแนนความชอบรวมจะต้องมีค่าเฉลี่ยมากกว่าหรือเท่ากับ 5 และ

2) เปอร์เซ็นต์การไม่ชอบผลิตภัณฑ์จะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ20 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ : (1) เกณฑ์คะแนน 9 point hedonic scale มีความหมายดังนี้

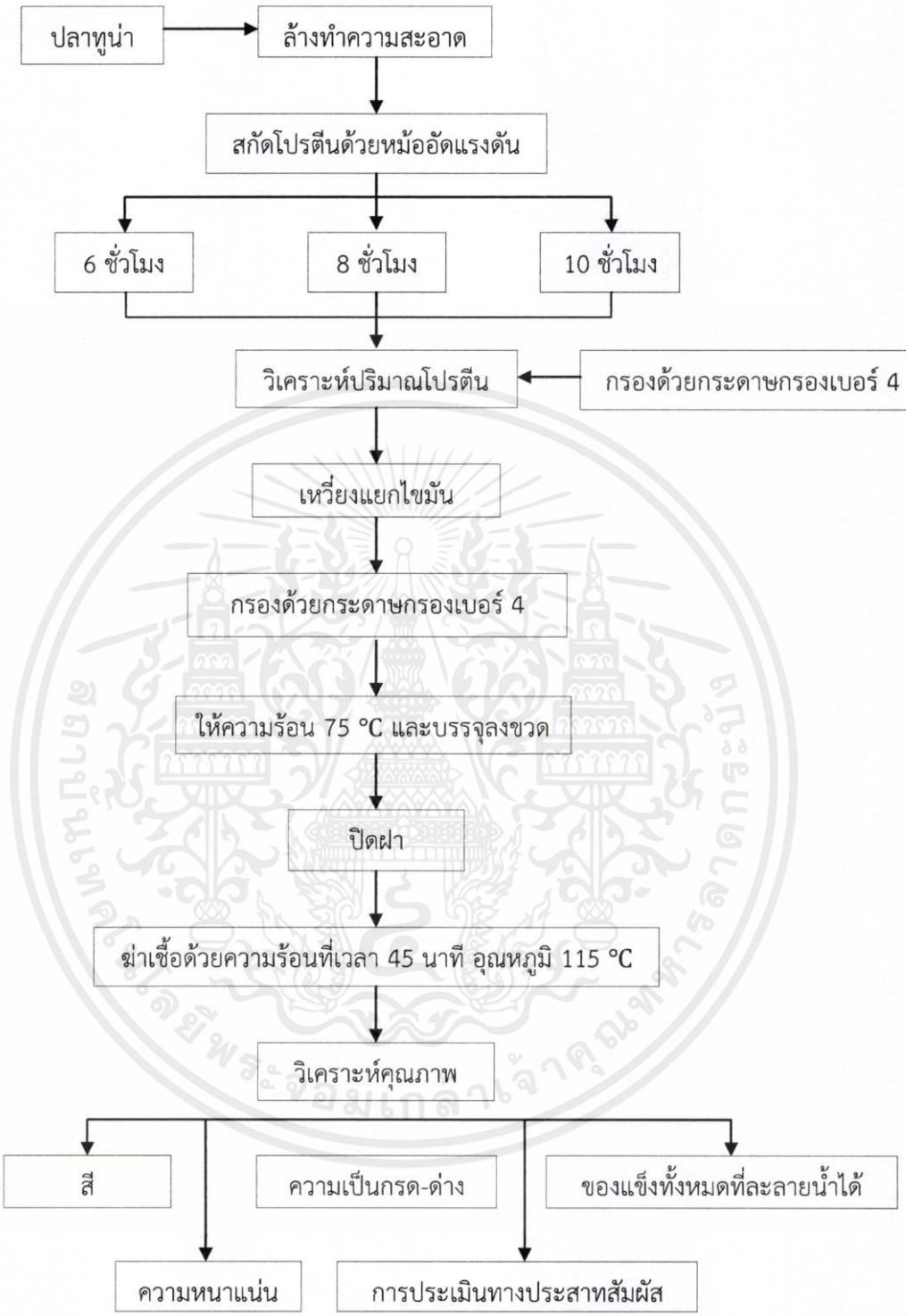
1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

(2) เปอร์เซ็นต์การไม่ชอบผลิตภัณฑ์ หมายถึง เปอร์เซ็นต์จำนวนผู้ชิมที่ประเมินคะแนนความชอบรวมน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4 จากจำนวนผู้ชิมทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 กระบวนการผลิตซุปปลาสกัดเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ต้นทุนวัตถุดิบในการทดลอง

3.4.1 ราคาวัตถุดิบเริ่มต้น

-	น้ำหนักปลาทูน่าเริ่มต้น		89.0320	กิโลกรัม
-	ราคาปลาทูน่ากิโลกรัมละ		32	บาท
	ราคา	89.0320 × 32=	2850	บาท

3.4.2 ราคาวัตถุดิบหลังผ่านกระบวนการ

-	น้ำหนักปลาทูน่าหลังตัดแต่ง		60.19	บาท
-	ราคาปลาทูน่าหลังตัดแต่ง	2850/60.19 =	47.35	บาทต่อกิโลกรัม
	ราคา		47.35	บาทต่อกิโลกรัม

3.4.3 ราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการต้มสกัดต่อหนึ่งครั้งการทดลอง

-	เนื้อปลาทูน่าหลังตัดแต่ง		3	กิโลกรัม
-	ราคาทั้งหมดต่อ1การทดลอง	3x47.35 =	142.05	บาท
	ราคา		142.05	บาท

3.4.4 ราคาวัตถุดิบต่อหนึ่งขวด

-	เนื้อปลาทูน่า		3	กิโลกรัม
-	น้ำ		18	ลิตร
-	น้ำหนักสุดท้ายหลังการต้มสกัด		2	ลิตร
-	น้ำหนักหลังเหวี่ยงแยกไขมัน		1333.34	มิลลิลิตร
-	1 ขวดบรรจุ		40	มิลลิลิตร
-	บรรจุได้ทั้งหมด		33	ขวดต่อ1การทดลอง
-	ราคาวัตถุดิบ	142.05/33 =	4.30	บาทต่อ1ขวด
	ราคา		4.30	บาทต่อ1ขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง การวิเคราะห์คุณภาพและการวิจารณ์ผล

4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

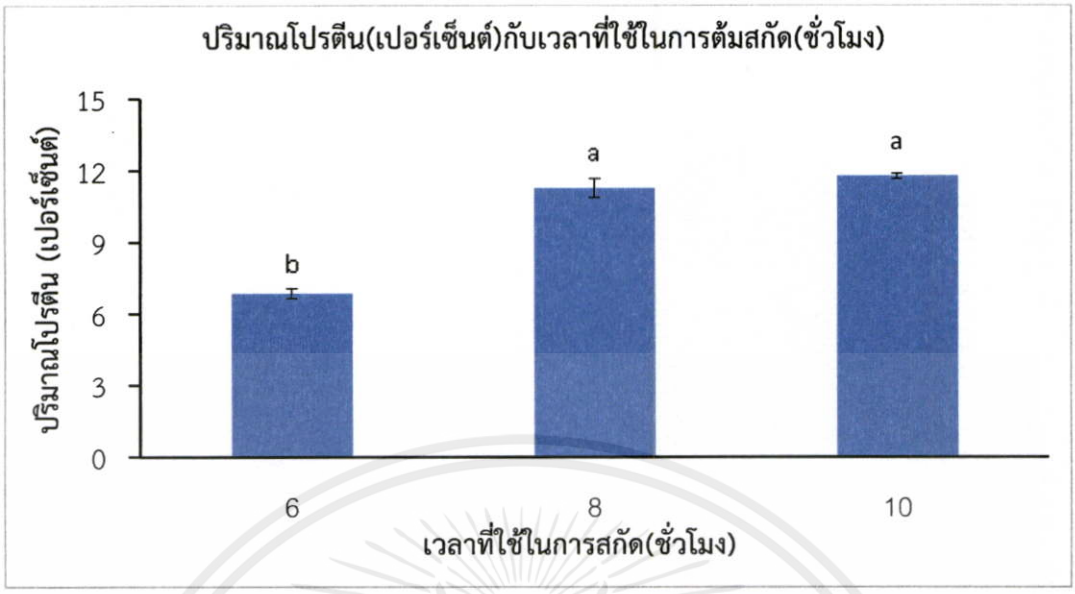
หลังจากซุปปลาสกัดผ่านกระบวนการต้มสกัดแล้วจึงนำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนด้วย kjeldahl method ตามแผนการทดลองเชิงสถิติวิธี Completely Randomized Design (CRD) ผลของปริมาณโปรตีน ของระยะเวลาการต้มสกัดที่ต่างกัน มีผลดังตาราง

ตารางที่ 4.1 ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้ที่เวลาในการสกัด 6, 8 และ 10 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณโปรตีน (%)			ค่าเฉลี่ย	สัดส่วนปลา : น้ำ
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3		
6	6.6365	6.9335	7.0177	6.8626 ± 0.2003^{b}	1 : 5
8	11.5258	10.8206	11.4756	11.2740 ± 0.3935^{a}	1 : 6
10	11.6922	11.8978	11.7352	11.7774 ± 0.1058^{a}	1 : 7

จากตารางที่ 4.1พบว่าปริมาณโปรตีนที่สกัดได้ของเวลาการสกัด 8 และ 10 ชั่วโมง มีปริมาณใกล้เคียงกันซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จึงเลือกการต้มสกัดด้วยเวลา 8 ชั่วโมง เนื่องจากเหตุผลในด้านของต้นทุนการผลิต เชื้อเพลิง และเวลาที่คุ้มค่ามากกว่า และเมื่อพิจารณาในด้านรสชาติ ซุปปลาทูน่าที่สกัดด้วยเวลา 8 ชั่วโมง มีรสชาติดีกว่าซุปปลาทูน่าที่สกัดด้วยเวลา 10 ชั่วโมง เนื่องจากมีรสขมน้อยกว่า รวมทั้งค่าคุณลักษณะต่างๆที่เวลา 8 และ 10 ชั่วโมงมีค่าใกล้เคียงกันมาก จากเหตุผลดังกล่าวจึงเลือกเวลาการต้มสกัดด้วยเวลา 8 ชั่วโมง เป็นเวลาที่ดีที่สุดในการต้มสกัดโปรตีนในการผลิตซุปปลาทูน่าสกัดเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปรตีนกับเวลาที่ใช้ในการต้มสกัด

จากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการต้มสกัดมีผลต่อปริมาณโปรตีนที่แตกต่างกัน โดยที่เวลา 10 ชั่วโมงมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด และที่ 6 ชั่วโมงมีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุด ซึ่งที่เวลาที่ใช้ในการต้มสกัด 8 และ 10 ชั่วโมงมีผลต่อปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกัน และเวลาที่ใช้การต้มสกัด 6 ชั่วโมงมีปริมาณโปรตีนน้อยกว่า 8 และ 10 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 4.1 ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการต้มสกัดเพิ่มขึ้นเนื่องจากให้ความร้อนแก่หม้อต้มแรงดัน น้ำจะต้องแพร่เข้าสู่เนื้อปลาเพื่อสลายพันธะเปปไทด์สกัดได้กรดอะมิโนและเปปไทด์สายสั้นออกมา

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพซุปปลาทูน่าสกัดเข้มข้น

จากการหาเวลาที่เหมาะสมในการต้มสกัดเพื่อให้ได้ซุปโปรตีนสกัดเพื่อให้มีปริมาณโปรตีนเทียบเท่าหรือเกินร้อยละ 8 โดยเวลาที่ศึกษาคือ 6, 8 และ 10 ชั่วโมง นำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนด้วย kjeldahl method และวิเคราะห์คุณภาพได้แก่ การวัดสี ความหนาแน่น ความเป็นกรด-ด่าง และค่าของแข็งที่ละลายได้

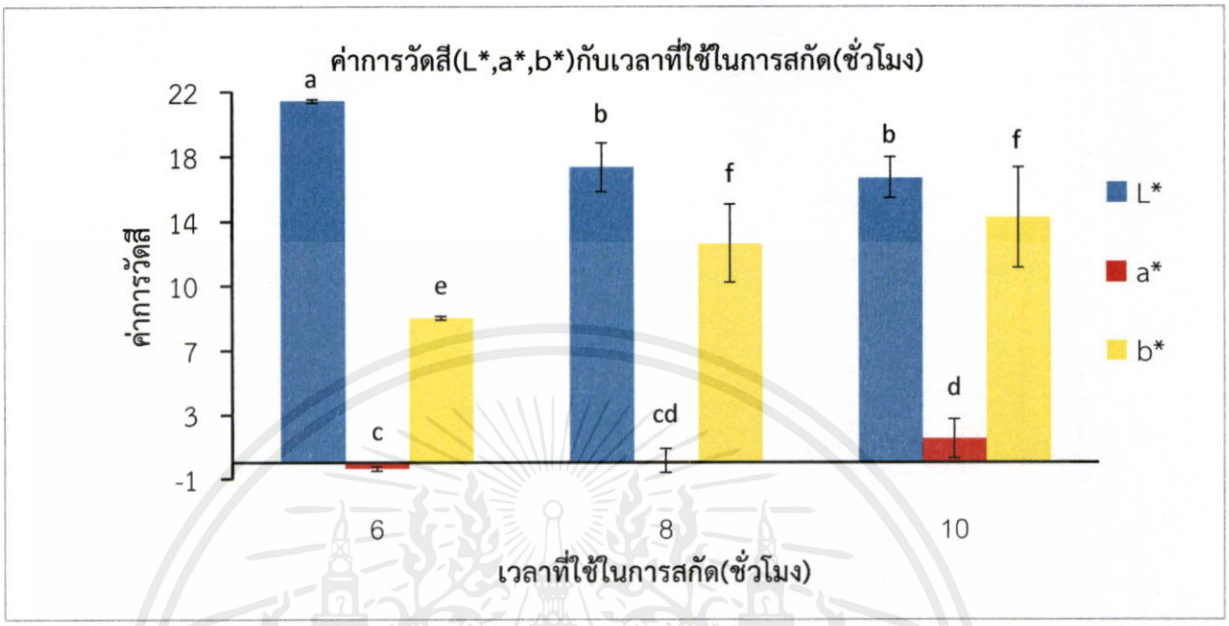
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพซุปปลาสกัดเข้มข้น

เวลา (ชั่วโมง)	วัดสี			ความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	ความเป็นกรด - ด่าง	ของแข็งที่ละลายได้
	L*	a*	b*			
6	21.46 ± 0.11^{a}	-0.36 ± 1.22^{c}	8.61 ± 1.11^{e}	966.77 ± 18.70^{b}	6.51 ± 0.01^{a}	6.80 ± 0.52^{b}
8	17.54 ± 1.44^{b}	0.13 ± 0.71^{cd}	13.03 ± 2.31^{f}	994.83 ± 5.82^{a}	6.43 ± 0.01^{b}	11.10 ± 0.10^{a}
10	16.92 ± 1.11^{b}	1.41 ± 1.16^{d}	14.55 ± 2.96^{f}	1003.96 ± 7.99^{a}	6.38 ± 0.00^{c}	11.63 ± 0.20^{a}

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.2.1ค่าการวัดสี



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการวัดสีกับเวลาที่ใช้ในการสกัด

4.2.1.1 ค่าความสว่าง (L*)

จากการวิเคราะห์ค่าความสว่างพบว่าที่เวลาการต้มสกัด 6 ชั่วโมง มีค่ามากที่สุด และที่เวลา10 ชั่วโมงมีค่าน้อยที่สุด โดยที่เวลา 6 ชั่วโมงมีค่ามากกว่าที่เวลา 8 และ 10 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และค่าความสว่างของซุปปลาสกัดที่เวลาการต้มสกัด 8 และ 10 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกัน

4.2.1.2ค่า a*

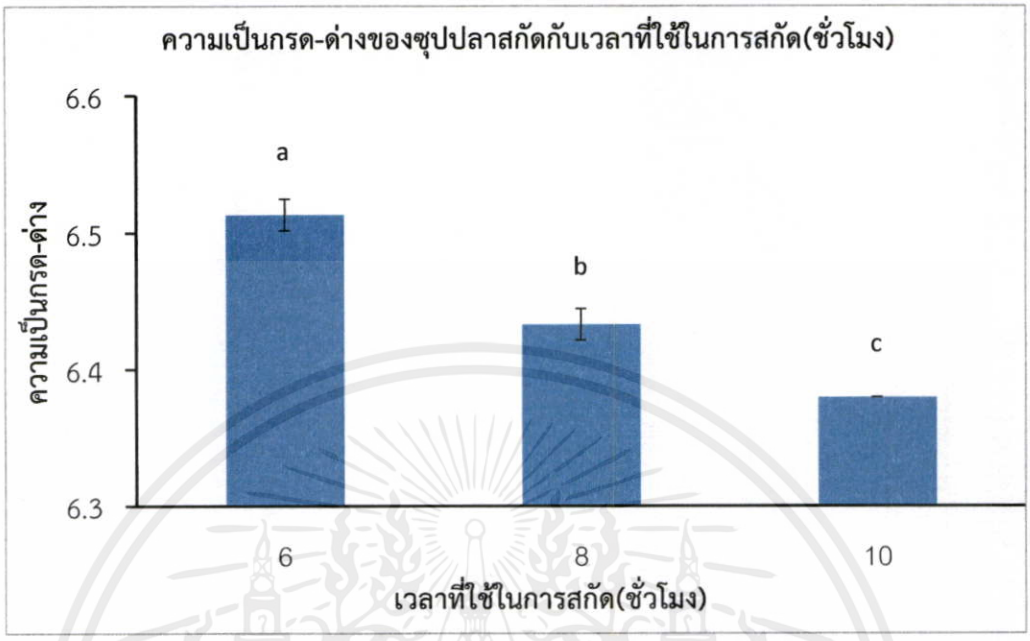
จากการวิเคราะห์ค่าพบว่า ค่า a* ของเวลาการต้มสกัดที่ 6 ชั่วโมงมีค่าน้อยที่สุด และเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ค่า a* จะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่เวลาการต้มสกัด 6 ชั่วโมง กับ 8 ชั่วโมงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เวลาการต้มสกัดที่ 8 ชั่วโมงกับ 10 ชั่วโมง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเวลาการต้มสกัดที่ 6 และ 10 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ความเชื่อมั่น 95%

4.2.1.3ค่า b*

จากการวิเคราะห์ค่าพบว่า ค่า b* ของเวลาการต้มสกัดที่ 6 ชั่วโมง มีค่าน้อยที่สุด และเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ค่า b* จะเพิ่มขึ้น โดยที่เวลาการต้มสกัดที่ 6 ชั่วโมง กับ 8 และ 10 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเวลาการต้มสกัดที่ 8 ชั่วโมง กับ 10 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง

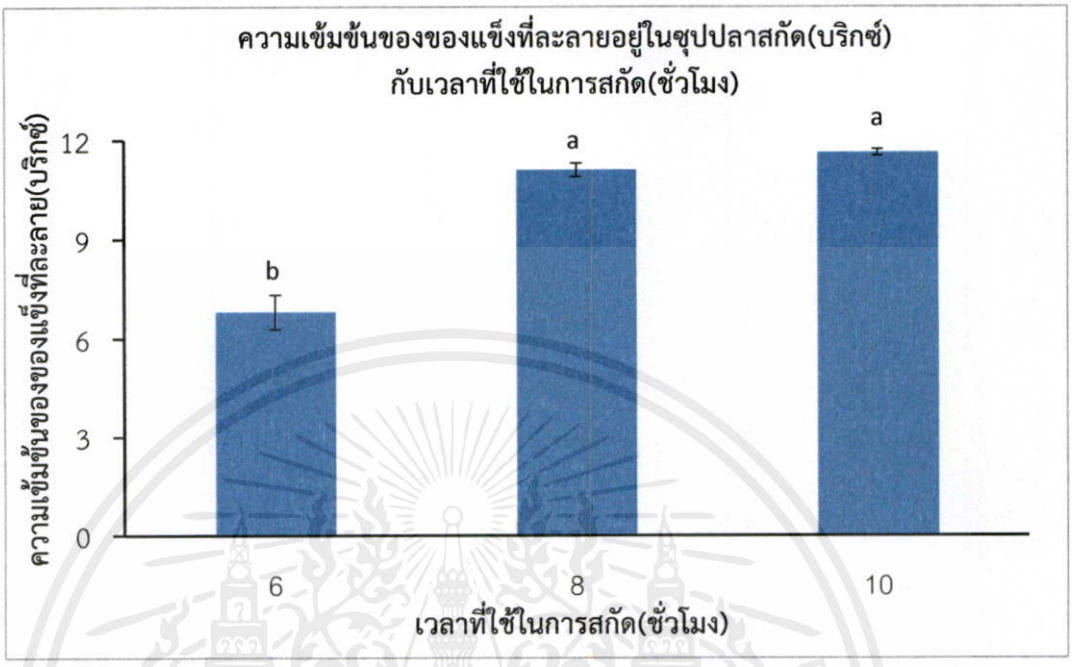


รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่างกับเวลาที่ใช้ในการสกัด

จากการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าที่เวลาการต้มสกัด 6, 8 และ 10 ชั่วโมง มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยที่เวลาการต้มสกัด 6 ชั่วโมงมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงสุด และที่เวลาการต้มสกัด 10 ชั่วโมงมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด ซึ่งจากรูปที่ 4.3พบว่าเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง เนื่องจากให้ความร้อนแก่หม้อต้มแรงดันใช้เวลาในการสกัดมากขึ้น โปรตีนจะถูกย่อยออกมามากทำให้ได้กรดอะมิโนอิสระส่งผลให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

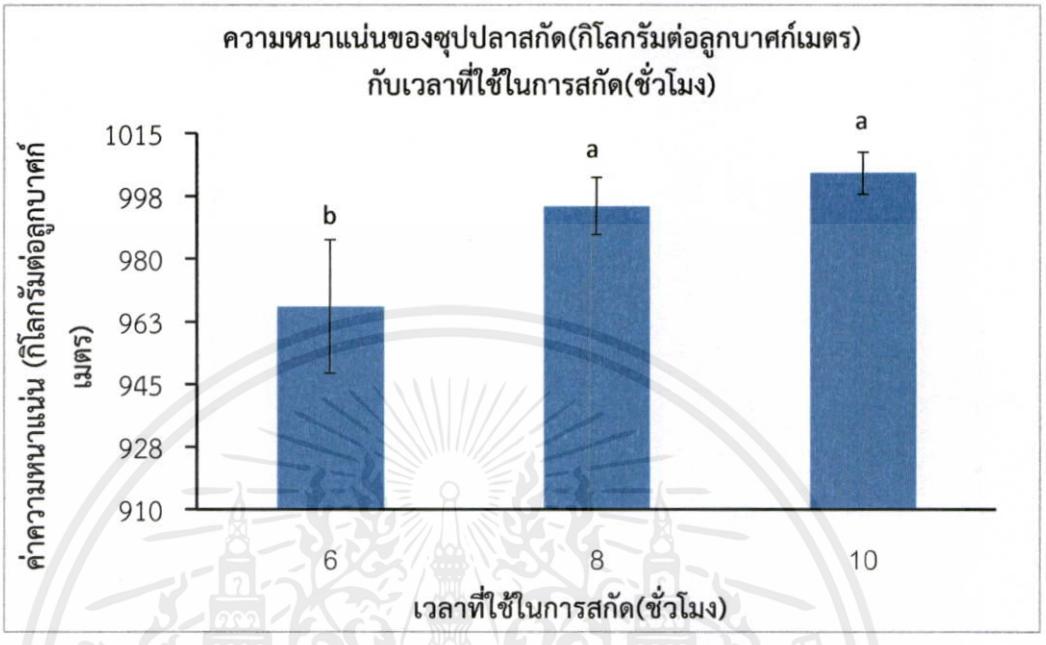


รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้กับเวลาที่ใช้ในการสกัด

จากการวิเคราะห์ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในซุปปลาสกัดพบว่าผลของเวลาการต้มสกัดมีผลต่อค่าของแข็งที่ละลายได้ที่แตกต่างกันโดยที่เวลาการต้มสกัด 10 ชั่วโมง มีค่าของแข็งที่ละลายได้สูงสุด และที่เวลาการต้มสกัด 6 ชั่วโมงมีค่าของแข็งที่ละลายได้ต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังรูปที่ 4.4เนื่องจากเมื่อให้ความร้อนแก่หม้อต้มแรงดัน น้ำระเหยออกไปเป็นไอน้ำทำให้น้ำซุปมีน้ำลดลงส่งผลให้ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำซุปมีค่าเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4ค่าความหนาแน่นรวม



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับเวลาที่ใช้ในการสกัด

จากการวิเคราะห์ความหนาแน่นของซุปปลาสกัดพบว่าผลของเวลาในการต้มสกัดมีผลต่อค่าความหนาแน่นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยที่เวลาการต้มสกัด 10 ชั่วโมงมีค่าความหนาแน่นสูงสุด และที่เวลาการต้มสกัด 6 ชั่วโมงมีค่าความหนาแน่นน้อยที่สุดดังรูปที่ 4.5เนื่องจากเมื่อให้ความร้อนแก่หม้อต้มแรงดันน้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำออกไปจึงทำให้น้ำซุปมีความเข้มข้นมากขึ้นส่งผลให้ค่าความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 การประเมินทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซุปปลาสกัดเข้มข้นที่เวลาการสกัด 8 ชั่วโมง

คุณลักษณะ	คะแนน ±SD	ร้อยละความไม่ชอบ	ระดับความชอบ/ไม่ชอบ
สี	6.08 ± 1.43	12.00	ชอบเล็กน้อย
กลิ่น	5.82 ± 1.65	24.00	เฉยๆ
รสชาติ	5.08 ± 1.86	38.00	เฉยๆ
เนื้อสัมผัส	6.12 ± 1.42	10.00	ชอบเล็กน้อย
ความชอบรวม	5.66 ± 1.62	20.00	เฉยๆ

จากตารางที่ 4.3 แสดงค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซุปปลาสกัดเข้มข้นที่เวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งมีระดับคะแนนของสีเท่ากับ 6.08 คะแนน ระดับความชอบเล็กน้อย ระดับคะแนนของกลิ่นเท่ากับ 5.82 คะแนน ระดับความชอบเฉยๆ ระดับคะแนนของรสชาติเท่ากับ 5.08 คะแนน ระดับความชอบเฉยๆระดับคะแนนของเนื้อสัมผัส 6.12 ระดับความชอบเล็กน้อย ระดับคะแนนของความชอบรวม 5.66 ระดับความชอบเฉยๆ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในครั้งแรก พบว่าคะแนนกลิ่นและรสชาติของซุปปลาสกัดเข้มข้นมีคะแนนอยู่ในระดับความชอบเฉยๆ จึงได้มีการทดลองใส่ใบหม่อน เพื่อปรับกลิ่นและรสชาติของซุปปลาสกัดเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซุปปลาสกัดเข้มข้น 2 ตัวอย่าง ที่เวลาการสกัด 8 ชั่วโมง

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง	คะแนน ±SD	ร้อยละความไม่ชอบ	ระดับความชอบ/ไม่ชอบ
สี	ไม่ใส่ใบหม่อน	6.05 ± 2.89[a]	10.00	ชอบเล็กน้อย
	ใส่ใบหม่อน	5.55 ± 2.58[a]	20.00	เฉยๆ
กลิ่น	ไม่ใส่ใบหม่อน	5.05 ± 5.10[a]	35.00	เฉยๆ
	ใส่ใบหม่อน	5.40 ± 6.04[a]	25.00	เฉยๆ
รสชาติ	ไม่ใส่ใบหม่อน	5.95 ± 4.47[a]	25.00	เฉยๆ
	ใส่ใบหม่อน	4.50 ± 4.47[b]	45.00	ไม่ชอบเล็กน้อย
เนื้อสัมผัส	ไม่ใส่ใบหม่อน	5.80 ± 2.27[a]	20.00	ชอบเล็กน้อย
	ใส่ใบหม่อน	4.85 ± 2.24[a]	35.00	ไม่ชอบเล็กน้อย
ความชอบรวม	ไม่ใส่ใบหม่อน	6.40 ± 2.67[a]	10.00	ชอบเล็กน้อย
	ใส่ใบหม่อน	5.15 ± 4.66[a]	45.00	เฉยๆ

จากตารางที่ 4.4 แสดงค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซุปปลาสกัดเข้มข้นที่เวลา 8 ชั่วโมง2 ตัวอย่างคือตัวอย่างที่ใส่ใบหม่อนและไม่ใส่ใบหม่อน โดยตัวอย่างที่ไม่ใส่ใบหม่อนมีระดับคะแนนของสีเท่ากับ 6.05คะแนน ระดับความชอบเล็กน้อย ระดับคะแนนของกลิ่นเท่ากับ 5.05 คะแนน ระดับความชอบเฉยๆ ระดับคะแนนของรสชาติเท่ากับ 5.95คะแนน ระดับคะแนนของเนื้อสัมผัส 5.80ระดับความชอบเฉยๆ ระดับคะแนนของความชอบรวม 6.40ระดับความชอบเล็กน้อย และตัวอย่างที่ใส่ใบหม่อนมีระดับคะแนนของสีเท่ากับ 5.55คะแนน ระดับความชอบเล็กน้อย ระดับคะแนนของกลิ่นเท่ากับ 5.40คะแนน ระดับความชอบเฉยๆ ระดับคะแนนของรสชาติเท่ากับ 4.50 คะแนน ระดับความชอบไม่ชอบเล็กน้อย ระดับคะแนนของเนื้อสัมผัส 5.80 ระดับความชอบเฉยๆ ระดับคะแนนของความชอบรวม 6.40 ระดับความชอบเล็กน้อยเมื่อลองเทียบคะแนนการทดสอบทางประสัมผัส เมื่อทดลองใส่ใบหม่อนเพื่อลดความคาวของซุปปลาสกัดเข้มข้น และให้ผู้ทดสอบที่ได้มีการฝึกฝนทำการทดลองทางประสาทสัมผัส แต่คะแนนที่ได้มีค่าน้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ได้ใส่ใบหม่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป วิจารณ์ผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาต้นแบบกระบวนการผลิตซุปปลาสกัดเข้มข้นพร้อมดื่มแปรรูปด้วยความร้อนสู่เชิงพาณิชย์ เพื่อการศึกษาหาสูตรมาตรฐานและกรรมวิธีในการผลิตซุปปลาสกัดเข้มข้นที่สามารถเก็บรักษาได้นาน โดยการสกัดโปรตีนภายใต้แรงดันโดยใช้หม้ออัดแรงดัน 85 กิโลปาสคาล ความร้อนโดยเตาไฟฟ้ากำลัง 1800 วัตต์ ซึ่งทำการทดลองเพื่อหาเวลาที่สามารถสกัดโปรตีนจากปลาทูน่าเพื่อให้ได้ปริมาณโปรตีนเทียบเท่าหรือมากกว่าร้อยละ 8 ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่ทำให้ค่า F_0 ไม่ต่ำกว่า 3 นาทีที่เวลา 45 นาที อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ซึ่งวางแผนการทดลองเชิงสถิติแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 1 ตัวแปร ได้แก่ เวลาในการต้มสกัดโปรตีน แบ่งระดับเวลาออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 6, 8 และ 10 ชั่วโมง การทำซ้ำ 3 ครั้ง ประกอบด้วย 9 การทดลองพบว่า

- การเพิ่มเวลาในการต้มสกัดโปรตีนมีผลกับค่าปริมาณโปรตีนเฉลี่ยที่สกัดได้ เนื่องจากเมื่อให้ความร้อนกับโปรตีน สายโพลีเปปไทด์ในโปรตีนจะคลายตัวทำให้ได้กรดอะมิโนออกมาอยู่ในสารละลายที่เป็นน้ำเมื่อเวลาในการสกัดเพิ่มขึ้นจึงทำให้สามารถสกัดโปรตีนออกมาได้มากขึ้นเช่นกัน

- ค่าการวัดสีมีผลกับเวลาในการต้มสกัดคือ ค่า L* ที่เวลาในการต้มสกัดเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่างลดลง ค่า a* ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงของสีเขียวไปสีแดงพบว่าการเพิ่มเวลาในการต้มสกัดส่งผลให้มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และค่า b* เป็นค่าแสดงสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นสีเหลือง พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการต้มสกัดเพิ่มขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่าสีสรุปโดยรวมคือ มีความเป็นเฉดสีเหลืองค่อนข้างมาก เฉดสีเขียวเล็กน้อย และมีความสว่างเล็กน้อย

- ค่าความเป็นกรด-ด่างของซุปปลาสกัดเข้มข้น มีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้เวลาในการสกัดเพิ่มขึ้นคือมีค่าความเป็นกรดมากขึ้น

- ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total soluble solid) พบว่าเมื่อเวลาในการต้มสกัดเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้มีค่าเพิ่มขึ้น

- ค่าความหนาแน่นรวม (Bulk density) มีผลโดยเมื่อเวลาในการต้มสกัดเพิ่มขึ้นค่าความหนาแน่นรวมมีค่าเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาผลของการต้มสกัดโปรตีนที่เวลาต่างๆกัน มีผลต่อคุณลักษณะของซุปปลาสกัดที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที พบว่าเวลาที่ใช้ในการต้มสกัด 8 ชั่วโมง ให้ผลเป็นที่ยอมรับมากที่สุด ทั้งด้านคุณลักษณะต่างๆและการประเมินทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาวิธีการใช้งานและมีความชำนาญของเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลองให้มากกว่านี้

5.2.2 การทดลองขั้นตอนต่างๆควรมีการทำงานที่ต่อเนื่อง ไม่ควรเว้นช่วงระยะเวลาของแต่ละกระบวนการมากเกินไป

5.2.3 ในการขยายระ ดับการทดลอง แหล่งความร้อนที่ให้แก่หม้อต้มแรงดันควรจะสามารถควบคุมระดับความร้อนให้คงที่ตามกำหนดได้

รูปที่ 5.1 ขั้นตอนการขยายระดับการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข จ.นนทบุรี. 2550. ปลา-อาหารคู่ชีวิต. สืบค้นจาก http://nutrition.anamai.moph.go.th/temp/main/view.php?group=2&id=122. (20/11/57) ปาลิต

คำนวณศิลป์.2552.พฤติกรรมการบริโภคอาหารเสริมของนักศึกษาคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ :1

รศ.ดร.มนัส พงศ์ชัยเดชา. 2010. การทบทวนผลวิจัยอาหารฟังก์ชั่นซุปไก่สกัดกับการทำงานของสมอง. FoodVol 40 No.1 : 46-48

จริยา สุมนะกุล, เจนจิรา มหาสุข, ทิพย์สุดา เศรษฐบุญพงษ์.2012. บทคัดย่อ. ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อพฤติกรรมผู้บริโภคแบรนด์ซุปไก่สกัด.

ปัญชลีสังขรัตน์. 2011. บทนำ. การรับรู้ข้อมูลจากการสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการ และรูปแบบการดำเนินชีวิตที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ (Funtional Drink) ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร : 1-2

เปรมวดีเทพวงศ์, ผลของเอนไซม์ทรานส์กลูทามิเนสจากจุลินทรีย์ต่อคุณสมบัติของเจลซูริมิที่ผลิตจากปลาแป้น (Leiognathus spp.) (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(ผลิตภัณฑ์ประมง) สาขาผลิตภัณฑ์ประมง ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2548), 27-28

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2556. การทำให้ปลอดเชื้อเพื่อการค้า (Commercial Sterilization) .สืบค้นจากhttp://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0508/sterilization-commercial-การฆ่าเชื้อทางการค้า (18/11/57)

ไพโรจน์วิริยจารี.2545.การประเมินทางประสาทสัมผัส(Sensory Evaluation).การทดสอบความชอบหรือการยอมรับรวมของผู้บริโภค : 218-220

ยุพาบุญมี. 2550. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตปลาอบสมุนไพรกึ่งแห้งจากปลาโอลาย. วิทยานิพนธปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตร

สุปราณีมนูรักษ์ชินากร,ม.ป.ป."โปรตีนในเนื้อสัตว์" ใน โปรตีนในอาหาร,(สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์)

สุมาลัย ศรีกำไลทอง, วิไลวรรณ พิทยานุกูล, วุฒิกฤษจิรภัทรสุนทร และศรีศักดิ์ตรังวัชรกุล. 2546. ซุปปลาสกัดเข้มข้นและพร้อมดื่มจากน้ำนึ่งปลาของอุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง (Concentrated fish extract and ready todrink fish extract from fish boiling water of tunacanning industry). การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 40 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร : 251-257

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 1986. เนื้อไก่. ไข่และเนื้อไก่ :222-248

สมศักดิ์วรคามิน .2550.บทที่2 เอนไซม์ย่อยอาหาร.เอนไซม์กุญแจแห่งชีวิต:46

อนุสรณ์เชิดทอง. ม.ป.ป.บทที่ 3 โปรตีนและกรดอะมิโน : 18-34 สืบค้นจากhttp://ag2.kku.ac.th/eLearning. (10/05/58)

อภิญญา เจริญกูล. 2553. บทที่ 3 การทำให้อาหารเข้มข้น.การแปรรูปอาหารเบื้องต้น :56-63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A NATIONALDRINKING WATER CLEARING HOUSEFACT SHEET. 1999. Membrane Filtration. TechBrief : 2-3

Farrall A.W. 1952. Dairy engineering. JOHN WILEY & SONS, Inc., New York

Hui-Chun Wu AND Chyuan-Yuan Shiau. 2002.Proximate Composition, Free Amino Acids andPeptides Contents in Commercial Chicken andOther Meat Essences. Journal of Food and DrugAnalysis, Vol.10, No.3 : 170 – 177

J.E. Park, C.S. Chia, B.J. Sim, H. Nagai, J.H. Sohn.2008. Effect of chicken essence intake onselective attention: An fMRI study. InternationalJournal of Psychophysiology 69: 271

Mc Cabe, W.L., J.C. Smith, and P. Harriott, P. 2001. Unit operations of chemical engineering. 6th ed. McGraw-Hill Companies, Inc., New York.

National Presto Industries, Inc. 2009. Pressure Cookers : 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลที่ได้จากการการทดลองคุณภาพซุปปลาสกัดเข้มข้นพร้อมดื่ม

- การวัดสี
- ค่า pH
- ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้
- ค่าความหนาแน่นรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ผลการวัดสีของซุปปลาทูน่าสกัดเข้มข้น

เวลาในการต้มสกัด (ชั่วโมง)	ซ้ำที่	L*	a*	b*
6	1	21.51	-0.23	8.64
	2	18.30	-1.28	8.36
	3	18.39	-0.83	6.48
8	1	18.68	0.48	10.30
	2	16.41	0.60	10.42
	3	18.68	0.40	10.27
10	1	15.80	2.68	16.96
	2	17.66	1.47	12.60
	3	16.29	1.15	16.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ผลค่าความเป็นกรด-ด่างของซุปปลาทูน่าสกัดเข้มข้น

เวลาในการต้มสกัด (ชั่วโมง)	หมายเลขตัวอย่าง	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
6	1	6.5
	2	6.52
	3	6.52
8	1	6.38
	2	6.38
	3	6.38
10	1	6.41
	2	6.39
	3	6.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ผลค่าความเข้มข้นของแข็งที่ละลายได้ของซุปปลาสกัดทูน่าสกัดเข้มข้น

เวลาในการต้มสกัด (ชั่วโมง)	หมายเลขตัวอย่าง	ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)
6	1	7.2
	2	7.0
	3	6.2
8	4	11.1
	5	11.2
	6	11.0
10	7	11.4
	8	11.7
	9	11.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นรวมของซุปปลาทูน่าสกัดเข้มข้น

เวลาในการต้มสกัด (ชั่วโมง)	หมายเลขตัวอย่าง	ความหนาแน่น (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
6	1	982.9630
	2	946.2963
	3	971.0714
8	1	990.7500
	2	992.2500
	3	1001.5000
10	1	996.9231
	2	1002.3077
	3	1012.6582

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

- ตารางแสดงค่าทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

Protien

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	(Combined)		43.870	2	21.935	319.274	.000
	Linear Term	Contrast	36.233	1	36.233	527.397	.000
		Deviation	7.636	1	7.636	111.152	.000
Within Groups			.412	6	.069		
Total			44.282	8			

Multiple Comparisons

Dependent Variable:Protien

	(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	6	8	-4.4114333*	.2140129	.000	-4.935104	-3.887763
		10	-4.9148333*	.2140129	.000	-5.438504	-4.391163
	8	6	4.4114333*	.2140129	.000	3.887763	4.935104
		10	-.5034000	.2140129	.057	-1.027071	.020271
	10	6	4.9148333*	.2140129	.000	4.391163	5.438504
		8	.5034000	.2140129	.057	-.020271	1.027071

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Protien

	Time	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan[a]	6	3	6.862567	
	8	3		1.127400E1
	10	3		1.177740E1
	Sig.		1.000	.057

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

Lightness

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	(Combined)		36.453	2	18.227	15.462	.004
	Linear Term	Contrast	31.008	1	31.008	26.305	.002
		Deviation	5.445	1	5.445	4.619	.075
Within Groups			7.073	6	1.179		
Total			43.526	8			

Multiple Comparisons

Dependent Variable:Lightness

	(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	6	8	3.9233333*	.8864870	.004	1.754178	6.092489
		10	4.5466667*	.8864870	.002	2.377511	6.715822
	8	6	-3.9233333*	.8864870	.004	-6.092489	-1.754178
		10	.6233333	.8864870	.508	-1.545822	2.792489
	10	6	-4.5466667*	.8864870	.002	-6.715822	-2.377511
		8	-.6233333	.8864870	.508	-2.792489	1.545822

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lightness

	Time	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan[a]	10	3	1.692000E1	
	8	3	1.754333E1	
	6	3		2.146667E1
	Sig.		.508	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

a*

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	(Combined)		4.735	2	2.368	4.321	.081
	Linear Term	Unweighted	4.735	1	4.735	8.641	.032
		Weighted	4.735	1	4.735	8.641	.032
		Deviation	.001	1	.001	.001	.977
Within Groups			2.740	5	.548		
Total			7.475	7			

Multiple Comparisons

Dependent Variable:a

	(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	6	8	-.9066667	.6757547	.237	-2.643749	.830416
		10	-1.7766667*	.6044134	.032	-3.330361	-.222973
	8	6	.9066667	.6757547	.237	-.830416	2.643749
		10	-.8700000	.6757547	.254	-2.607083	.867083
	10	6	1.7766667*	.6044134	.032	.222973	3.330361
		8	.8700000	.6757547	.254	-.867083	2.607083

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

a*

	Time	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan[a]	6	3	-.366667	
	8	2	.540000	.540000
	10	3		1.410000
	Sig.		.224	.240

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.571.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b*

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	(Combined)		57.111	2	28.556	6.046	.036
	Linear Term	Contrast	52.925	1	52.925	11.206	.015
		Deviation	4.186	1	4.186	.886	.383
Within Groups			28.337	6	4.723		
Total			85.448	8			

Multiple Comparisons

Dependent Variable:b

	(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	6	8	-4.4166667*	1.7744086E0	.047	-8.758488	-.074845
		10	-5.9400000*	1.7744086E0	.015	-10.281821	-1.598179
	8	6	4.4166667*	1.7744086E0	.047	.074845	8.758488
		10	-1.5233333	1.7744086E0	.424	-5.865155	2.818488
	10	6	5.9400000*	1.7744086E0	.015	1.598179	10.281821
		8	1.5233333	1.7744086E0	.424	-2.818488	5.865155

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

b*

	Time	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan[a]	6	3	8.613333	
	8	3		1.303000E1
	10	3		1.455333E1
	Sig.		1.000	.424

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

bulkdensity

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	(Combined)	2253.320	2	1126.660	7.548	.023
	Linear Contrast	2074.209	1	2074.209	13.896	.010
	Term Deviation	179.111	1	179.111	1.200	.315
Within Groups		895.586	6	149.264		
Total		3148.906	8			

Multiple Comparisons

Dependent Variable:bulkdensity

	(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	6	8	-28.0564333*	9.9754472E0	.031	-52.465473	-3.647393
		10	-37.1861000*	9.9754472E0	.010	-61.595140	-12.777060
	8	6	28.0564333*	9.9754472E0	.031	3.647393	52.465473
		10	-9.1296667	9.9754472E0	.395	-33.538707	15.279373
	10	6	37.1861000*	9.9754472E0	.010	12.777060	61.595140
		8	9.1296667	9.9754472E0	.395	-15.279373	33.538707

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

bulkdensity

	Time	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan[a]	6	3	9.667769E2	
	8	3		9.948333E2
	10	3		1.003963E3
	Sig.		1.000	.395

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

pH

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	(Combined)		.027	2	.014	110.545	.000
	Linear Term	Contrast	.027	1	.027	218.182	.000
		Deviation	.000	1	.000	2.909	.139
Within Groups			.001	6	.000		
Total			.028	8			

Multiple Comparisons

Dependent Variable:pH

	(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	6	8	.0800000*	.0090267	.000	.057912	.102088
		10	.1333333*	.0090267	.000	.111246	.155421
	8	6	-.0800000*	.0090267	.000	-.102088	-.057912
		10	.0533333*	.0090267	.001	-.031246	.075421
	10	6	-.1333333*	.0090267	.000	-.155421	-.111246
		8	-.0533333*	.0090267	.001	-.075421	-.031246

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

pH

	Time	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Duncan[a]	10	3	6.380000E0		
	8	3		6.433333E0	
	6	3			6.513333E0
	Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

Total soluble solid

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	(Combined)	42.136	2	21.068	189.610	.000
	Linear Term: Contrast	35.042	1	35.042	315.375	.000
	Linear Term: Deviation	7.094	1	7.094	63.845	.000
Within Groups		.667	6	.111		
Total		42.802	8			

Multiple Comparisons

Dependent Variable:totlesolublesolid

	(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	6	8	-4.3000000*	.2721655	.000	-4.965965	-3.634035
		10	-4.8333333*	.2721655	.000	-5.499298	-4.167368
	8	6	4.3000000*	.2721655	.000	3.634035	4.965965
		10	-.5333333	.2721655	.098	-1.199298	.132632
	10	6	4.8333333*	.2721655	.000	4.167368	5.499298
		8	.5333333	.2721655	.098	-.132632	1.199298

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

totlesolublesolid

	Time	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan[a]	6	3	6.800000	
	8	3		1.110000E1
	10	3		1.163333E1
	Sig.		1.000	.098

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

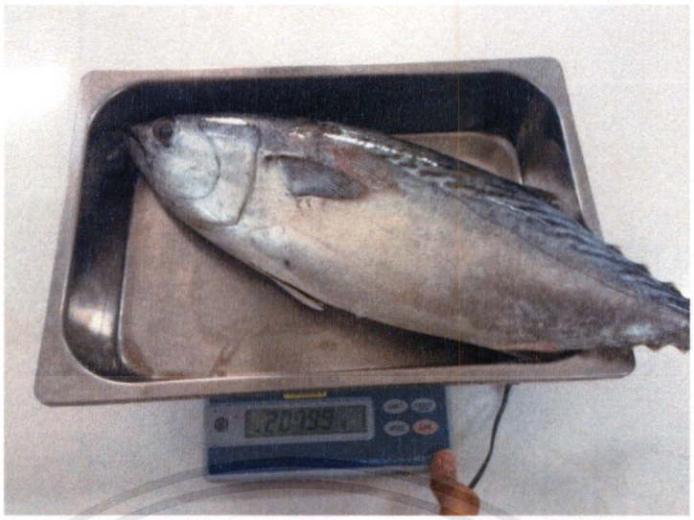
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

- รูปวัสดุและอุปกรณ์
- รูปผลิตภัณฑ์
- รูปการขยายระดับการทดลอง
- การเข้าพบผู้ประกอบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 ปลาทูน่า

รูปที่ ค.2 ปลาทูน่าหลังการตัดแต่ง

รูปที่ ค.3 ปลาทูน่าเมื่อถูกบรรจุ

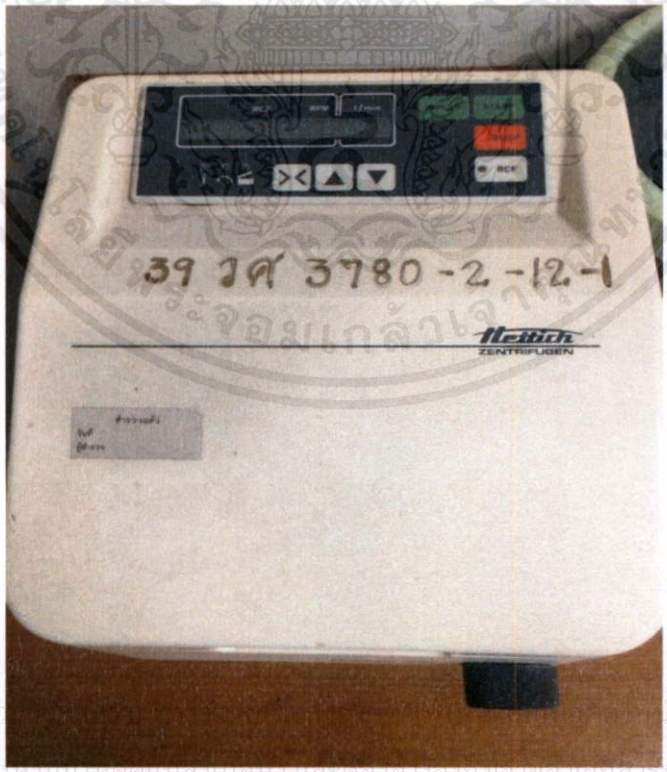
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.4 หม้อต้มแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.5 เตาไฟฟ้า

รูปที่ ค.6 เครื่องเหวี่ยงแยกไขมัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน ำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

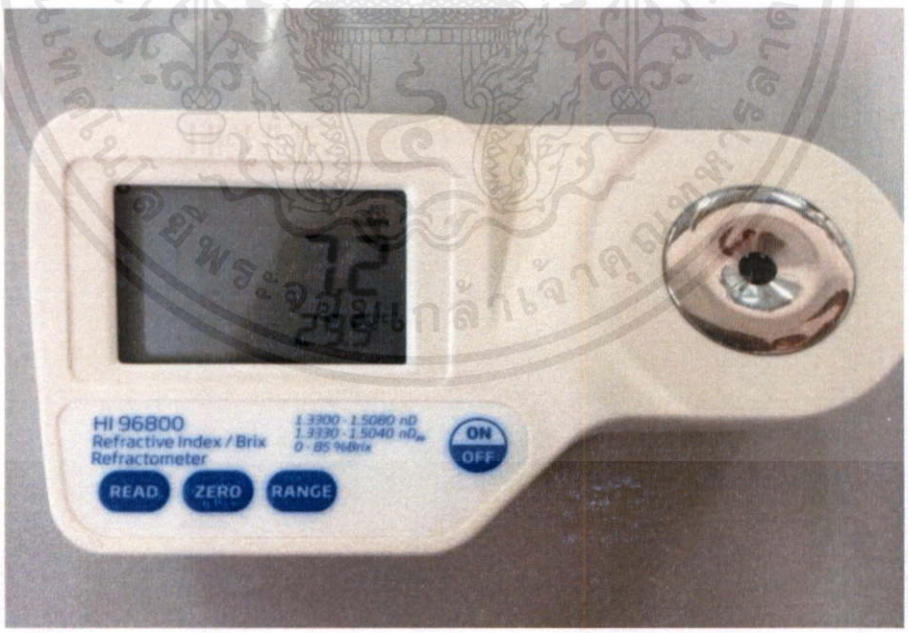
รูปที่ ค.7 เครื่องเหวี่ยงแยกไขมัน

รูปที่ ค.8 เครื่องฆ่าเชื้อ

รูปที่ ค.9 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.10 เครื่องวัดสี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.11 เครื่องวัดค่าของแข็งที่ละลายได้

รูปที่ ค.12 ผลิตภัณฑ์

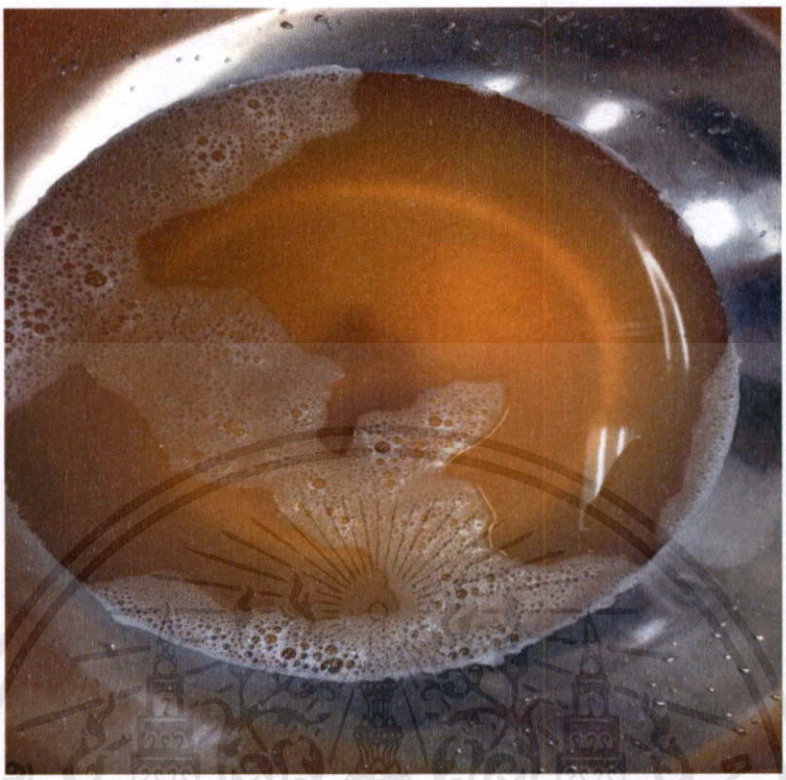
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.13 หม้อต้มสกัดในระดับการขยายการทดลอง

รูปที่ ค.14 การต้มสกัดในระดับขยายการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกส[illegible]ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.15 การต้มสกัดในระดับขยายการทดลอง



รูปที่ ค.16 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากระดับขยายการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.17 เข้าพบผู้ประกอบการ

ภาคผนวก ง

- แบบประเมินทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

รหัสตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 74

ผู้ชิมลำดับที่ 1 วันที่ทดสอบ 1 พฤษภาคม 2558

สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ซุปปลาสกัดเข้มข้นพร้อมดื่ม

ชื่อ.....อายุ.....เพศ.....

คำแนะนำ : 1.กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้

1 = ไม่ชอบมากสุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

ลักษณะ	รหัส
	73
1. สี	
2. กลิ่น	
3. รสชาติ	
4. เนื้อสัมผัส	
5. ความชอบรวม	

ข้อเสนอแนะ

_____

_____

_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้