



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาระบบการแปรูปปลิงทะเลด้วยความร้อน

(THERMAL PROCESSING FOR CANNED SEA CUCUMBER)

โดย

นางสาว ดวงพร สามัคคีธะ

นางสาว อากาศณ์ ฉายาสุดบุตร

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

ACC. NO.....	16 ส.ค. 2537
Date Received.....	
Call No.....	

[Signature]
 23, 3, 37
 (พ.ศ. เอกฉัตรณ์ สุรจักษ์พิสิษฐ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

[Signature]

(*[Signature]*)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 29 เดือน 12 พ.ศ. 37

7 ส.ค. 2541

นพ.
๑๕117
๒๕๓๖

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษากระบวนการแปรรูปปลิงทะเลด้วยความร้อน
Thermal Processing for Canned Sea Cucumber



นางสาว ดวงพร สำนัคดียะ
นางสาว อากาศกรณ์ ฉายาสุตบุตร

ป/พ.
๑๒๑๑๗
๒๕๓๗

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....๑๒๑๑๗
วัน,เดือน,ปี..... 4 JUN 2009

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. ๒๕๓๗

ดวงพร สามีตติยะ และ อภาภรณ์ ฉายาสุตบุตร. 2537. : การศึกษากระบวนการแปรรูป
ปลิงทะเลด้วยความร้อน (THERMAL PROCESSING FOR CANNED SEA CUCUMBER). ภาควิชา
อุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. เขาวัลักษณ์ สุรพันธ์พิษฐ์, 65 หน้า.

ปลิงทะเลที่จำหน่ายในท้องตลาดส่วนใหญ่อยู่ในรูปผลิตภัณฑ์ตากแห้ง การนำมาปรุง
อาหารต้องใช้เวลาในการต้มเคี่ยวนานเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อนุ่ม เหมาะแก่การบริโภค
ผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูปเป็นสิ่งที่เหมาะสมต่อสภาพสังคมปัจจุบัน เพื่อให้การประกอบอาหาร
รวดเร็วขึ้น การผลิตปลิงทะเลกระป๋องสามารถทำได้โดย นำวัตถุดิบ คือ ปลิงทะเลตากแห้ง มา
ล้างน้ำ และบรรจุในสารละลายน้ำเกลือความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ไล่อากาศจนอุณหภูมิกึ่งกลาง
กระป๋องเป็น 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 15 นาที ปิดผนึก และนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121
องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ภายหลังจากทำให้เย็น และเก็บไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์
ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีปริมาณความชื้น 80.55 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 1.28 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 14.18
เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.99 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรต 3.00 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักเปียก
ผลิตภัณฑ์มีของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 70 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.00 สีของ
น้ำเกลือเมื่อเปรียบเทียบกับจากแผ่นเทียบสีมาตรฐานของมินเชลในชุด Greyed brown มีค่า 199B
ซึ่งเป็นสีน้ำตาลอ่อน คุณภาพในด้านสี กลิ่น และเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การตรวจสอบ
ทางจุลินทรีย์ไม่พบเชื้อ Clostridium sp. และเชื้อแฟลตซาวร์ชนิดมีโซฟิลิก (Mesophilic
flat sour)

ดวงพร สามีตติยะ :

อภาภรณ์ ฉายาสุตบุตร

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

วัน เดือน ปี

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ. เขาวัลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์ ผศ. ดร. วรารุณี ครุสัง และ ผศ. ดร. วุฒิชัย นาครักษา โดยท่านได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนการตรวจแก้ไขเพื่อให้รายงานฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณโรงงานที่ช่วยอนุเคราะห์ปลิงทะเลตากแห้ง ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการแปรรูป

ขอขอบคุณคุณแม่ น้อง ๆ และเพื่อน ๆ ที่ช่วยให้อำลางใจ และมีส่วนร่วมให้ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านโดยเฉพาะพี่ชะนะ กลิ่นหอม ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการปฏิบัติการ

นางสาว ดวงพร สามีตฤณะ

นางสาว อากาศร์ณิ ฉายาสู่ตบุตร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตารางผนวก	ซ
สารบัญรูปผนวก	ญ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
3. อุปกรณ์และวิธีทดลอง	17
4. ผลการทดลอง	21
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	29
เอกสารอ้างอิง	30
ภาคผนวก	32
ประวัติผู้เขียน	65

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	แสดงผลการวิเคราะห์หาโปรตีน ความชื้น เถ้า ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ของปลิงทะเล (หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์)	3
2.	แสดงปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นในปลิงทะเล	4
3.	เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของส่วนที่กินได้ของปลา และสัตว์น้ำบางชนิดของไทย กับปลิงทะเล	5
4.	แสดงปริมาณและมูลค่าการนำเข้าของปลิงทะเลตากแห้ง ปี 2530-2534	6
5.	แสดงลักษณะปรากฏของปลิงทะเลกระป๋อง ภายหลังจากผ่านการเตรียมวัตถุดิบโดยใช้ปลิงทะเลตากแห้งไม่แช่น้ำ และแช่น้ำที่เวลาแตกต่างกัน	21
6.	แสดงผลของชนิดของสารละลายที่ใช้บรรจุปลิงทะเลกระป๋อง	22
7.	แสดงคุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋อง	25
8.	แสดงคุณลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋อง	26
9.	แสดงคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋องและปลิงทะเลสด ที่นำมาปรุงอาหาร (ปลิงทะเลน้ำแดง)	27
10.	แสดงคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋องและปลิงทะเลสด ที่ไม่นำมาปรุงอาหาร	28

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.	แสดงวิธีทำ Double seam	12
2.	แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์เมื่อบรรจุในน้ำเกลือ 1 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเก็บไว้ 1 สัปดาห์	23
3.	แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์เมื่อบรรจุในน้ำเกลือ 1 เปอร์เซ็นต์ และกรดซิตริก 3 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเก็บไว้ 1 สัปดาห์	24

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
ค.1 แสดงอุณหภูมิ และเวลาของจุดที่ร้อนขึ้นที่สุดของกระป๋องทั้งสามและค่าเฉลี่ย หน่วยเป็นองศาฟาเรนไฮต์	36
ค.2 แสดงค่า F_1 เมื่อ $F_{250} = 1$ (อุณหภูมิ 212 - 260 องศาฟาเรนไฮต์)	43
ฉ.1 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสี ของเนื้อปลิงที่ได้จากการนำปลิงทะเลกระป๋อง และปลิงทะเลสดมาปรุงอาหาร	52
ฉ.2 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่น ของเนื้อปลิงที่ได้จากการนำปลิงทะเลกระป๋อง และปลิงทะเลสดมาปรุงอาหาร	53
ฉ.3 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส ของเนื้อปลิงที่ได้จากการนำปลิงทะเลกระป๋อง และปลิงทะเลสดมาปรุงอาหาร	53
ฉ.4 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านความชอบโดยรวมของเนื้อปลิงที่ได้จากการนำปลิงทะเลกระป๋องและปลิงทะเลสดมาปรุงอาหาร	54
ฉ.5 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสี ของเนื้อปลิงที่ได้จากการนำปลิงทะเลกระป๋อง และปลิงทะเลสดมาต้มให้ความร้อนโดยไม่ได้ปรุงเป็นอาหาร	55
ฉ.6 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่น ของเนื้อปลิงที่ได้จากการนำปลิงทะเลกระป๋อง และปลิงทะเลสดมาต้มให้ความร้อนโดยไม่ได้ปรุงเป็นอาหาร	55
ฉ.7 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส ของเนื้อปลิงที่ได้จากการนำปลิงทะเลกระป๋อง และปลิงทะเลสดมาต้มให้ความร้อนโดยไม่ได้ปรุงเป็นอาหาร	56

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่

หน้า

- ๗.๘ การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านความชอบโดยรวม
ของเนื้อมาลงที่ได้จากการนำปลิงทะเลกระป๋องและปลิงทะเล
สดมาต้มให้ความร้อนโดยไม่ได้ปรุงเป็นอาหาร

57

สารบัญรูปผนวก

รูปที่		หน้า
ค.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อน ในกระบวนการแปรรูปปลิงทะเลกระป๋อง	39
ค.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และเวลาในการทำให้เย็น ในกระบวนการแปรรูปปลิงทะเลกระป๋อง	40
ค.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง r กับ $\log g$	44
ค.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง f_u/U กับ $\log g$ ที่ $m+g=160^\circ\text{F}$	45
ช.1	แสดงปลิงทะเลตากแห้งที่ใช้เป็นวัตถุดิบ	58
ช.2	แสดงการล้างวัตถุดิบ	59
ช.3	แสดงการบรรจุปลิงทะเลตากแห้งลงในน้ำเกลือ 1 เปอร์เซ็นต์	60
ช.4	แสดงการได้อากาศ	61
ช.5	แสดงการปิดผนึกกระป๋อง	62
ช.6	แสดงการฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน	63
ช.7	แสดงการทำให้เย็น	64

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันปลิงทะเลได้รับความนิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในหมู่ชาวจีน ปลิงทะเลสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด เช่น ปลิงทะเลน้ำแดง ปลิงทะเลผัดแห้ง เป็นต้น การบริโภคปลิงทะเลจะทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารไม่แตกต่างจากการบริโภคอาหารทะเลชนิดอื่น นอกจากนั้นปลิงทะเลยังมีโปรตีนบางชนิด ซึ่งมีความสำคัญต่อการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ดังนั้นการบริโภคปลิงทะเลก็นับว่าให้ประโยชน์ต่อร่างกายได้ ปลิงทะเลที่วางขายโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของปลิงทะเลตากแห้ง ซึ่งต้องเสียเวลาในการต้มเคี่ยวเป็นเวลานาน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อนุ่มเหมาะแก่การบริโภค ดังนั้นเพื่อเป็นการประหยัดเวลาและพลังงานที่ต้องสูญเสียไปในการคั้นรูปปลิงทะเลตากแห้ง จึงทำการศึกษาการผลิตปลิงทะเลกระป๋อง ซึ่งทำให้ได้ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่เนื้อนุ่ม สามารถนำมาประกอบอาหารได้ทันที และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เมื่อทำการปรับปรุงให้มีคุณภาพดีจะสามารถทำการผลิตเพื่อเป็นสินค้าออกของประเทศได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. ศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิตปลิงทะเลกระป๋อง จากปลิงทะเลตากแห้ง
2. ศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋องทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์
3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋อง

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

ปลิงทะเล

ปลิงทะเล เป็นสัตว์น้ำเค็มชนิดหนึ่ง ไม่มีกระดูกสันหลัง จัดอยู่ใน Phylum Echinodermata Class Holothuroidea ลักษณะของปลิงทะเลโดยทั่วไปมีรูปร่างทรงกระบอก ราวคล้ายถุง มีปากและช่องขับถ่ายอยู่ที่ปลายส่วนหัวและหาง รอบ ๆ ปากมีหนวด (Tentacles) ซึ่งจะมีจำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของปลิงทะเล ผิวตัวของปลิงทะเลอาจจะนุ่ม มีลักษณะบางโปร่งแสงหรือหนาทึบแสง บางชนิดผิวเรียบ แต่ปกติจะมีปุ่มยื่นออกมาคล้ายหูด ที่บริเวณผิวหนังจะมีสปีคูล (Spicules) ซึ่งเป็นแผ่นโครงร่าง (Skeletal plates) ลักษณะของสปีคูลใช้ในการจำแนกชนิดของปลิงทะเล ซึ่งแต่ละชนิดจะมีสปีคูลแตกต่างกันออกไป

ปลิงทะเลที่สามารถนำมารับประทานได้มี 2 สกุล (Species) 6 ชนิด (Genus) คือ Holothuria scabra เรียกกันทั่ว ๆ ไปว่า ปลิงขาว หรือปลิงดำ

H. argus

H. marmorata

H. atra

H. spinifera

Serchopus variegatus

ชนิดที่นิยมนำมารับประทาน และมีขายตามท้องตลาดในสภาพปลิงตากแห้ง คือ Holothuria scabra ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณกรดอะมิโนจำเป็น (Essential amino acid) ในปลิงทะเลทั้ง 6 ชนิด แสดงดังตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์หาโปรตีน ความชื้น เถ้า ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตของ
ปลิงทะเล (หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์)

ชนิดของปลิงทะเล	โปรตีน	ความชื้น	เถ้า	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต
<u>Holothuria scabra</u>	11.4001	86.3246	1.6896	0.0026	0.5830
(ปลิงดำ)					
<u>H. scabra</u> (ปลิงขาว)	10.4898	78.7716	5.0802	0.0430	5.6154
<u>H. marmorata</u>	11.9680	81.5826	5.0322	0.3118	1.1118
<u>H. atra</u>	5.8445	90.8248	2.1196	0.2456	1.0653
<u>H. spinifera</u>	6.2930	84.1454	6.5057	1.7010	1.4550
<u>H. argus</u>	8.1097	82.1265	5.8693	0.2800	3.3614

ที่มา : มัทนา (2523)

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นในปลิงทะเล

ชนิดของปลิงทะเล	อาร์จินีน	ฮีสติดีน	ไอโซลิวซีน	ลูซีน	ลิวซีน	เมทไทโอนีน	เฟนิลอลานีน	ทรีโอนีน	ทริปโตเฟน	วาเลีน
<u>Holothuria scabra</u> (ปลิงดำ)	81.55	2.68	19.33	33.92	23.48	8.46	5.25	36.68	1.95	39.18
<u>H. scabra</u> (ปลิงขาว)	65.75	2.18	14.54	23.46	19.50	5.75	5.28	24.04	1.22	38.58
<u>H. marmorata</u>	65.44	2.89	19.98	29.76	21.62	6.08	4.98	24.78	1.95	37.11
<u>H. atra</u>	63.56	3.48	24.46	32.22	25.42	7.19	5.94	31.28	2.85	39.73
<u>H. spinifera</u>	45.92	2.80	15.40	22.09	21.03	5.58	5.22	22.55	1.32	24.95
<u>H. argus</u>	56.52	2.80	18.22	26.72	22.06	5.34	6.14	25.41	1.64	35.12

ที่มา : มัทนา (2523)

เมื่อพิจารณาถึงคุณค่าทางอาหารของปลิงทะเลที่วิเคราะห์ได้ และดูจากตารางเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของปลิงทะเลกับสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ ดังตารางที่ 3 จะเห็นว่าปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาและกุ้งมีค่าสูงกว่าโปรตีนในเนื้อปลิงทะเลเล็กน้อย ส่วนสัตว์น้ำอื่น ๆ เช่น ปลาหมึก กุ้ง ปูม้า หอยแมลงภู่ และหอยลาย จะมีค่าของโปรตีนไม่ต่างจากปลิงทะเลเท่าใดนัก ดังนั้นการบริโภคปลิงทะเลจึงให้โปรตีนแก่ร่างกายเช่นเดียวกับการบริโภคหอยลายหรือหอยแมลงภู่

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของส่วนที่กินได้ของปลา และสัตว์น้ำบางชนิดของไทยกับปลิงทะเล

ชนิด	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	เถ้า (เปอร์เซ็นต์)
ปลาทู	73.34	4.28	20.63	2.27
ปลาลัง	73.64	4.17	21.94	1.82
ปลาทรายแดง	76.34	3.24	20.56	1.42
ปลาช่อน	79.77	0.63	20.63	1.09
ปลาคูก้าน	71.28	7.54	20.47	1.14
ปลาเนื้ออ่อน	79.51	2.49	16.23	0.94
ปลาหมึกกล้วย	82.70	0.22	15.55	0.96
ปูม้า	78.48	0.98	14.00	1.95
ปูทะเล	83.34	0.58	17.45	1.92
หอยแมลงภู่	85.08	1.07	10.76	1.12
หอยลาย	81.21	0.62	11.58	2.49
กุ้งแช่บ๊วย กุ้งขาว	77.95	0.94	18.86	1.64
ปลิงดำ	86.32	0.0026	11.40	1.68
ปลิงขาว	78.77	0.0430	10.48	5.08

ที่มา : มีทนา (2523)

นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นพบว่า ในเนื้อปลิงทะเลมีมิวโคโปรตีน (mucoprotein) อยู่ปริมาณมากซึ่งมิวโคโปรตีนนี้ มีกรดคอนครอยติน ซัลฟูริก (chondroitin sulfuric acid) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ และจากการศึกษาในผู้สูงอายุยังพบว่า การที่กล้ามเนื้อไม่สามารถทำงานได้นั้น เนื่องจากปริมาณของกรดคอนครอยติน ซัลฟูริก ลดลง กรดคอนครอยติน ซัลฟูริก ตามธรรมชาติมักอยู่ในสภาพ มิวโคโปรตีน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์เช่น กระดูกอ่อน เส้น และของเหลวที่หล่อลื่นตามข้อต่าง ๆ (มักนาคา, 2523)

ปลิงทะเลไม่ใช้สินค้าออกที่สำคัญของประเทศไทย นอกจากนั้นยังต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าของปลิงทะเลตากแห้ง ในช่วงปี 2530 - 2534 แสดงดังตารางที่ 4 พบว่า ปี 2530 - 2533 การนำเข้าปลิงทะเลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในปี 2534 ปริมาณปลิงทะเลที่นำเข้าลดลงแต่มูลค่าของสินค้าเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงถึงราคาของปลิงทะเลตากแห้งที่นำเข้าสูงขึ้นนั่นเอง และเหตุที่ปริมาณปลิงทะเลที่นำเข้าลดลงนั้นอาจมีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจาก ชาวประมงในประเทศสามารถจับปลิงทะเลมาเป็นสินค้าบริโภคภายในประเทศได้

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณและมูลค่าการนำเข้าของปลิงทะเลตากแห้ง ปี 2530-2534

ปี	ปริมาณ*	มูลค่า**
2530	1	249
2531	1	120
2532	1	197
2533	6	376
2534	3	459

หมายเหตุ : ปริมาณ* หน่วย เมตริกตัน มูลค่า** หน่วย 1,000 ล้านบาท

ที่มา : ดัดแปลงจากสถิติการเกษตรของประเทศไทย (2535)

เพื่อเป็นการลดปริมาณการนำเข้าปลิงทะเลตากแห้งจากต่างประเทศ จึงนำมีการส่งเสริมให้ประชาชนในภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ติดกับชายฝั่งทะเล ท้นมาประกอบอาชีพการผลิตปลิงทะเลตากแห้งเพิ่มขึ้น

การผลิตปลิงทะเลตากแห้งที่นิยมกัน มี 3 วิธี

1. การตากแห้ง (Air Drying) โดยนำปลิงทะเลที่จับได้ ใสลงในภาชนะที่บรรจุ น้ำทะเล ปลิงทะเลจะปล่อยอวัยวะภายในออกมา จึงนำมาผ่าท้อง ล้าง และทำความสะอาดให้เรียบร้อย แล้วนำมาต้มให้เดือด 10 - 30 นาที ระยะเวลาของการต้มขึ้นอยู่กับชนิดและขนาด ถ้าขนาดใหญ่หนึ่งเหนียวก็ต้มนาน จากนั้นจึงนำปลิงทะเลที่สุกแล้วมาวางแผ่นบนแคร่ซึ่งทำจากต้นอ้อหรือไม้ไผ่ พลิกกลับไปมาเป็นระยะ ๆ จนกว่าจะแห้ง ซึ่งถ้าแดดดีใช้เวลาประมาณ 20 วัน

2. การตากแห้งและย่างไฟ (Combination Air and Fire Drying) วิธีนี้นิยมทำกันในฟิลิปปินส์ โดยต้มปลิงทะเลในหม้อนาน 20 นาที เมื่อนำขึ้นจากหม้อปลิงทะเลจะแข็งและยืดหยุ่นได้ ใช้มีดผ่าท้องเอาอวัยวะภายในออก แล้วนำไปตากแดดจนเกือบแห้งจึงนำเข้ารมควันอีก 24 ชั่วโมง จนกว่าจะแห้งสนิท จึงเก็บใส่ถุง

3. การย่างไฟ (Fire Drying) วิธีนี้นิยมใช้กันในประเทศทางหมู่เกาะอินเดียนตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะแหลมมะลายูซึ่งมีฝนตกอยู่เสมอ จึงต้องทำปลิงทะเลตากแห้งโดยใช้ย่างไฟเท่านั้น วิธีการนี้บางที่เรียกว่าการรมควันแบบใช้ความร้อนสูง (Hot Smoking) ซึ่งต่างจากวิธีรมควันแบบธรรมดาตรงที่การย่างไฟใช้อุณหภูมิสูงกว่า คือ สูงถึง 160 - 175 องศาฟาเรนไฮต์นาน 1 ชั่วโมง ซึ่งวิธีนี้จะช่วยรักษาปลิงทะเลไม่ให้เสีย โดยอาศัยความร้อนและควันไฟร่วมกันทั้ง 2 อย่าง

ขั้นตอนการทำอาหารกระป๋อง

วิธีทำอาหารกระป๋องโดยทั่วไปแสดงเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. การเตรียมวัตถุดิบเพื่อใช้บรรจุกระป๋อง (Preparation)
2. การบรรจุกระป๋อง (Filling)
3. การไล่อากาศ (Exhausting)
4. การปิดผนึกกระป๋อง (Seaming)

5. การใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ (Heat Sterilization)
6. การทำให้เย็น (Cooling)

1. การเตรียมวัตถุดิบเพื่อใช้บรรจุกระป๋อง

1.1 การทำความสะอาด (Washing)

หมายถึงการทำความสะอาดวัตถุดิบ วัตถุดิบประเภทผักมีสิ่งสกปรก ดิน โคลน หิน เจือปนมากกว่าผลไม้ และเนื้อสัตว์ ผลไม้มักจะมีฝุ่น ก้าน ใบไม้ ปะปนมา ส่วนเนื้อสัตว์จะมีสิ่งสกปรกปนเปื้อนน้อยกว่าวัตถุดิบอื่น วัตถุดิบทั้งสามประเภท จะมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนมากน้อย ขึ้นอยู่กับระยะเวลา สภาพการเก็บรักษา หรือขึ้นกับความสดของอาหาร โดยเฉพาะเนื้อสัตว์ซึ่งไม่มีเปลือก หรือผิวห่อหุ้มเหมือนผักและผลไม้ ดังนั้นจึงมีอายุการเก็บสั้นมากที่อุณหภูมิห้อง การทำความสะอาดวัตถุดิบด้วยน้ำที่สะอาด หรืออาจเป็นน้ำที่ผ่านการต้มคลอรีนแล้ว จะช่วยขจัดสิ่งสกปรกต่าง ๆ ได้ ประสิทธิภาพของการทำความสะอาดขึ้นกับชนิดของอาหาร ปริมาณน้ำที่ใช้ และเทคนิคการทำความสะอาด

การทำความสะอาดเป็นขั้นตอนที่สำคัญอันดับแรกในการเตรียมวัตถุดิบ เพื่อบรรจุลงกระป๋องต่อไป ความสะอาดของอาหารสำเร็จรูปและปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นมากน้อย จะขึ้นกับวัตถุดิบนั้นทำความสะอาดได้ดีเพียงใด และจะทำให้ผู้บริโภคทราบว่า โรงงานอาหารกระป๋องบริษัทใด มีสัญลักษณ์ของการปฏิบัติที่ดี การทำความสะอาดช่วยลดจำนวนของเสียของอาหารกระป๋อง

1.2 การคัดเลือกวัตถุดิบ (Grading)

ผลผลิตทางการเกษตรไม่ว่าจะเป็นผักสด ผลไม้สด เนื้อสัตว์ จะมีขนาด รูปร่าง สี และองค์ประกอบภายในไม่สม่ำเสมอ ทั้งขึ้นกับ พันธุ์ ความแก่ อ่อน ความสมบูรณ์ของดิน ฤดูกาล และเทคนิคในการปลูกหรือเลี้ยงสัตว์ ดังนั้นการคัดเลือกวัตถุดิบจะช่วยให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพสม่ำเสมอต่อการผลิตเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในการทำงาน และจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีด้วย

การคัดเลือกวัตถุดิบยังมีจุดประสงค์ถึงการคัดเลือกวัตถุดิบที่แตก ช้ำ เน่า หรือที่มีตำหนิออกด้วย ปัจจัยที่ควรพิจารณาเกี่ยวกับคุณภาพของวัตถุดิบ คือ ความสด ขนาด รูปร่าง สี รส กลิ่น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับพันธุ์ที่เหมาะสม ทำให้ได้ขนาด สี รูปร่าง ของวัตถุดิบที่สม่ำเสมอสำหรับความแก่ อ่อนของวัตถุดิบ นอกจากจะเกี่ยวข้องกับขนาด รูปร่าง สี แล้ว องค์ประกอบของ

เนื้ออาหารก็จะแตกต่างกันด้วย การได้วัตถุดิบที่มีคุณลักษณะทั่วไปดีก็จะเชื่อใจได้ว่า อาหารภายในกระป๋องจะมีคุณภาพดี

1.3 การลวก (Blanching)

อาหารสดทุกชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพตลอดเวลา เนื่องจากการกระทำของเอนไซม์ภายในเซลล์ การลวกผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ มีจุดประสงค์สำคัญ คือการใช้ความร้อนของน้ำร้อน น้ำเดือด หรือไอน้ำ นานเพียงพอที่จะหยุดยั้งการทำงานของเอนไซม์ ประโยชน์ทางอ้อมจากการลวก คือเพื่อลดการแตกหัก เนื้ออาหารอ่อนนุ่ม ง่ายต่อการบรรจุกระป๋อง ทำความสะอาด ไล่อากาศออกจากเนื้ออาหาร ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์

1.4 Pretreatment

1.4.1 สี เป็นปัจจัยสำคัญอันดับแรกที่ทำให้ผู้บริโภคเลือกซื้อสินค้านั้น การที่จะพยายามรักษาให้สีขาวบริสุทธิ์ของเนื้อปลา กุ้ง และปูให้คงอยู่ พบว่าถ้าเติมกรดอินทรีย์ เช่น กรดซิตริก (Citric acid) อย่างเจือจางลงไปในกระป๋อง จะช่วยให้อาหารมีสีขาว มีรสชาติไม่ผิดแปลกไปจากเดิม นอกจากนี้กรดซิตริกยังเป็นสารกันบูดได้อีกด้วย

1.4.2 รสของอาหาร กลือเป็นสารที่ช่วยเน้นรสชาติของอาหารให้ดีขึ้น โดยทั่ว ๆ ไปอาหารกระป๋องควรจะมีเกลืออยู่ 1.0-1.5 เปอร์เซ็นต์ การที่จะให้จำนวนเกลือมีเท่า ๆ กันทั่วกระป๋องก็เป็นไปได้ยาก ไม่ว่าจะใช้เกลือเม็ดหรือน้ำเกลือก็ตาม

2. การบรรจุกระป๋อง

การบรรจุอาหารลงกระป๋องอาจจะทำได้ทั้งด้วยมือและเครื่องกล แต่อาหารที่บรรจุด้วยมือ ในต่างประเทศจัดว่าเป็นของที่อยู่ในขั้นพิเศษ เพราะการจัดเรียงชั้นอาหารด้วยมือจะได้ลักษณะน่าดูกว่าเรียงด้วยเครื่องจักร แต่วัตถุประสงค์สำคัญในการบรรจุอยู่ที่จะต้องทำให้น้ำหนักของแต่ละกระป๋องคงที่ และไม่บรรจุอาหารให้มากเกินไป เพราะจะทำให้กระป๋องบวมเมื่อน้ำกระป๋องเข้าหม้อหนึ่งเพราะอาหารขยายตัว หรือไม่บรรจุอาหารให้น้อยเกินไปโดยเว้นช่องว่างเหนืออาหารมากเกินไปเพราะจะทำให้เสียเวลานานเพื่อจะไล่อากาศออก ช่องว่างที่อยู่ระหว่างผิวอาหารกับฝากระป๋องเรียกว่า "Head-space" Head-space นิยมวัดเป็นเศษส่วนสามสิบสองของนิ้ว และที่นิยมวัดกันมี 2 ชนิด คือ

1. Gross-head-space คือ Head-space ที่วัดจากผิวหน้าของ ๆ ที่บรรจุอยู่ใน
กระป๋องจนถึงขอบบนของ Double seam

2. Net-head-space คือ head-space ที่วัดจากผิวหน้าของ ๆ ที่บรรจุในกระ
ป๋องจนถึงขอบล่างของ Double seam

ฉะนั้น Net-head-space = Gross-head-space - 4/32 นิ้ว

นอกจากจะควบคุมน้ำหนักของอาหารในกระป๋อง การบรรจุอาหารในกระป๋องต้องทำ
ด้วยความระมัดระวังด้วย เพื่อที่จะช่วยลดช่องอากาศที่อาจจะมีขึ้นในกระป๋องด้วย

3. การไล่อากาศออก

การไล่อากาศมีจุดประสงค์เพื่อ

1. ลดความดันในกระป๋อง อันเกิดจากการขยายตัวของอากาศระหว่างที่บรรจุ
อยู่ในหม้อหนึ่ง เพราะถ้ามีอากาศอยู่มากเกินไปกระป๋องจะบวมหรือแตกได้

2. ทำให้เกิดสุญญากาศในกระป๋องเมื่อกระป๋องเย็นลง กระป๋องที่บวมไม่ถือว่าเป็น
กระป๋องที่ปลอดภัยแต่กระป๋องที่มีฝาแบนจะคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงความกดดันของบรรยากาศ
ในระหว่างที่เก็บ แต่ถ้ามีสุญญากาศมากเกินไปอาจจะเป็นเหตุให้กระป๋องรั่วหรือบวมได้ง่าย

สุญญากาศ คือผลต่างของความกดดันภายในกระป๋องกับความกดดันของ
บรรยากาศ ในทางปฏิบัติสามารถวัดสุญญากาศในกระป๋องได้โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Vacuum
gauge

สุญญากาศเปลี่ยนแปลงเป็นปริมาณส่วนกลับกับอุณหภูมิ คือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่ม
จะทำให้สุญญากาศลดน้อย ในทางปฏิบัติโดยทั่ว ๆ ไป จะวัดสุญญากาศที่อุณหภูมิห้อง คือ ที่
อุณหภูมิ 70-80 องศาฟาเรนไฮต์ และเมื่อจะตรวจหาสุญญากาศ กระป๋องจะต้องไม่มีรอยบวม หรือ
แตก และอ่านค่าสุญญากาศต่อเมื่อใช้เครื่องมือเจาะลงไปด้านบนหรือด้านล่างของกระป๋องเท่านั้น
ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับค่าของสุญญากาศ คือ ความสูงของที่ทำการวัด ถ้า
โรงงาน หรือที่ทำการวัดอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล จะต้องแก้ค่าของสุญญากาศตามระดับความสูง
ของที่ทำการวัด โดยคิดว่าสุญญากาศจะลดลงหนึ่งนิ้วปรอททุก ๆ ความสูงที่เพิ่มขึ้นหนึ่งพันฟุต

3. การไล่อากาศทำให้ออกซิเจนลดน้อยลง ป้องกันการเกิด

ก. กระป๋องเป็นสนิม

ข. เกิด Oxidation ของ Fatty acids

ค. รักษาวิตามินซี

วิธีการไล่อากาศทำได้ 3 วิธี คือ

1. ไล่อากาศโดยใช้ความร้อนวิธีนี้ทำก่อนที่จะปิดฝากระป๋องความร้อนจะทำให้อากาศขยายตัวออก ซึ่งขนาดของ Head-space มีความสำคัญมาก ถ้ามี Head-space มากเกินไป อากาศจะตกค้างมากทำให้เกิดสูญญากาศน้อย Head-space ที่ดีที่สุดควรอยู่ระหว่าง 12/32 ถึง 8/32 นี้่จากขอบ

การไล่อากาศออกโดยใช้ความร้อนแบ่งออกได้อีกเป็น 2 วิธี คือ

1.1 ไล่อากาศออกจากอาหารก่อนที่จะบรรจุลงในกระป๋อง

1.2 บรรจุอาหารลงในกระป๋องแล้วจึงนำกระป๋องไปเข้าเครื่องไล่อากาศ

2. การไล่อากาศโดยวิธีกล วิธีนี้เรียกกันทั่ว ๆ ไปว่า Vacuum sealing เป็นวิธีที่รวมเอาการไล่อากาศและปิดฝาเข้าไว้ด้วยกัน วิธีนี้อาหารจะไม่ถูกทำให้ร้อนขึ้นเลย เหมาะอย่างยิ่งสำหรับบรรจุของที่ไม่ต้องการให้ความร้อน เช่น กะปิ เป็นต้น

3. การไล่อากาศโดยใช้ไอน้ำ วิธีนี้ใช้ไอน้ำฉีดเข้าไปในกระป๋อง เพื่อให้ไปแทนที่อากาศในกระป๋อง แล้วจึงปิดฝาทันที เมื่อกระป๋องเย็นไอน้ำจะควบแน่นทำให้เกิดสูญญากาศขึ้นในกระป๋อง วิธีนี้ดีที่สุดสำหรับอาหารที่บรรจุในน้ำ ส่วนอาหารที่มีผิวไม่เรียบซึ่งทำการหมุนเวียนของไอน้ำไม่สะดวกจะใช้ไม่ได้ผล

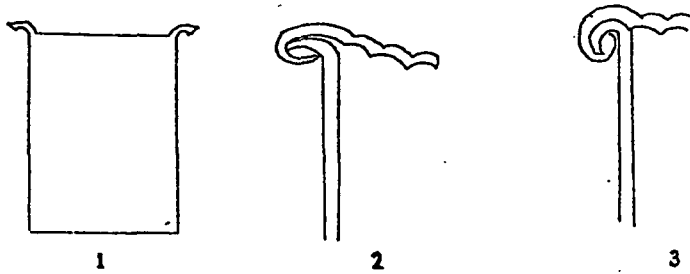
4. การปิดผนึกกระป๋อง

เมื่อกระป๋องผ่านการไล่อากาศจะนำเข้าเครื่องปิดฝา (Seamer) ทันทีขณะที่กระป๋องยังร้อนอยู่ โดยนิยมใช้การปิดกระป๋องแบบ Double seaming ซึ่งวิธีการปิดผนึกแบบนี้แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 นำฝากระป๋องมาวางลงบนตัวกระป๋อง โดยให้ส่วนที่พับของทั้งฝาและตัวกระป๋องเกาะกันพอดี แล้วจึงส่งเข้าเครื่องปิดฝา

ระยะที่ 2 เครื่อง Double seamer ประกอบด้วยลูกกลิ้ง 2 ตัว ผลัดกันทำงาน โดยในขั้นนี้ ลูกกลิ้งตัวแรกจะบีบปลายที่เป็นขอบของฝาให้สอดเข้าไปอยู่ด้านในของส่วนที่พับกระป๋อง แล้วลูกกลิ้งตัวแรกก็จะถอยออกมา

ระยะที่ 3 ลูกกลิ้งตัวที่สองจะเข้าไปบีบรอยต่อให้แน่น (ดังรูปที่ 1)



รูปที่ 1 แสดงวิธีทำ Double seame

5. การให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

5.1 หลักการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

การให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกับอาหารกระป๋องมีหลักการ คือ จะต้องกำหนดอุณหภูมิที่เหมาะสม และระยะเวลายาวนานเพียงพอที่จะฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทุกชนิด แต่ไม่ทุกตัวที่เป็นสาเหตุทำให้อาหารภายในกระป๋องเน่าเสีย แต่ขณะเดียวกันความร้อนที่อุณหภูมิระดับนั้นและระยะเวลาที่กำหนดไว้จะต้องมีผลกระทบต่อคุณภาพของอาหารภายในกระป๋องน้อยที่สุด เช่น ไม่ทำให้อาหารสุกเกินไปจนเนื้ออาหารนุ่ม เปื่อย หรือสีของอาหารเปลี่ยนไป หรือทำลายคุณค่าทางอาหาร เช่น วิตามิน มากเกินกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หลักเกณฑ์ดังกล่าว เรียกว่า การฆ่าเชื้อในอาหารกระป๋องแบบเชิงการค้า (Commercial Sterilization)

5.2 ชนิดของความร้อน

การให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่

5.2.1 การให้ความร้อนโดยตรง

ความร้อนโดยตรง เช่น ความร้อนจากขดลวดร้อน จากเปลวไฟของแก๊ส ความร้อนโดยตรงไม่นิยมนำมาใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารกระป๋อง เพราะ

ก. ความร้อนโดยตรง เช่น เปลวไฟจากแก๊ส มีอุณหภูมิสูงมาก เมื่อสัมผัสโดยตรงกับอาหารกระป๋องจะทำให้ตะกั่วที่ฉาบติดข้างตะเข็บกระป๋องละลาย กระป๋องก็จะรั่ว

ข. การให้อาหารกระป๋องสัมผัสกับความร้อนโดยตรง ไม่สามารถใช้กับอาหารแห้ง หรือกึ่งแห้ง เช่น เนื้อทอดกระเทียมพริกไทย แพนงเนื้อ คอรั่นบีฟ (Corn beef) เพราะอาหารภายในกระป๋องจะไหม้

ค. การควบคุมอุณหภูมิทุก ๆ จุดให้เท่ากันทำได้ยากทำให้อุณหภูมิภายในกระป๋องขึ้น ๆ ลง ๆ

ง. เมื่อการให้ความร้อนโดยตรงไม่เกี่ยวข้องกับความดันและอุณหภูมิสูงมาก ของเหลวภายในกระป๋อง เช่น น้ำเชื่อม น้ำเกลือ จะเดือดและกลายเป็นความดันไอ ความดันไอจะสูงมากเกินกว่าความต้านทานของตะเข็บจะรับได้ ตะเข็บกระป๋องจะปริแตกและระเบิดได้ง่าย

5.2.2 การให้ความร้อนโดยทางอ้อม อาจแบ่งออกได้ ดังนี้

5.2.2.1 ความร้อนแห้ง ได้แก่ ความร้อนในตู้อบที่มีอากาศเป็นตัวนำ ความร้อน ประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ต่ำมาก เพราะการแผ่ความร้อนไปยังจุลินทรีย์เป็นไปอย่างช้า ๆ และการเพิ่มความร้อนให้อุณหภูมิสูงจะเสียค่าใช้จ่ายมาก เช่น การให้ความร้อนแห้งในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในจานเลี้ยงเชื้อ ต้องใช้อุณหภูมิสูงถึง 180-200 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 2 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไอน้ำที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 20 นาที

5.2.2.2 ความร้อนชื้น ได้แก่ ความร้อนที่ได้จากการต้มน้ำให้เดือดหรือใช้ไอของน้ำเดือด ความร้อนชื้นมีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ เพราะอำนาจในการแผ่ความร้อนของความดันไอน้ำสูง สามารถควบคุมอุณหภูมิของไอน้ำ โดยควบคุมความดันไอให้สม่ำเสมอได้

ความร้อนที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง จึงนิยมใช้ความร้อนชื้นมากกว่าที่จะใช้ความร้อนแห้ง อุณหภูมิที่ใช้ในขบวนการผลิตอาหารกระป๋องแบ่งตามกรรมวิธีปฏิบัติได้ 3 ช่วง ได้แก่

- ก. ความร้อนชื้นที่อุณหภูมิ 65-100 องศาเซลเซียส
- ข. ความร้อนชื้นที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส
- ค. ความร้อนชื้นที่อุณหภูมิสูงกว่า 105 องศาเซลเซียส และไม่เกิน 130 องศาเซลเซียส

โดยทั่วไปอุณหภูมิของไอน้ำจะมีอุณหภูมิเท่ากับน้ำเดือด (100 องศาเซลเซียส) ที่ระดับน้ำทะเล การเพิ่มความดันไอให้สูงขึ้นจะทำให้อุณหภูมิของไอน้ำสูงกว่าน้ำเดือด ดังนั้น โรงงานอุตสาหกรรมอาหารกระป๋องจึงต้องมีเครื่องทำไอน้ำ (Boiler) เพื่อใช้ในโรงงาน

5.3 หลักการเลือกใช้อุณหภูมิในการถนอมอาหาร

5.3.1 การเลือกใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส

การเลือกใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส จะต้องทำลายจุลินทรีย์บางกลุ่มที่เป็นสาเหตุทำให้อาหารเสีย และเกิดโรคภัยไข้เจ็บกับผู้บริโภค แต่ความร้อนนั้นต้องไม่สูงจนทำลายคุณลักษณะ และคุณสมบัติของอาหารนั้น หลักการนี้นิยมใช้กับการเก็บรักษานมสดที่เรียกกันติดปากว่า นมสดพาสเจอร์ไรส์

5.3.2 การเลือกใช้อุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิน้ำเดือด (98-100 องศาเซลเซียส) ที่ระดับน้ำทะเลเป็นอุณหภูมิที่สูงเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์เกือบทุกชนิด ยกเว้นสปอร์ของแบคทีเรีย หลักพิจารณาเลือกใช้อุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารกระป๋องได้ อาหารนั้นควรมี pH 4.0 หรือต่ำกว่า เช่น ผลไม้ และผักบางชนิด

5.3.3 การเลือกใช้อุณหภูมิที่สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส

อาหารบางชนิดเมื่อบรรจุลงกระป๋องจำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส จึงจะเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ได้ภายในระยะเวลาที่เหมาะสม โดยไม่ทำให้คุณภาพของอาหารเสื่อมเสีย อาหารเหล่านี้จะมี pH สูงกว่า 4.0

การใช้อุณหภูมิในขั้นตอนการสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส แบ่งอุณหภูมิในการปฏิบัติได้ 2 ระดับ คือ

ก. Low Temperature Long Time Process ได้แก่ช่วงอุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียส ความดันไอ 10-15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ภายในระยะเวลา 30-90 นาที

ข. High Temperature Short Time Process ได้แก่ การใช้ อุณหภูมิสูงกว่า 120 องศาเซลเซียส ความดันไอสูงกว่า 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ภายในระยะเวลาไม่เกิน 30 นาที

5.4 การแบ่งประเภทของอาหารกระป๋องตามความเป็นกรด-เบส

การจัดประเภทของอาหารกระป๋องตาม pH เพื่อทำลายจุลินทรีย์แบ่งเป็น 4 ประเภท คือ

5.4.1 อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ หรือมี pH ตั้งแต่ 5.0 ขึ้นไป ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เช่น ปลากระป๋อง หมูพะโล้กระป๋อง ผลิตภัณฑ์จากผัก และผลิตภัณฑ์จากถั่วเขียว

5.4.2 อาหารที่มีความเป็นกรดปานกลาง หรือมี pH 4.5-5.0 ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ผสมผัก อาหารพวกรูป

5.4.3 อาหารที่มีความเป็นกรด หรือมี pH 3.7-4.5 ได้แก่ ผลิตภัณฑ์จากผลไม้ ผลิตภัณฑ์อาหารที่ปรุงแต่งด้วยกรดอินทรีย์

5.4.4 อาหารที่มีความเป็นกรดสูง หรือมี pH ต่ำกว่า 3.7 ได้แก่ อาหารหมักดองเปรี้ยว น้ามะนาว น้ามะขาม น้ำส้มสายชู

5.5 จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในอาหารกระป๋อง

จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุการเน่าเสียของอาหารกระป๋อง ได้แก่

5.5.1 แบคทีเรีย แบ่งออกเป็น

5.5.1.1 แบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ เช่น แลคติกแบคทีเรีย แบคทีเรียกลุ่มนี้เจริญเติบโตในอาหารที่เป็นกรด สามารถทำลายได้ง่ายที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

5.5.1.2 แบคทีเรียที่สร้างสปอร์ แบคทีเรียกลุ่มนี้ทั้งชนิดที่ต้องการออกซิเจน และไม่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต มีทั้งที่ชอบเจริญเติบโตที่อุณหภูมิ 30-50 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสขึ้นไป เจริญเติบโตได้ดีในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำถึงปานกลาง แบคทีเรียกลุ่มนี้ต้องใช้อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส จึงจะทำลายได้ แบคทีเรียที่มีความสำคัญต่ออาหารกระป๋องที่ผลิตต้องคำนึงถึงมากที่สุด คือ สปอร์ของ Clostridium botulinum สปอร์ของแบคทีเรียชนิดนี้ทนต่อการทำลายที่อุณหภูมิสูง ถ้ากำหนดเวลาไม่เพียงพอที่จะทำลายสปอร์ Clostridium ได้หมด เมื่อสปอร์แตกตัวจะมีสารพิษขับออกมาด้วย สารพิษจะเป็นอันตรายถึงชีวิตได้แม้บริโภคในปริมาณน้อย

5.5.2 ยีสต์ เช่น Saccharomyces

5.5.3 รา เช่น Aspergillus , Penicillium

6. การทำให้เย็น

อาหารกระป๋องที่ผ่านออกจากเครื่องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ จะมีความร้อนภายในกระป๋องสูง และจะค่อย ๆ ลดลง ความร้อนที่ค่อย ๆ ลดลงนี้อาจทำให้อาหารภายในกระป๋องสุกเกินไป หรือ อาจทำให้จุลินทรีย์บางชนิดเจริญเติบโตได้ และเป็นสาเหตุทำให้อาหารกระป๋องเสีย การแช่อาหารกระป๋องในน้ำเย็นจะช่วยลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำลงโดยเร็ว อาจทำให้จุลินทรีย์ที่อ่อนแอ ตายเพราะ Heat shock ได้ การทำให้เย็นจึงช่วยเกี่ยวกับคุณภาพอาหาร

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องปิดผนึกกระป๋อง (seamer)
2. หม้อนึ่งความดัน (autoclave)
3. เทอร์โมคอปเปิล (thermocouple)
4. salometer
5. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
6. เครื่องชั่ง
7. เกลือ
8. กรดซิตริก (food grade)

วิธีการทดลอง

1. ศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิตปลิงทะเลกระป๋องจากปลิงทะเลตากแห้ง

1.1 การศึกษาการเตรียมวัตถุดิบที่เหมาะสม

ทำการทดลองเตรียมวัตถุดิบโดยเปรียบเทียบการใช้ปลิงทะเลไม่แช่น้ำ และแช่น้ำเป็นเวลาแตกต่างกัน ดังนี้ 15, 30 และ 60 นาที ตามลำดับ โดยใช้ปลิงทะเลตากแห้งซึ่งมีความชื้นประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ (ภาคผนวก ก.) ภายหลังจากเตรียมวัตถุดิบตามเวลาดังกล่าวข้างต้นแล้ว นำมาบรรจุกระป๋องในน้ำเกลือความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ โดยเติมให้เต็มกระป๋อง และใช้เวลาในการฆ่าเชื้อที่ 15 และ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เพื่อศึกษาลักษณะปรากฏที่เหมาะสมภายหลังการแปรรูปหลังจากเก็บไว้ 1 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง

1.2 การศึกษาชนิดของสารละลายที่เหมาะสมสำหรับใช้บรรจุปลิงทะเลกระป๋อง

ทำการทดลองเตรียมสารละลายสำหรับใช้บรรจุปลิงทะเลกระป๋อง โดยใช้น้ำเกลือความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับกรดซิตริก ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน คือ 0, 0.5,

1.0 และ 3.0 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ โดยใช้ปลิงทะเลตากแห้ง 50 กรัม บรรจุกระป๋อง และฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เพื่อศึกษาผลของชนิดของสารละลายที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ภายหลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 สัปดาห์ โดยวัดค่า

- ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในน้ำเกลือ โดยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง SUNTEX รุ่น sp-701

- เปอร์เซนต์ความเป็นกรด (Percent acidity) (ภาคผนวก ข.)

- สี โดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐานของมินเซลล์ (Muncell)

- เปอร์เซนต์ของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยใช้เครื่อง Salometer

- ลักษณะปรากฏ

1.3 การศึกษาการใช้เวลาที่เหมาะสมต่อการฆ่าเชื้อในการแปรรูปปลิงทะเลกระป๋อง การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อปลิงทะเลกระป๋อง กระทำโดยวิธีการหาการแผ่กระจายความร้อน (Heat Penetration) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติไปคำนวณ โดยใช้วิธี Formular method (Ball, 1923, 1928)

การหาการแผ่กระจายความร้อนเป็นการวัดอุณหภูมิที่จุดที่ร้อนช้าที่สุด (Slowest heating point or cold point) ของอาหารกระป๋องขณะฆ่าเชื้อ (Processing) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. บรรจุปลิงแห้ง 50 กรัม ลงในกระป๋องเบอร์ 2 ในสารละลายที่เหมาะสมจากการทดลอง 1.2 โดยบรรจุสารละลายเต็มกระป๋อง

2. ไล่อากาศโดยใช้หม้อหนึ่ง วัดอุณหภูมิที่กึ่งกลางกระป๋องจนได้เท่ากับ 70 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

3. ปิดผนึกกระป๋องทันทีหลังการไล่อากาศโดยใช้เครื่องปิดผนึกกระป๋อง และเจาะรูที่จุดกึ่งกลางฝากระป๋อง

4. เสียบ Thermocouple ลงในกระป๋องทางรูที่ฝาของกระป๋อง ให้ปลายของ Thermocouple อยู่ที่เศษหนึ่งส่วนสามของกระป๋อง จากนั้นหมุน Packing gland ให้แน่น

5. ต่อสาย Thermocouple เข้ากับเครื่องบันทึกอุณหภูมิ

6. วางกระป๋องที่ปิดฝาเรียบร้อยแล้ว และมี Thermocouple เสียบอยู่ลงไปในหม้อหนึ่งความดัน (Autoclave)

7. บันทึกอุณหภูมิเริ่มต้นของกระป๋อง (Initial temperature) ก่อนเริ่มให้ความร้อน

8. ปิดฝาหม้อหนึ่งความดันและทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส จดบันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 2 นาทีตั้งแต่เริ่มให้ความร้อน จนกระทั่งครบ 30 นาที แล้วหยุดให้ความร้อน รอจนความดันในหม้อหนึ่งความดันลดลงจึงเปิดฝาหม้อแล้วใส่น้ำเย็นลงไปบันทึกอุณหภูมิภายในกระป๋องจนอุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส และบันทึกอุณหภูมิของน้ำเย็นที่ใช้ทำให้เย็น

9. นำข้อมูลอุณหภูมิ และเวลาของจุดที่ร้อนช้าที่สุดที่ได้ มาเขียนลงในกราฟ semi-log เพื่อดูว่ากราฟที่ได้เป็นกราฟแบบใด ถ้าเป็นเส้นตรงใช้สูตรในการคำนวณเวลาฆ่าเชื้อคือ

$$B = f_n (\log jI - \log g)$$

และถ้ากราฟเป็นกราฟหัก (Broken heating curve) จะใช้สูตรในการคำนวณเวลาฆ่าเชื้อคือ

$$B = f_n \cdot \log jI + (f_2 - f_n) \cdot \log g_{2n} - f_2 \cdot \log g$$

โดย B คือ เวลาที่ต้องการในการให้ความร้อนทั้งหมดมีหน่วยเป็นนาที ในการทดลอง จะกำหนดค่า $F_0 = 5$ แล้วคำนวณหาค่า B

2. การศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋องทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

ทำการทดลองโดยการนำปลิงทะเลกระป๋อง ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปที่เหมาะสม จากการศึกษาในข้อที่ 1 มาตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ภายหลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 สัปดาห์

2.1 การตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพของปลิงทะเลกระป๋อง ทำการตรวจวิเคราะห์

2.1.1 สญญากาศ (Vacuum) โดยใช้ Vacuum guage

2.1.2 Head space โดยใช้ Vernier และแปลงค่าให้อยู่ในรูปเศษส่วน

สามสิบสอง

2.1.3 น้ำหนักทั้งหมด (Total weight)

2.1.4 น้ำหนักสุทธิ (Net weight)

2.1.5 น้ำหนักบรรจุ (Drain weight)

2.1.6 สี โดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐานมันเชล

2.1.7 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำเกลือ โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง SUNTEX รุ่น sp-701

2.1.8 เเปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยใช้เครื่อง Salometer

2.2 การตรวจสอบคุณลักษณะทางเคมีของปลิงทะเลกระป๋อง ทำการตรวจวิเคราะห์

2.2.1 ความชื้น (moisture content) วิเคราะห์โดยวิธี 7.003 (A.O.A.C., 1984)

2.2.2 เถ้า (ash) วิเคราะห์โดยวิธี 18.025 (A.O.A.C., 1984)

2.2.3 โปรตีน (protein) วิเคราะห์โดยเครื่อง Buchi

2.2.4 ไขมัน (fat) วิเคราะห์โดยเครื่อง soxhtherm

2.2.5 คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ใช้ส่วนร้อยละของโปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้นรวมกัน แล้วนำไปหักออกจากร้อยละ

2.3 การตรวจสอบคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ (ภาคผนวก ง.) ทำการตรวจสอบ

2.3.1 Clostridium sp. โดยวิธีของ มอก. (2523)

2.3.2 แพลดซาวร์ (Flat sour) ชนิด มีโซฟิลิก (Mesophilic) โดยวิธีของ มอก. (2523)

3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋อง

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของปลิงทะเลกระป๋องที่ผ่านกระบวนการแปรรูปที่เหมาะสมจากการศึกษาในข้อที่ 1 เปรียบเทียบกับปลิงทะเลสด เมื่อนำมาปรุงอาหาร (ปลิงทะเลน้ำแดง) และไม่มีการปรุงอาหาร โดยใช้ Hedonic scale test ที่ระดับคะแนน 1 - 5 (1 หมายถึงน้อยที่สุด และ 5 หมายถึงมากที่สุด) จำนวนผู้ชิม 10 คน (ภาคผนวก จ.) ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติโดยวิธี Randomized Complete Block Design (RCBD) (ภาคผนวก ฉ.)



บทที่ 4

14486

ผลการทดลอง

1. การศึกษากระบวนการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิตปลิงทะเล ระยะเวลาป้องกันปลิงทะเลตากแห้ง

1.1 การศึกษาการเตรียมวัตถุดิบที่เหมาะสม แสดงผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงลักษณะปรากฏของปลิงทะเล ระยะเวลาป้องกันจากการตรวจพินิจ ภายหลังจากผ่านการเตรียมวัตถุดิบโดยใช้ปลิงทะเลตากแห้งไม่แช่น้ำ และแช่น้ำที่เวลาแตกต่างกัน

เวลาแช่น้ำ (นาที)	เวลาฆ่าเชื้อ	
	15 นาที	30 นาที
0	เนื้อปลิงพองเต็มกระป๋อง ไม่และ น้ำมีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นคาวตาม ปกติของเนื้อปลิง	เนื้อปลิงพองเต็มกระป๋อง เนื้อมี ลักษณะนุ่มกว่า น้ำมีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นคาวตามปกติ
15	เนื้อปลิงพองเต็มกระป๋อง ไม่และ น้ำมีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นคาวตาม ปกติของเนื้อปลิง	เนื้อปลิงพองเต็มกระป๋อง เนื้อมี ลักษณะนุ่มกว่า น้ำมีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นคาวตามปกติ
30	เนื้อปลิงพองเต็มกระป๋อง ไม่และ น้ำมีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นคาวตาม ปกติของเนื้อปลิง	เนื้อปลิงพองเต็มกระป๋อง เนื้อมี ลักษณะนุ่มกว่า น้ำมีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นคาวตามปกติ
60	เนื้อปลิงพองเต็มกระป๋อง ไม่และ น้ำมีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นคาวตาม ปกติของเนื้อปลิง	เนื้อปลิงพองเต็มกระป๋อง เนื้อมี ลักษณะนุ่มกว่า น้ำมีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นคาวตามปกติ

คณะกรรมการเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าพระยาพระสมุทรเทวราช

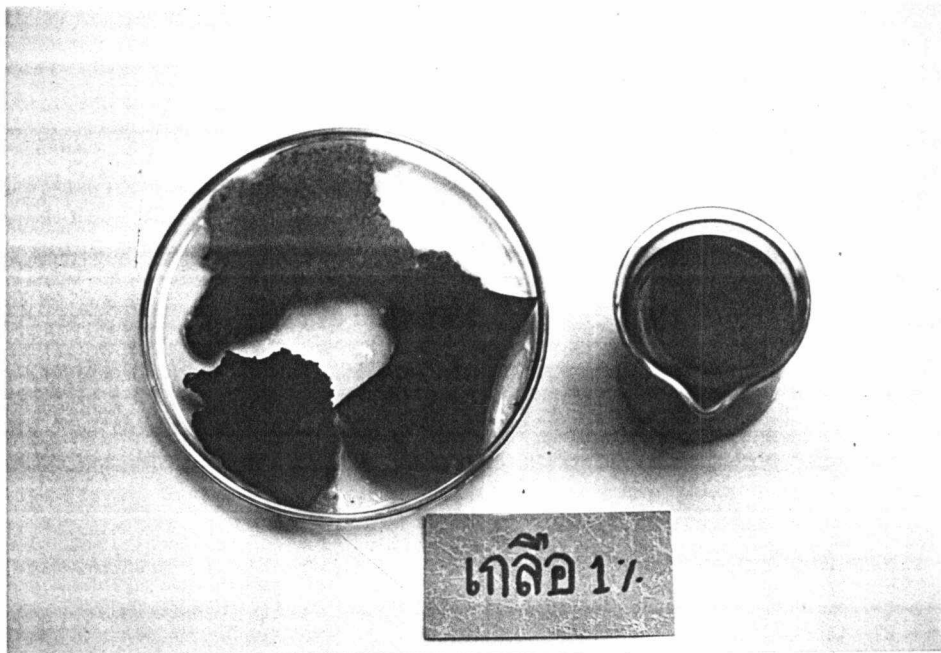
จากตารางที่ 5 พบว่าปลิงทะเลที่เตรียมการโดยไม่แช่น้ำ และแช่น้ำที่เวลาแตกต่างกันเมื่อใช้เวลาฆ่าเชื้อเท่ากันจะมีลักษณะปรากฏที่ไม่แตกต่างกัน แต่ปลิงทะเลกระป๋องที่ใช้เวลาฆ่าเชือน้อยกว่าคือ 15 นาที จะมีลักษณะปรากฏที่ดีกว่า คือ มีเนื้อปลิงพองเต็มกระป๋อง ไม่และ น้ำมีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นคาวตามปกติของเนื้อปลิง ส่วนปลิงทะเลกระป๋องที่ใช้เวลาฆ่าเชื้อ 30 นาที จะมีเนื้อนุ่มกว่า ดังนั้นการแช่น้ำจึงไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ แต่เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจะมีผลต่อลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ จึงเลือกการเตรียมวัตถุดิบโดยการนำมาล้างทำความสะอาดเท่านั้น

1.2 การศึกษาชนิดของสารละลายที่เหมาะสมสำหรับบรรจุปลิงทะเลกระป๋อง แสดงผลดังตารางที่ 6

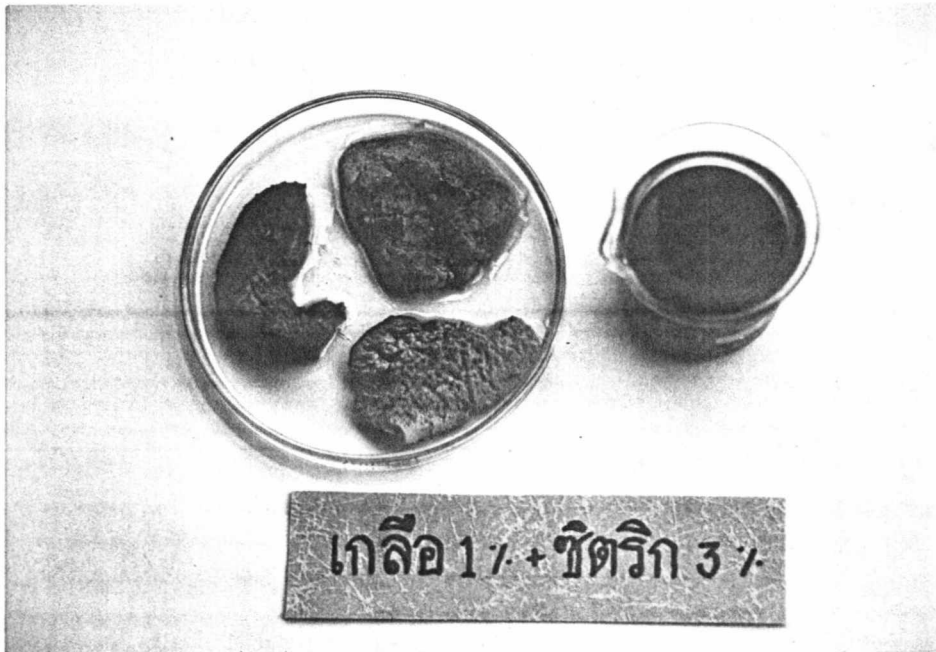
ตารางที่ 6 แสดงผลของชนิดของสารละลายที่ใช้บรรจุปลิงทะเลกระป๋อง

ชนิดของสารละลาย	สีในชุด Greyed-brown	เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายน้ำได้	ความเป็นกรด-ด่าง	เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด	ลักษณะปรากฏ
เกลือ 1% กรดซิตริก 0%	199B	70	7.13	0.04	เนื้อปลิงพองเต็มกระป๋อง ไม่ยุ่ย กลิ่นไม่เหม็น กระป๋องปกติ
เกลือ 1% กรดซิตริก 0.5%	199C	67	3.76	1.72	เนื้อปลิงไม่พอง ยุ่ย กลิ่นเหม็น กระป๋องมีคราบเหมือนนกกกรดกัด
เกลือ 1% กรดซิตริก 1%	199C	65	3.70	1.92	เนื้อปลิงพองน้อยลง ยุ่ย มีกลิ่นเหม็น กระป๋องมีคราบเหมือนนกกกรดกัด
เกลือ 1% กรดซิตริก 3%	199B	>100	2.39	10.78	เนื้อปลิงพองน้อยมาก ยุ่ยมากที่สุด มีกลิ่นเหม็นมาก กระป๋องมีคราบเหมือนนกกกรดกัดเช่นเดียวกัน

จากตารางที่ 6 พบว่าปลิงทะเลที่บรจุในสารละลายน้ำเกลือเพียงอย่างเดียวยังไม่มีการผสมกับกรดซัลฟิวริก จะให้ลักษณะปรากฏที่ดีที่สุด คือ มีเนื้อปลิงพองเต็มกระป๋อง ไม่ยุ่ย ไม่มีกลิ่นเหม็น แสดงดังรูปที่ 2 มีความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม คือ 7.13 มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดต่ำที่สุด คือ 0.04 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลิงทะเลที่บรจุในสารละลายน้ำเกลือผสมกับกรดซัลฟิวริกจะให้ลักษณะปรากฏที่ไม่ดี คือ มีลักษณะเนื้อยุ่ยแสดงดังรูปที่ 3 ยิ่งมีเปอร์เซ็นต์ของกรดซัลฟิวริกมากยิ่งมีการพองตัวน้อยลง มีความเป็นกรด-ด่างลดลง และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเพิ่มมากยิ่งขึ้น มีกลิ่นเหม็น ไม่เหมาะกับการนำมาบริโภค สำหรับสีของสารละลาย พบว่ามีสีใกล้เคียงกันทั้งที่มีการเติมกรดซัลฟิวริก และไม่มีการเติม คือน้ำจะมีสีน้ำตาลอ่อน เมื่อเทียบกับแผ่นสีมาตรฐานของมันเชลในชุด Greyed brown มีค่า 199B และ 199C โดยสี 199C จะมีสีเข้มกว่าเล็กน้อย



รูปที่ 2 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์เมื่อบรจุในน้ำเกลือ 1 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเก็บไว้ 1 สัปดาห์



รูปที่ 3 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์เมื่อบรรจุในน้ำเกลือ 1 เปอร์เซ็นต์ และกรดซิตริก 3 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเก็บไว้ 1 สัปดาห์

1.3 การศึกษาการใช้เวลาที่เหมาะสมต่อการฆ่าเชื้อในการแปรรูปปลิงทะเลกระป๋อง จากการศึกษากการแผ่กระจายความร้อนของปลิงทะเลกระป๋อง พบว่าลักษณะของการแผ่กระจายความร้อนเป็นแบบกราฟหัก ดังนั้นจึงใช้สูตร

$$B = f_n \cdot \log jI + (f_e - f_n) \cdot \log g_{\text{bn}} - f_e \cdot \log g$$

ในการคำนวณเวลาฆ่าเชื้อ (ภาคผนวก ค.) และพบว่าต้องใช้เวลาในการฆ่าเชื้อ 14.94 นาที ดังนั้นจึงเลือกใช้เวลาในการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋อง เท่ากับ 15 นาที ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เพียงพอที่จะสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ชนิด Clostridium botulinum ได้

2. การศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋องทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

2.1 การตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพของปลิงทะเลกระป๋อง แสดงผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงคุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋อง

คุณลักษณะทางกายภาพ	-
สูญญากาศ (Vacuum, นิ้วของปรอท)	10
Head space (นิ้ว)	13/32
น้ำหนักทั้งหมด (Total weight, กรัม)	650
น้ำหนักสุทธิ (Net weight, กรัม)	570
น้ำหนักบรรจุ (Drain weight, กรัม)	260
ลักษณะกระป๋องภายนอก	ปกติ*
ลักษณะกระป๋องภายใน	ปกติ**
สี (Muncell)	199B***
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7
เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Salometer)	70

* ไม่มีการบวม หรือบยุบ ไม่มีสนิมที่ตัว ฝา และก้นกระป๋อง รวมทั้งที่ตะเข็บด้านบน ด้านล่าง และด้านข้าง

** ไม่มีรอยถลอก และการหลุดลอกของฉุบูก และไม่มีสนิมเกิดขึ้นทั้งที่ตะเข็บ และบริเวณทั่วไปในกระป๋อง

*** สี Greyed brown

จากตารางที่ 7 พบว่าปลิงทะเลกระป๋องมีคุณลักษณะทางกายภาพดังนี้ คือ มีสูญญากาศเท่ากับ 10 นิ้วของปรอท Head space 13/32 นิ้ว น้ำหนักทั้งหมด 650 กรัม น้ำหนักสุทธิ 570 กรัม คิดเป็น 99 เปอร์เซ็นต์ ของความจุกระป๋อง (ความจุกระป๋อง เท่ากับ 655

ลูกบาศก์เซนติเมตร) น้ำหนักบรรจุ 260 กรัม คิดเป็น 45 เปอร์เซ็นต์ ของความจุกระป๋อง มีลักษณะภายนอก และภายในกระป๋องปกติ คือ กระป๋องไม่บวม ไม่บุบ ไม่มีสนิมที่บริเวณทั่วไป และที่ตะเข็บด้านบน ด้านล่าง และด้านข้าง ทั้งภายนอกและภายในกระป๋อง ภายในกระป๋องไม่มีการถลอกหรือหลุดลอกของดีบุก สีของน้ำเกลือเมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นเทียบสีมาตรฐานของมินเชลในชุด Greyed brown มีค่า 199B ซึ่งเป็นสีน้ำตาลอ่อน ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7 และมีเปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายน้ำได้ 70 เปอร์เซ็นต์

2.2 การตรวจสอบคุณลักษณะทางเคมีของปลิงทะเลกระป๋อง แสดงผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงคุณลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋อง

คุณลักษณะทางเคมี	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเปียก
ความชื้น	80.55
เถ้า	1.28
โปรตีน	14.18
ไขมัน	0.99
คาร์โบไฮเดรต	3.00

จากตารางที่ 8 พบว่าปลิงทะเลกระป๋องมีคุณลักษณะทางเคมีดังนี้ คือ มีปริมาณความชื้น 80.55 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า 1.28 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีน 14.18 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไขมัน 0.99 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณคาร์โบไฮเดรต 3.00 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักเปียก ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับปลิงทะเลสด คือมีปริมาณความชื้นประมาณ 82.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้าประมาณ 3.4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีนประมาณ 10.9 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไขมันประมาณ 0.02 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณคาร์โบไฮเดรต 3.10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเปียก (ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยระหว่างปลิงดำและปลิงขาว)

2.3 การตรวจสอบคุณลักษณะทางจุลินทรีย์

เมื่อนำปลิงทะเลกระป๋องมาบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 วัน และบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน พบว่ากระป๋องมีลักษณะปกติไม่เกิดการบวม หลังจากนั้นนำอาหารกระป๋องที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มาตรวจสอบเชื้อ Clostridium sp. และเชื้อ แฟลตซัวร์ชันดิมิโอฟิลิก ปรากฏว่าไม่พบเชื้อทั้งสองชนิดนี้

3. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋อง

จากการทดลองนำปลิงทะเลบรรจุกระป๋อง และปลิงทะเลสดมาให้ผู้บริโภคจำนวน 10 คนชิม โดยนำมาปรุงอาหารเป็นปลิงทะเลน้ำแดง และไม่ได้ปรุงเป็นอาหาร คือ อยู่ในรูปปลิงต้มธรรมดา ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 9 และ 10

ตารางที่ 9 แสดงคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋องและปลิงทะเลสด ที่นำมาปรุงอาหาร (ปลิงทะเลน้ำแดง)

คุณภาพที่ตรวจสอบ	คะแนนเฉลี่ย	
	ปลิงทะเลกระป๋อง	ปลิงทะเลสด
สี	3.8 ^a	3.4 ^a
กลิ่น	4.0 ^c	3.1 ^d
เนื้อสัมผัส	3.0 ^e	2.9 ^e
ความชอบโดยรวม	3.9 ^f	2.8 ^h

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 9 เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ด้วยวิธี RCBD พบว่าลักษณะในด้านสี และ เนื้อสัมผัส ของตัวอย่างทั้ง 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่กลิ่นของตัวอย่างทั้ง 2 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความชอบโดยรวม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋องมีกลิ่นคาวน้อยกว่า และผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋องมากกว่า

ตารางที่ 10 แสดงคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋องและปลิงทะเลสด ที่ไม่นำมาปรุงอาหาร

คุณภาพที่ตรวจสอบ	คะแนนเฉลี่ย	
	ปลิงทะเลกระป๋อง	ปลิงทะเลสด
สี	3.3 ^a	3.3 ^a
กลิ่น	2.6 ^c	3.0 ^c
เนื้อสัมผัส	2.7 ^b	3.0 ^b
ความชอบโดยรวม	3.4 ^d	2.65 ^h

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 10 เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ด้วยวิธี RCBD พบว่าลักษณะในด้านสี กลิ่น และเนื้อสัมผัสของตัวอย่างทั้ง 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่ความชอบโดยรวมพบว่าตัวอย่างทั้ง 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋องมากกว่า

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

การผลิตปลิงทะเลกระป๋องสามารถทำได้โดย นำวัตถุดิบมาล้างน้ำ และบรรจุในสารละลายน้ำเกลือความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ไล่อากาศจนอุณหภูมิถึงกลางกระป๋องเป็น 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 15 นาที ปิดผนึก และนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ภายหลังจากทำให้เย็น และเก็บไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ผลผลิตที่ได้จะมีปริมาณความชื้น 80.55 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า 1.28 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีน 14.18 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไขมัน 0.99 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณคาร์โบไฮเดรต 3.00 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักเปียก ผลผลิตที่มีของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 70 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรดค่า 7.00 สีของน้ำเกลือเมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นเทียบสีมาตรฐานของมินเชลในชุด Greyed brown ได้ค่า 199B ซึ่งเป็นสีน้ำตาลอ่อน คุณภาพในด้านสี กลิ่น และเนื้อสัมผัส เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สำหรับการทดสอบทางจุลินทรีย์โดยนำมาตรวจหาเชื้อ Clostridium sp. และเชื้อฟเลตซาร์ชนิดมีโซฟิลิก พบว่าไม่พบเชื้อทั้งสองในผลผลิตที่นำมาตรวจสอบ

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากผู้วิจัยไม่มีข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับขั้นตอนการแปรรูปปลิงทะเลสด มาเป็นปลิงทะเลตากแห้ง ดังนั้นจึงไม่อาจกล่าวได้ว่าวิธีการนี้จะใช้ได้ผลกับปลิงทะเลตากแห้งโดยทั่วไป
2. ลักษณะของผลผลิตปลิงทะเลกระป๋องที่ดี เนื้อปลิงควรมีลักษณะเหนียว แต่ไม่เละ การตัดคุณภาพวัตถุดิบจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้ผลิตต้องคำนึงถึง ซึ่งลักษณะวัตถุดิบที่ดีควรเป็นชิ้นที่ค่อนข้างหนาและมีสีดำ แต่ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยไม่สามารถตัดคุณภาพของวัตถุดิบได้ เนื่องจากความจำกัดในด้านปริมาณของวัตถุดิบ จึงต้องใช้วัตถุดิบละลายกันในแต่ละกระป๋อง จึงทำให้เกิดความไม่สม่ำเสมอของผลผลิตในกระป๋องเดียวกัน
3. ควรศึกษาถึงอายุการเก็บของผลผลิต และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผลผลิตเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน

เอกสารอ้างอิง

- กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2535. *กระบวนการแปรรูปอาหาร*. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร. 797 น.
- ดวงดล ดีเลิศ และ กัทธิดา พูลพัฒน์. 2534. *ไส้พวยจากมะพูด และไส้พวยจากลูกหม่อนบรรจุกระป๋อง*. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.
- ทนง ภัครษ์พันธ์. 2524. *การใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูป*. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- ประเสริฐ สายสิทธิ์. 2514. *ผลิตภัณฑ์ประมงและหลักการถนอม*. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, กรุงเทพฯ. 348 น.
- พอใจ ลิมพันธ์อุดม. 2535. *เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติและการควบคุมคุณภาพ*. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร. 114 น.
- มีทนา แสงจินดาวงษ์. 2523. *ปลิงทะเลของไทย*. *วารสารการประมง*. 33(1)25 - 32.
- วิชัย หฤทัยนาสันต์. 2523. *หลักการถนอมอาหารโดยใช้ความร้อน*. ในรายงานการสัมมนาทางวิชาการเรื่อง เทคโนโลยีอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง, 14 - 19 มกราคม 2523. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. *วิศวกรรมแปรรูปอาหาร : การถนอมอาหาร*. โอ.เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพมหานคร. 284 น.
- วรรณมา ตั้งเจริญชัย. 2535. *เอกสารประกอบการสอนวิชาปฏิบัติการชีวเคมีอาหาร*. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.
- A.O.A.C. 1984. *Official Method of Analysis*. Association of official analytical chemist. 15th edition, Washington DC. 1141 pp.
- Ball, C.O. 1923. *Thermal process time for canned foods*. Natl. Research council, 7, Part 1, No. 37. 76 pp.

Chang-Lee, M.V., Price, R.J. and Lampila, L.E. 1989. Effect of Processing on Proximate Composition and Mineral Content of Sea Cucumbers (*Parastichopus spp.*). *J. Food sci.* 54(3), 567 - 568 , 572.

Desrosier, N.W. and Desrosier, J.N. 1977. *The Technology of Food Preservation*. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut. 558 pp.

National Canners Association. 1968. *Laboratory Manual for Food Canners and Processors*. Vol. I. The AVI Publishing Co., Westport, Connecticut.

Pflug, I.J. 1987. Factors Important in Determining the Heat Process Value, F_T , for Low-Acid Canned Foods. *J. Food Protection*. 50(6) 528 - 533.

การตรวจ

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์ความชื้นของปลิงทะเลตากแห้ง

1. อุปกรณ์

- 1.1 ภาชนะอลูมิเนียม (Aluminium can)
- 1.2 ตู้อบ (Hotair oven) WTB รุ่น E 53
- 1.3 โถดูดความชื้น (Desiccator)
- 1.4 เครื่องชั่งละเอียด Mettler รุ่น AE 50
- 1.5 เครื่องบด (Blender)

2. วิธีวิเคราะห์

2.1 นำภาชนะอลูมิเนียมที่สะอาดมาทำให้แห้ง โดยเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วนำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น

2.2 นำมาชั่งน้ำหนักอย่างละเอียดทำซ้ำเช่นนี้อีกจนได้น้ำหนักคงที่ของภาชนะ จดน้ำหนักไว้

2.3 นำตัวอย่างปลิงทะเลที่บดละเอียดแล้วใส่ลงในภาชนะอลูมิเนียม ซึ่งให้ได้น้ำหนักประมาณ 3 - 6 กรัม จดน้ำหนักที่แน่นอนไว้

2.4 นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 70 - 80 องศาเซลเซียส นาน 15 - 20 ชั่วโมง

2.5 เมื่อแห้งดีแล้วนำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนัก ทำเช่นนี้อีกจนได้น้ำหนักคงที่ของตัวอย่างและภาชนะอลูมิเนียมรวมกัน น้ำหนักที่หายไป คือน้ำหนักของความชื้น

2.6 คำนวณหาร้อยละของความชื้นได้จากสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละของความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้}} \times 100$$

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด

1. อุปกรณ์

- 1.1 เครื่องชั่งละเอียด
- 1.2 ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask)
- 1.3 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
- 1.4 ปิเปต (Pipette)
- 1.5 บิวเรต (Burette)
- 1.6 เครื่องชั่งหยาบ

2. สารเคมี

- 2.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล (0.1 N. NaOH)
- 2.2 ฟีนอล์ฟทาลีน 1 เปอร์เซ็นต์ (1% Phenolphthalein)
- 2.3 โพแทสเซียม พทาเลต (Potassium phthalate, $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$)

3. วิธีวิเคราะห์

- 3.1 เตรียมสารละลาย 0.1 N. NaOH โดย

3.1.1 ชั่ง NaOH หนักประมาณ 4 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นในบีกเกอร์ ปิดด้วยกระจกนาฬิกา (Watch-glass) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นในขวดวัดปริมาตร ขนาด 1 ลิตร

3.1.2 ชั่งโพแทสเซียม พทาเลต ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทำให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้ว ด้วยเครื่องชั่งละเอียด 0.6000 - 0.7000 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 50 - 75 มิลลิลิตร

3.1.3 หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลายโพแทสเซียม พทาเลต จำนวน 2 หยด แล้วนำไปไตเตรตกับสารละลาย NaOH ที่บรรจุอยู่ในบิวเรต จนสารละลายโพแทสเซียม พทาเลต เปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน

3.1.4 คำนวณความเข้มข้นของสารละลาย NaOH ได้จากสูตรดังนี้

$$\text{Normality NaOH} = \frac{\text{น้ำหนัก (กรัม) KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4}{\text{ml. NaOH} \times 204.229} \times 1000$$

3.2 เตรียมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1 เปอร์เซ็นต์ โดยชั่งฟีนอล์ฟทาลีน 1 กรัม ละลายในแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิตร ด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์

3.3 ใ้ปิเปตดูดตัวอย่าง 10 มิลลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิตร หยด ฟีนอล์ฟทาลีน 1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 - 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน

3.4 นำตัวอย่างไปไตเตรตกับสารละลาย NaOH ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนแล้ว จน สารละลายตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน และตั้งทิ้งไว้นาน 1 นาที สีไม่เปลี่ยนแปลง นั่นคือจุดยุติ (End point) นำปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้ไป

คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% Acidity) ตามสูตรดังต่อไปนี้

$$\% \text{ Acidity} = \frac{\text{ml. NaOH} \times \text{N. NaOH} \times \text{Eq. wt. of acid}}{\text{ml. of sample}} \times 100$$

Equivalent weight of citric acid = 174.05

ภาคผนวก ค.

การศึกษาการแผ่กระจายความร้อนในผลิตภัณฑ์ และการคำนวณเวลาในการให้ความร้อน

1. ข้อมูลแสดงอุณหภูมิและเวลาของจุดที่ร้อนช้าที่สุด

ตารางผนวกที่ ค.1 แสดงอุณหภูมิและเวลาของจุดที่ร้อนช้าที่สุดของกระป๋องทั้งสาม และค่าเฉลี่ย หน่วยเป็นองศาฟาเรนไฮต์

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ			เฉลี่ย
	กระป๋องที่ 1	กระป๋องที่ 2	กระป๋องที่ 3	
0	116.24	117.32	108.86	114.14
2	113.00	115.34	107.42	111.92
4	114.08	115.88	109.04	113.00
6	118.04	120.74	115.70	118.16
8	126.86	130.64	125.96	127.82
10	141.98	145.94	143.24	143.72
12	159.62	161.78	161.78	161.06
*14	175.28	176.36	177.62	176.42
16	189.32	119.50	192.20	190.34
18	203.54	209.12	207.32	206.66
**19	210.74	210.92	214.70	212.12
20	218.12	218.12	220.82	219.02
22	229.28	228.56	231.44	229.76
24	236.30	236.12	237.38	236.60

ตารางผนวกที่ ค.1 (ต่อ)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ			
	กระป๋องที่ 1	กระป๋องที่ 2	กระป๋องที่ 3	เฉลี่ย
26	240.44	240.08	240.98	240.50
28	242.96	242.42	244.04	243.14
30	244.58	244.22	245.30	244.70
32	245.84	245.48	246.38	245.90
34	246.38	246.20	246.74	246.44
36	246.38	246.20	246.74	246.44
38	246.74	246.56	247.10	246.80
40	247.64	247.64	248.00	247.76
42	248.00	247.82	248.00	247.94
44	247.64	247.46	247.64	247.58
46	247.64	247.46	247.82	247.64
48	247.82	247.82	248.36	248.00
***49	248.18	248.18	248.72	248.36
50	246.56	246.74	247.64	246.99
52	230.00	235.76	241.52	235.76
54	218.66	228.38	234.32	227.12
56	215.60	226.04	232.52	224.72
58	-	-	-	-
60	-	-	-	-
62	200.30	217.58	222.26	213.38
64	124.00	143.78	142.34	136.71

ตารางผนวกที่ ค.1 (ต่อ)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ			
	กระป๋องที่ 1	กระป๋องที่ 2	กระป๋องที่ 3	เฉลี่ย
66	113.00	126.14	126.50	121.88
68	100.04	106.34	107.24	104.54

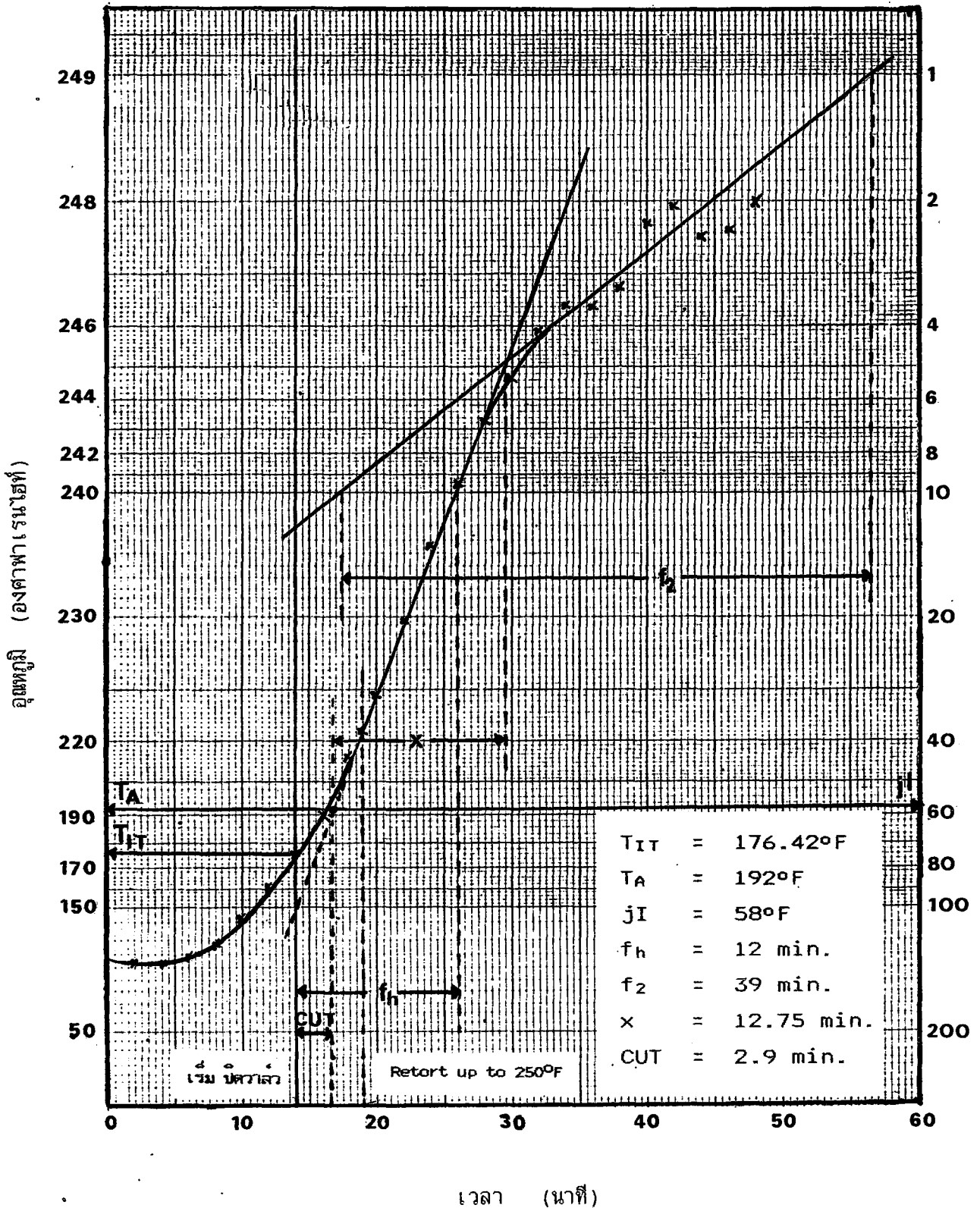
* เวลาที่เปิดวาล์วของหม้อน้ำความดัน

** เวลาที่ความดันของหม้อน้ำความดันเป็น 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

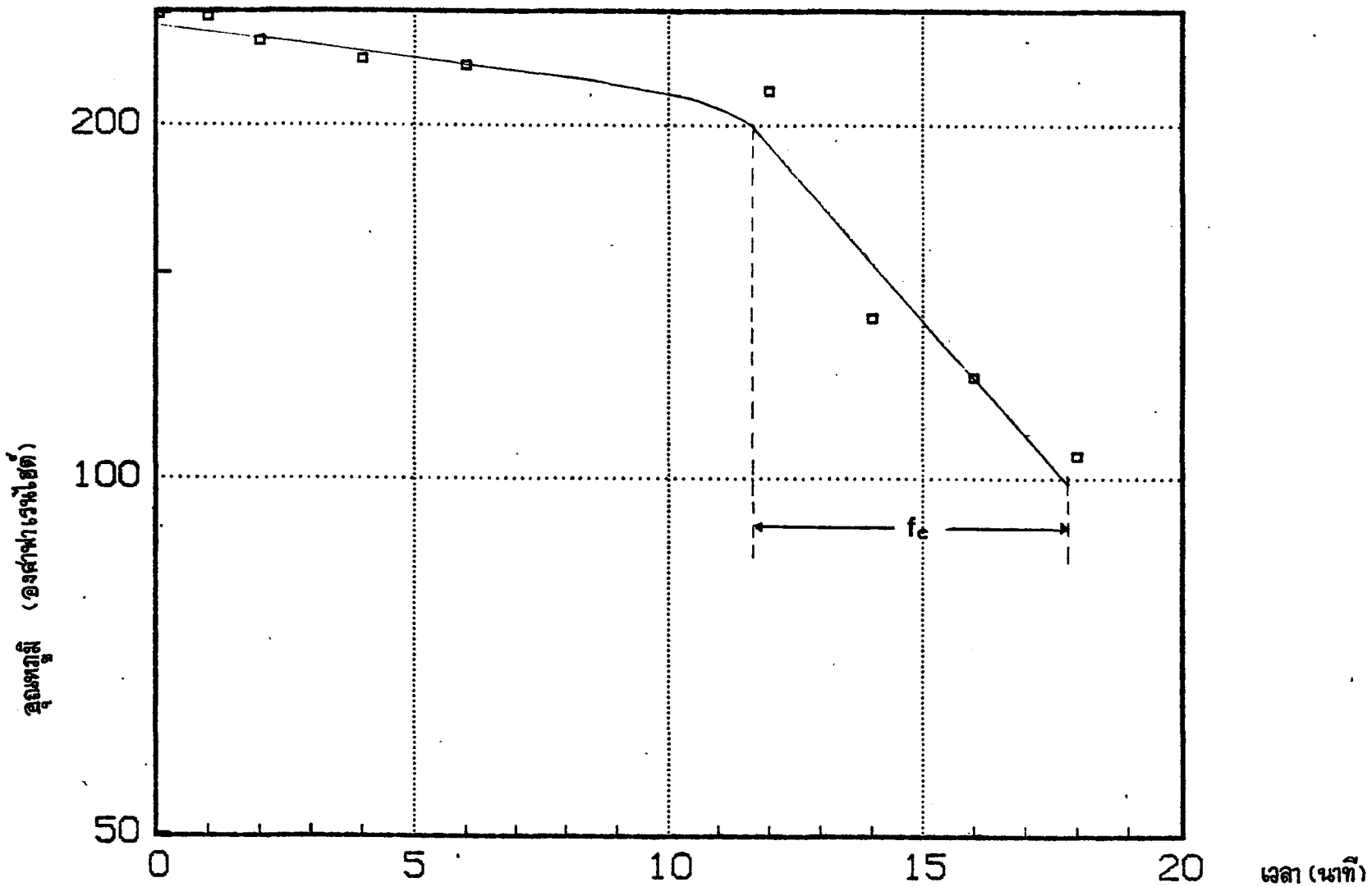
*** เวลาที่หยุดให้ความร้อน และเปิดวาล์วของหม้อน้ำความดัน

นำข้อมูลอุณหภูมิและเวลามาเขียนลงในกราฟ semi-log ได้กราฟดังรูปที่ ค.1 และ

ค.2



รูปที่ ค.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และเวลาในการให้ความร้อน ใน
 ขบวนการแปรรูปปลิงทะเลกระป๋อง



รูปที่ ค.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการทำให้เย็น ในขบวนการแปรรูปปลิงทะเลกระป๋อง

2. ศัพท์ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

Z คือความลาดเอียงของ Thermal Death Time (T.D.T) curve ค่าของ Z เป็นจำนวนองศาฟาเรนไฮต์ ที่กราฟผ่านหนึ่ง logarithmic cycle

F เป็นจำนวนนาทีที่ต้องใช้สำหรับทำลายจุลินทรีย์จำนวนหนึ่ง ที่อุณหภูมิ และค่า Z ที่กำหนดให้ค่าของ F มักเขียนให้มีตัวเลขกำกับทั้งข้างบนและข้างล่าง เช่น F_{250}^{20} ซึ่งแสดงว่าเวลาที่กำหนดให้ นั้น เป็นเวลาที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ ที่อุณหภูมิ 250 องศาฟาเรนไฮต์ เมื่อ Z มีค่า 20

F_0 เป็นสัญลักษณ์ซึ่งแสดงถึงจำนวนนาทีที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ ที่ 250 องศาฟาเรนไฮต์ เมื่อ Z มีค่าเท่ากับ 18 (หรือจะเขียนว่า F_{250}^{18} ก็ได้) Z = 18 มักจะใช้กับ Clostridium botulinum และเมื่ออาหารบรรจุกระป๋องนั้นไม่ได้หากกราฟ T.D.T ไว้

T_{IT} คืออุณหภูมิตั้งต้นของอาหารกระป๋อง

T_{RT} คืออุณหภูมิของหม้อนึ่งความดัน

T_{CW} คืออุณหภูมิของน้ำที่ใช้ทำให้กระป๋องเย็น

CUT คือเวลาเป็นนาทีที่หม้อจะต้องใช้เพื่อให้ร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิที่ต้องการ

j คือค่า log factor = jI/I

I เท่ากับ $T_{RT} - T_{IT}$

f_n คือความลาดเอียงของส่วนที่เป็นเส้นตรงของ Heat Penetration Curve ก่อนกราฟหักค่าของ f_n เป็นจำนวนนาทีที่กราฟดังกล่าวเคลื่อนที่ผ่านหนึ่ง logarithmic cycle

f_2 คือความลาดเอียงของส่วนที่เป็นเส้นตรงหลังกราฟหัก เป็นจำนวนนาทีที่กราฟหักเคลื่อนที่ผ่านหนึ่ง logarithmic cycle

f_c คือความลาดเอียงของกราฟเมื่อกระป๋องเย็นตัวลง

F_1 คือจำนวนนาทีที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ เมื่อ $F = 1.0$

$$F_1 = \log^{-1} [(T - T_{RT})/Z]$$

U คือเวลาเป็นนาทีที่ทำลายจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิของหม้อนึ่งความดัน $F \cdot F_1 = U$

B คือเวลาที่ต้องใช้ในการให้ความร้อนอาหารกระป๋องทั้งหมด

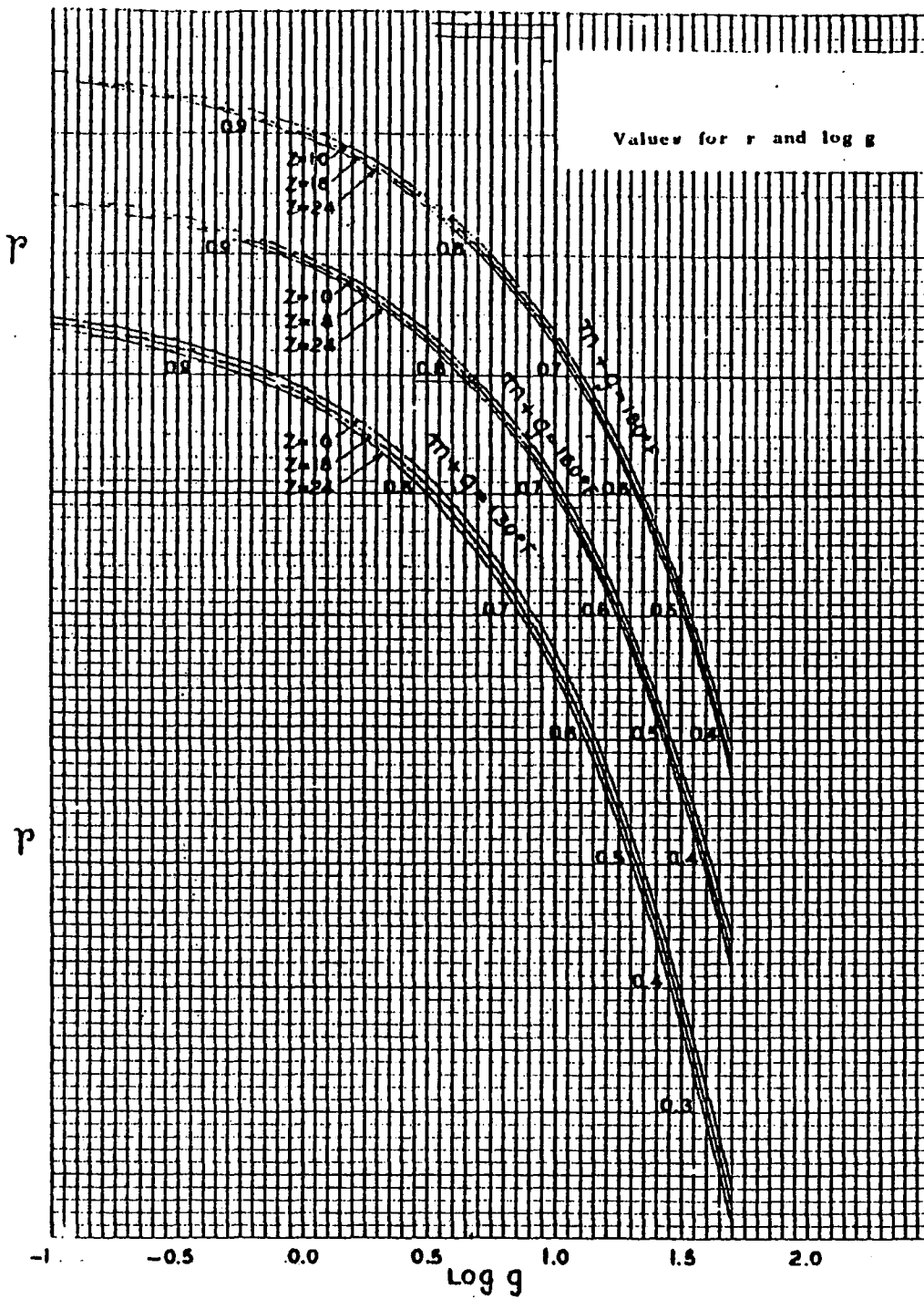
3. การคำนวณเวลาในการให้ความร้อน

จากกราฟในรูปที่ ค.1 และ ค.2 สามารถคำนวณเวลาฆ่าเชื้อได้ดังนี้

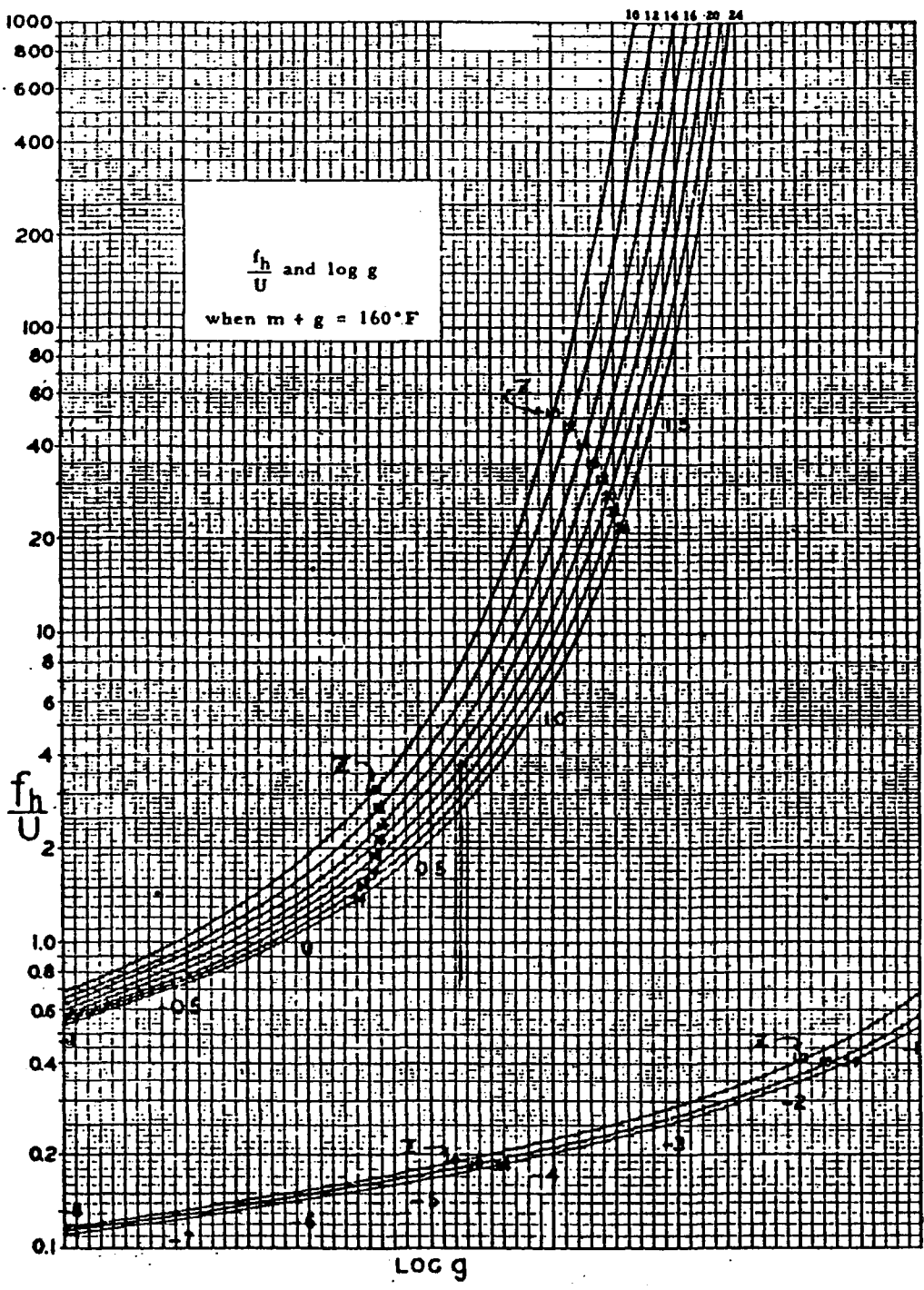
$j = 0.79$ $f_h = 26 - 14 = 12 \text{ min.}$ $f_z = 56.5 - 17.5 = 39 \text{ min.}$ $f_c = 6.059 \text{ min.}$ $x = 29.5 - 16.75 = 12.75 \text{ min.}$	$Z = 18$ $F_o = 5$ $m + g = T_{RT} - T_{CW} = 160$ $T_{RT} = 250^\circ\text{F}$ $T_{IT} = 176.42^\circ\text{F}$
$I = T_{RT} - T_{IT}$ jI F_1 (จากตารางผนวกที่ ค.2) $\log g_{bh} = \log jI - x/f_h$ r_{bh} (จากกราฟรูปที่ ค.3) f_h/U_{bh} (จากกราฟรูปที่ ค.4) f_c/f_z $f_z - f_h$ $f_h = \frac{f_z}{5}$ $U = \frac{F \cdot F_1 + r_{bh}(f_z - f_h)}{f_h/U_{bh}}$ $\log g$ (จากกราฟรูปที่ ค.4) ถ้า f_c/f_z ไม่เท่ากับ 1 ค่า $\log g$ ที่ถูกต้องหาได้จาก $\log g = \log g - 0.07(1 - f_c/f_z)$ $f_z(\log g_{bh} - \log g)$ $B = x + f_z(\log g_{bh} - \log g)$ เวลาที่ใช้จริง	$250 - 176.42 = 73.58$ $0.79 \times 73.58 = 58$ 1 $\log 58 - 12.75/12 = 0.701$ 0.79 4.5 $6.059/39 = 0.155$ $39 - 12 = 27$ $\frac{39}{5} = 4.004$ $(5 \times 1) + \frac{0.79 \times 27}{4.5}$ 4.5 0.65 $0.65 - 0.07(1 - 0.155) = 0.591$ $39(0.701 - 0.591) = 4.29$ $12.75 + 4.29 = 17.04 \text{ min.}$ $17.04 - (0.42 \times 5) = 14.94 \text{ min.}$

ตารางผนวกที่ ค.2 แสดงค่า F_1 เมื่อ $F_{250} = 1$ (อุณหภูมิ 212-260 องศาฟาเรนไฮต์)

R. T. °F.	z = 23	z = 22	z = 21	z = 20	z = 19	z = 18	z = 17	z = 16	z = 15	z = 14	z = 13	z = 12
260	.3674	.3511	.3340	.3162	.2976	.2783	.2581	.2371	.2154	.1931	.1701	.1464
259	.4061	.3898	.3728	.3548	.3360	.3161	.2955	.2740	.2512	.2276	.2040	.1780
258	.4490	.4329	.4160	.3981	.3793	.3594	.3380	.3162	.2929	.2683	.2424	.2152
257	.4962	.4806	.4640	.4467	.4281	.4084	.3874	.3650	.3414	.3167	.2900	.2613
256	.5484	.5336	.5179	.5012	.4833	.4640	.4430	.4210	.3980	.3727	.3460	.3161
255	.6064	.5926	.5780	.5623	.5456	.5275	.5080	.4870	.4642	.4390	.4124	.3829
254	.6701	.6579	.6449	.6310	.6158	.5994	.5821	.5623	.5410	.5179	.4930	.4632
253	.7408	.7307	.7197	.7079	.6952	.6813	.6650	.6490	.6310	.6103	.5879	.5620
252	.8186	.8111	.8031	.7943	.7848	.7743	.7626	.7499	.7356	.7210	.7028	.6805
251	.9046	.9005	.8962	.8913	.8858	.8798	.8738	.8660	.8578	.8481	.8376	.8247
250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
249	1.105	1.110	1.116	1.122	1.129	1.136	1.145	1.154	1.166	1.179	1.194	1.212
248	1.222	1.233	1.245	1.259	1.274	1.292	1.311	1.334	1.359	1.390	1.425	1.464
247	1.350	1.369	1.390	1.413	1.438	1.468	1.501	1.540	1.584	1.638	1.702	1.780
246	1.492	1.520	1.551	1.585	1.624	1.668	1.719	1.778	1.848	1.931	2.031	2.152
245	1.650	1.688	1.730	1.778	1.833	1.896	1.968	2.054	2.154	2.276	2.424	2.613
244	1.824	1.874	1.931	1.995	2.069	2.154	2.252	2.371	2.512	2.683	2.900	3.161
243	2.016	2.082	2.154	2.239	2.335	2.448	2.580	2.740	2.929	3.167	3.460	3.829
242	2.228	2.310	2.404	2.512	2.637	2.783	2.955	3.162	3.414	3.727	4.104	4.632
241	2.457	2.565	2.683	2.818	2.976	3.161	3.380	3.650	3.980	4.390	4.930	5.620
240	2.721	2.848	2.994	3.162	3.360	3.594	3.874	4.210	4.642	5.179	5.879	6.805
239	3.008	3.162	3.340	3.548	3.793	4.084	4.430	4.870	5.410	6.103	7.028	8.247
238	3.325	3.511	3.728	3.981	4.281	4.640	5.080	5.623	6.310	7.210	8.376	10.00
237	3.674	3.898	4.160	4.467	4.833	5.275	5.821	6.490	7.356	8.481	10.00	12.12
236	4.061	4.329	4.640	5.012	5.456	5.994	6.650	7.499	8.578	10.00	11.94	14.64
235	4.490	4.806	5.179	5.623	6.158	6.813	7.626	8.660	10.00	11.79	14.25	17.80
234	4.962	5.336	5.780	6.310	6.952	7.743	8.738	10.00	11.66	13.90	17.02	21.52
233	5.484	5.926	6.449	7.079	7.848	8.798	10.00	11.54	13.59	16.38	20.31	26.13
232	6.064	6.579	7.197	7.943	8.858	10.00	11.45	13.34	15.84	19.31	24.24	31.61
231	6.701	7.307	8.031	8.913	10.00	11.36	13.11	15.40	18.48	22.76	29.00	38.29
230	7.408	8.111	8.962	10.00	11.29	12.92	15.01	17.78	21.54	26.83	34.55	46.32
229	8.186	9.005	10.00	11.22	12.74	14.68	17.19	20.54	25.12	31.67	41.24	56.20
228	9.046	10.00	11.16	12.59	14.38	16.68	19.68	23.71	29.29	37.27	49.30	68.05
227	10.00	11.10	12.45	14.13	16.24	18.96	22.52	27.40	34.14	43.90	58.79	82.47
226	11.05	12.33	13.90	15.85	18.33	21.54	25.80	31.62	39.80	51.79	70.28	100.0
225	12.22	13.69	15.51	17.78	20.69	24.48	29.55	36.50	46.42	61.03	83.76	121.2
224	13.50	15.20	17.30	19.95	23.35	27.83	33.80	42.10	54.10	72.10	100.0	146.4
223	14.92	16.88	19.31	22.39	26.37	31.61	38.74	48.70	63.10	84.18	119.4	178.0
222	16.50	18.74	21.54	25.12	29.76	35.94	43.30	56.23	73.56	100.0	142.5	215.2
221	18.24	20.82	24.04	28.18	33.60	40.84	50.80	64.90	85.78	117.9	170.2	261.3
220	20.16	23.10	26.83	31.62	37.93	46.40	58.21	74.99	100.0	139.0	203.1	316.1
219	22.28	25.65	29.94	35.48	42.81	52.75	66.50	86.60	116.6	163.8	242.4	382.9
218	24.57	28.48	33.40	39.81	48.33	59.94	76.26	100.0	135.9	193.1	290.0	463.2
217	27.21	31.62	37.28	44.67	54.56	68.13	87.38	115.4	158.4	227.6	345.5	562.0
216	30.08	35.11	41.60	50.12	61.58	77.43	100.0	133.4	184.8	268.3	412.4	680.5
215	33.25	38.98	46.40	56.23	69.52	87.98	114.5	154.0	215.4	316.7	422.4	624.7
214	36.74	43.29	51.79	63.10	78.48	100.0	131.1	177.8	251.2	372.7	587.9	1000
213	40.61	48.06	57.80	70.79	88.58	113.6	150.1	205.4	292.9	439.0	702.8	1212
212	44.90	53.36	64.50	79.43	100.0	129.2	171.9	237.1	341.4	517.9	837.6	1464



รูปที่ ค.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง r กับ log g



รูปที่ ค.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง f_h/U กับ $\log g$ ที่ $m+g = 160^\circ\text{F}$

ภาคผนวก ง.

การตรวจสอบคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ปลิงทะเลกระป๋อง

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1.1 ตู้เพาะเชื้อ (incubator)
- 1.2 หม้อนึ่งความดัน (autoclave)
- 1.3 เครื่องอิงน้ำ (water bath)
- 1.4 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
- 1.5 เครื่องชั่ง
- 1.6 ตะเกียง (burner)
- 1.7 เครื่องเปิดกระป๋องที่สามารถฉีกฝาได้
- 1.8 ภาชนะเพื่อหึ่งตัวอย่างอาหาร
- 1.9 หลอดทดลองที่มีจุกสำลี หรือฝาเกลียว
- 1.10 เครื่องตีปั่น (stomacher)
- 1.11 ปิเปต (pipette)
- 1.12 ถังสำหรับใส่สารละลายเพื่อเจือจาง และคอนพลาสติกสำหรับใส่ปากถุง
- 1.13 ขวดแก้ว (flask)

2. สารละลายเพื่อเจือจาง อาหารเลี้ยงเชื้อ และวิธีเตรียม

2.1 สารละลายเพื่อเจือจาง

สารละลายเปปโตนหรือละลาย 3 ของน้ำหนักเพื่อเจือจาง (peptone dilution blanks 3.0%)

หึ่งเปปโตนหนัก 3 กรัม ใส่น้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำสารละลายมาใส่ในถุงทนความร้อน

2.2 อาหารเลี้ยงเชื้อและวิธีเตรียม

2.2.1 คุกกี้เนื้อต้ม (cooked meat medium)

หึ่งคุกกี้เนื้อต้ม 1 กรัม ใสลงในหลอดทดลองที่บรรจุน้ำกลั่น 10

ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้มไอล่าภาศนาน 10 นาที แล้วจึงนำมาฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

2.2.2 เดกซ์โทรสทริปโตนบรอมครีซอลเพอร์เฟิลบรอก (dextrose tryptone bromcresol purple broth)

ทริปโตนหรือทริปติเคส (trypticase) 10 กรัม

เดกซ์โทรส (dextrose) 5 กรัม

บรอมครีซอลเพอร์เฟิล (bromcresol purple) 0.04 กรัม

น้ำกลั่น 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในน้ำกลั่นคนให้ละลาย แบ่งใส่หลอดทดลองหลอดละประมาณ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดจุก ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที (ควรมีความเป็นกรด-ด่างสุดท้ายประมาณ 6.8)

3. การตรวจสอบลักษณะทั่วไปของตัวอย่าง

3.1 ตรวจสอบความผิดปกติภายนอกกระป๋อง เช่น บวม บบ เป็นสนิม เป็นต้น (ถ้ากระป๋องบวม ไม่ต้องบ่มและไม่ต้องวิเคราะห์ก็ถือว่าไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้)

3.2 นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ซึ่งผ่านการตรวจข้อ 3.1 เข้าบ่มเพาะเชื้อดังนี้

3.2.1 เนื่องจากปลิงทะเลเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ ให้นำตัวอย่างส่วนหนึ่งมาบ่มที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 ถึง 30 วัน และส่วนที่เหลือบ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ถึง 10 วัน

3.2.2 ในกรณีที่กระป๋องบวม หรือมีลักษณะผิดปกติเกิดขึ้นระหว่างการบ่มเพาะเชื้อ ไม่ต้องนำมาวิเคราะห์ (ถือว่าไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้)

3.3 หลังจากบ่มจนครบตามกำหนดแล้ว ให้ทำการตรวจสอบดังนี้

3.3.1 ล้างตัวอย่างให้สะอาดด้วยสบู่และน้ำ เช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด เช็ดฝากระป๋องให้ทั่วด้วยเอทานอล แล้วลนด้วยเปลวไฟจากตะเกียง ใช้เครื่องเปิดกระป๋องที่ลนไฟร้อนจัดเพื่อฆ่าเชื้อ เปิดกระป๋องออกให้กว้างพอที่จะนำอาหารออกมาวิเคราะห์ได้ ถ้าเป็นของเหลว ให้เจาะรูโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 ถึง 2 เซนติเมตร

3.3.2 คุณลักษณะอาหารทั่วไปภายหลังการบ่ม ดังนี้

3.3.2.1 สี

3.3.2.2 กลิ่น

3.3.2.3 ลักษณะอาหาร

3.3.2.4 ความเป็นกรด-ด่าง

ถ้าอาหารมีลักษณะดังกล่าวข้างต้นเปลี่ยนไปจากเดิมจนผิดปกติ อย่างไม่เห็นได้ชัด ให้ถือว่าผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องทั้งหมดไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

3.4 ถ้าอาหารผ่านการตรวจสอบตามข้อ 3.3 แล้ว ไม่ผิดปกติ ให้นำไปวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ต่อไป

4. การเตรียมตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์

ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว แบ่งตัวอย่างปริมาณพอควรจากส่วนกลางของกระป๋องใส่ลงในหลอดแก้วหรือขวดแก้วปราศจากเชื้อ แล้วเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ซ้ำหรือทดสอบพิษซึ่งอาจมีในอาหารนั้น ส่วนที่เหลือใช้สำหรับวิเคราะห์จุลินทรีย์ ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์มาจากส่วนกลางของกระป๋องทุกครั้ง ในกรณีที่อาหารไม่เป็นเนื้อเดียวกันให้ใช้เครื่องตีปั่น ก่อนนำไปวิเคราะห์

5. วิธีวิเคราะห์

5.1 แพลตซัวร์ (flat sour) ชนิดมีโซฟิลิก (mesophilic)

นำตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ลงในถุงที่บรรจุสารละลายเจือจางเปปโตน 225 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว แล้วนำไปตีปั่นด้วยเครื่องตีปั่น จากนั้นนำมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อบรอมครีซอลเพอร์เฟิลบรอก จำนวน 4 หลอด บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ถ้ามีเชื้อพวกแพลตซัวร์ จะทำให้เกิดกรดขึ้น ซึ่งจะเปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อจากสีม่วงเป็นสีเหลือง

5.2 Clostridium sp.

นำตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ลงในถุงที่บรรจุสารละลายเจือจางเปปโตน 225 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว แล้วนำไปตีปั่นด้วยเครื่องตีปั่น จากนั้นนำมา 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อคูกมีตมีเดียม จำนวน 4 หลอด แล้วเทพาราฟิน

หรืออะการที่ปราศจากเชื้อที่บิวดหน้าอาหารในหลอดทั้ง 4 หรือจะใส่โถสุญญากาศ (anaerobic jar) ก็ได้ บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส 72 ถึง 96 ชั่วโมง ถ้ามีเชื้อ Clostridium sp. จะทำให้เกิดก๊าซขึ้น ซึ่งจะสังเกตได้จากการเคลื่อนที่ขึ้นของพาราฟิน หรือ อะการที่เทที่บิวดหน้า

ภาคผนวก จ.

ตัวอย่างแบบสอบถามที่ใช้ในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ชื่อ _____ อายุ _____ เพศ _____ วันที่ทดสอบ _____

ตัวอย่าง ปลิงทะเล

คำแนะนำ จงทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างทั้งสอง แล้วทำเครื่องหมาย / ให้ตรงกับ

ความรู้สึกของท่านให้มากที่สุด

1. สีของเนอปลิง

สี	128	394
ชอบมากที่สุด	_____	_____
ชอบ	_____	_____
เฉย ๆ	_____	_____
ไม่ชอบ	_____	_____
ไม่ชอบมากที่สุด	_____	_____

2. กลิ่นของเนอปลิง

กลิ่น	128	394
ความมากที่สุด	_____	_____
ความมาก	_____	_____
ความ	_____	_____
ความเล็กน้อย	_____	_____
ไม่ความเลย	_____	_____

3. เนื้อสัมผัส

เนื้อสัมผัส	128	394
แข็งมากเกินไป	_____	_____
แข็งมาก	_____	_____
ไม่นิ่ม และไม่แข็ง	_____	_____
นิ่ม	_____	_____
นิ่มเกินไป	_____	_____

หมายเหตุ ปกติเนื้อปลิงทะเลที่ท่านชอบมีลักษณะอย่างไร

นิ่ม _____ ไม่นิ่ม ไม่แข็ง _____ แข็ง _____

4. ความชอบโดยรวม

ความชอบโดยรวม	128	394
ชอบมากที่สุด	_____	_____
ชอบ	_____	_____
เฉย ๆ	_____	_____
ไม่ชอบ	_____	_____
ไม่ชอบมากที่สุด	_____	_____

วิจารณ์และเสนอแนะ _____

ขอบคุณค่ะ

ภาคผนวก ฉ.

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ฉ.1 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของเนื้อปลิง ที่ได้จากการนำปลิงทะเลกระป๋องและปลิงทะเลสดมาปรุงอาหาร

Source of variation	SS	d.f.	MS	$F_{\alpha,1}$	$F_{0.05}$
Sample	0.8	1	0.8	1.159*	5.12
Panelists	7.8	9	0.87	1.261**	3.18
Error	6.2	9	0.69		
total	14.8	19			

* ตัวอย่างทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันในด้านสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($F_{\alpha,1} < F_{0.05,1,9}$)

** ความคิดเห็นของผู้ชิมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($F_{\alpha,1} < F_{0.05,9,9}$)

ตารางผนวกที่ ๑.๒ การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของเนือปลิง ที่ได้จากการนำปลิงทะเลกระป๋องและปลิงทะเลสดมาปรุงอาหาร

Source of variation	SS	d.f.	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	4.05	1	4.05	6.683*	5.12
Panelists	19.45	9	2.161	3.566**	3.18
Error	5.45	9	0.606		
total	28.95	19			

* ตัวอย่างทั้งสองมีความแตกต่างกันในด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($F_{\text{cal}} > F_{0.05.1.9}$)

** ความคิดเห็นของผู้ชิมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($F_{\text{cal}} > F_{0.05.9.9}$)

ตารางผนวกที่ ๑.๓ การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเนือปลิงที่ได้จากการนำปลิงทะเลกระป๋องและปลิงทะเลสดมาปรุงอาหาร

Source of variation	SS	d.f.	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	0.05	1	0.05	0.082*	5.12
Panelists	3.45	9	0.383	0.632**	3.18
Error	5.45	9	0.606		
total	8.95	19			

* ตัวอย่างทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันในด้านเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($F_{cal} < F_{0.05.1.9}$)

** ความคิดเห็นของผู้ชิมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($F_{cal} < F_{0.05.9.9}$)

ตารางผนวกที่ ๑.4 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านความชอบโดยรวมของเนือปลิงที่ได้จากการนำปลิงทะเลกระป๋องและปลิงทะเลสดมาปรุงอาหาร

Source of variation	SS	d.f.	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	6.05	1	6.05	12.247*	5.12
Panelists	10.05	9	1.172	2.372**	3.18
Error	4.45	9	0.494		
total	20.55	19			

* ตัวอย่างทั้งสองมีความแตกต่างกันในด้านความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($F_{cal} > F_{0.05.1.9}$)

** ความคิดเห็นของผู้ชิมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($F_{cal} < F_{0.05.9.9}$)

ตารางผนวกที่ ๑.5 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของเนือปลิง ที่ได้จากการนำปลิงทะเลกระป๋องและปลิงทะเลสดมาต้มให้ร้อนโดยไม่ได้ปรุงเป็นอาหาร

Source of variation	SS	d.f.	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	0.0	1	0.0	0.0*	5.12
Panelists	5.2	9	0.578	0.475**	3.18
Error	11.0	9	1.222		
total	16.2	19			

* ตัวอย่างทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันเลยในด้านสี ($F_{cal} = 0$)

** ความคิดเห็นของผู้ชิมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($F_{cal} < F_{0.05, 9, 9}$)

ตารางผนวกที่ ๑.6 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านกลิ่นของเนือปลิง ที่ได้จากการนำปลิงทะเลกระป๋องและปลิงทะเลสดมาต้มให้ร้อนโดยไม่ได้ปรุงเป็นอาหาร

Source of variation	SS	d.f.	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	0.8	1	0.8	0.783*	5.12
Panelists	11.2	9	1.244	1.217**	3.18
Error	9.2	9	1.022		
total	21.2	19			

* ตัวอย่างทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันในด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($F_{cal} < F_{0.05.1.9}$)

** ความคิดเห็นของผู้ชิมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($F_{cal} < F_{0.05.9.9}$)

ตารางผนวกที่ ๑.7 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเนือปลิงที่ได้จากการนำปลิงทะเลกระป๋องและปลิงทะเลสดมาต้มให้ร้อนโดยไม้คั่วปรุงเป็นอาหาร

Source of variation	SS	d.f.	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	0.45	1	0.45	3.846*	5.12
Panelists	1.05	9	0.117	1.000**	3.18
Error	1.05	9	0.117		
total	2.55	19			

* ตัวอย่างทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันในด้านเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($F_{cal} < F_{0.05.1.9}$)

** ความคิดเห็นของผู้ชิมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($F_{cal} < F_{0.05.9.9}$)

ตารางผนวกที่ ๘.8 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านความชอบโดยรวมของเนือปลิงที่ได้จากการนำปลิงทะเลกระป๋องและปลิงทะเลสดมาต้มให้ร้อนโดยไม่ได้ปรุงเป็นอาหาร

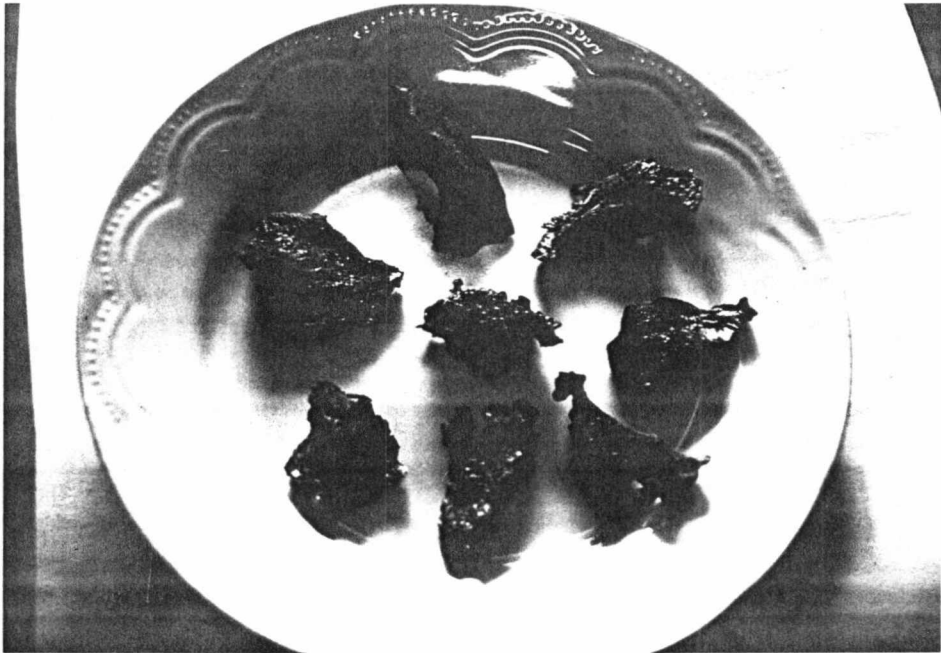
Source of variation	SS	d.f.	MS	F_{ca1}	$F_{0.05}$
Sample	2.813	1	2.813	13.965*	5.12
Panelists	4.613	9	0.513	2.545**	3.18
Error	1.813	9	0.201		
total	9.239	19			

* ตัวอย่างทั้งสองมีความแตกต่างกันในด้านความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($F_{ca1} > F_{0.05,1,9}$)

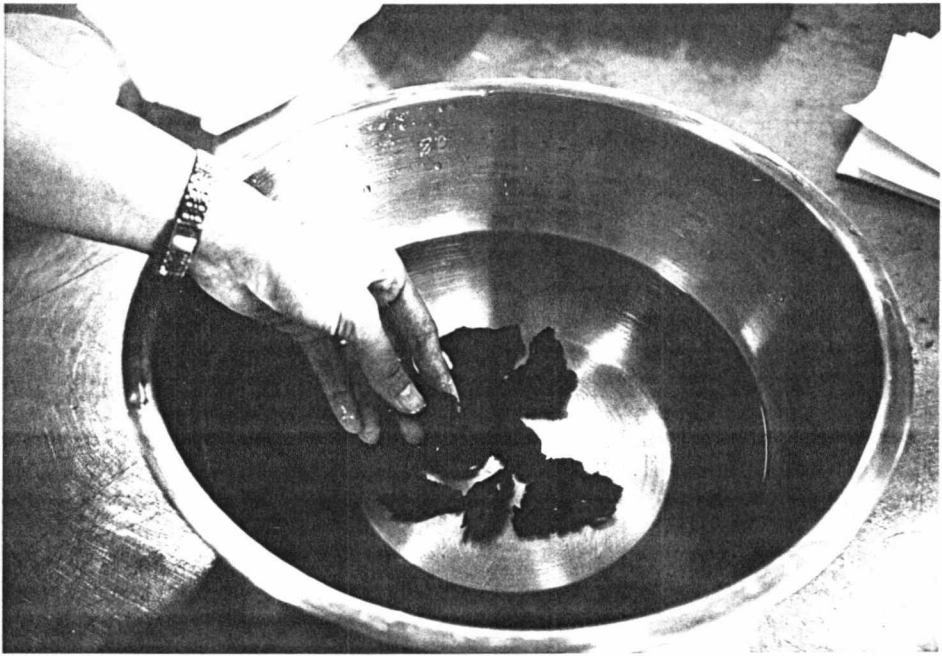
** ความคิดเห็นของผู้ชิมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($F_{ca1} < F_{0.05,9,9}$)

ภาคผนวก ซ.

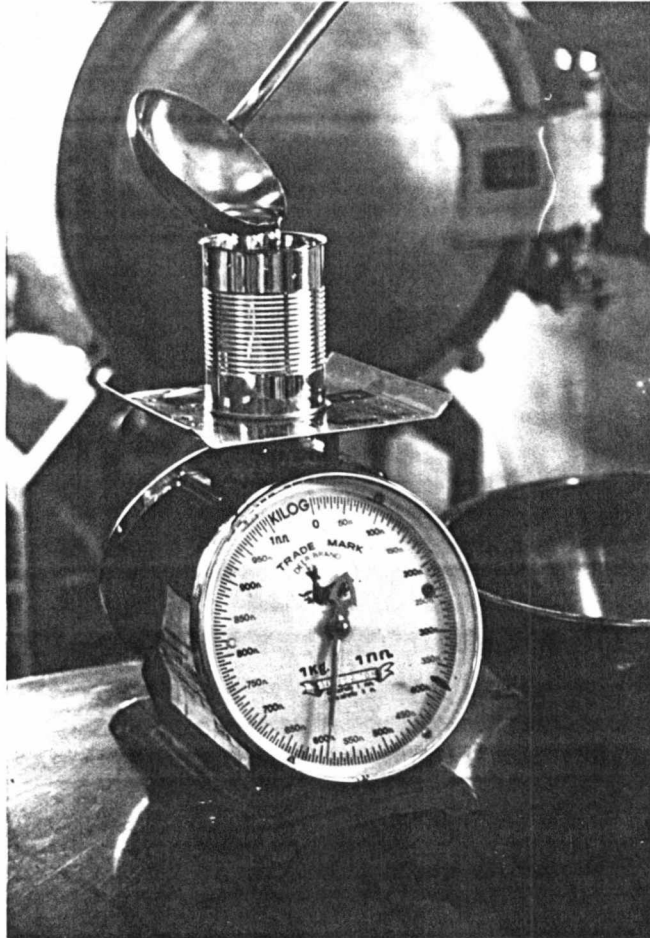
รูปแสดงขั้นตอนการผลิตปลิงทะเลกระป๋อง



รูปที่ ซ.1 แสดงปลิงทะเลจากแห้งที่ใช้เป็นวัตถุดิบ



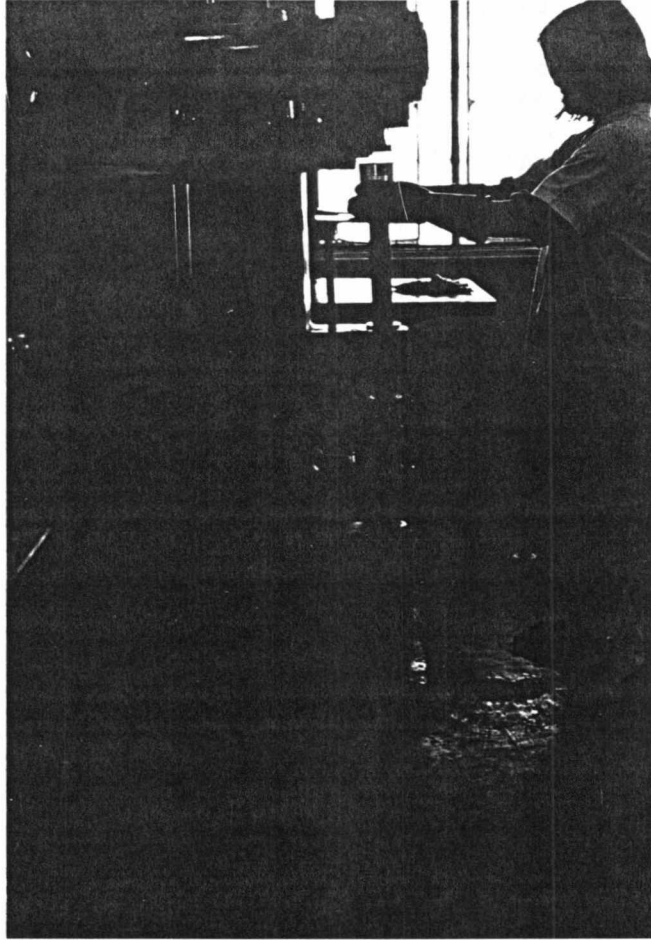
รูปที่ ๕.๒ แสดงการล้างวัตถุดิบ



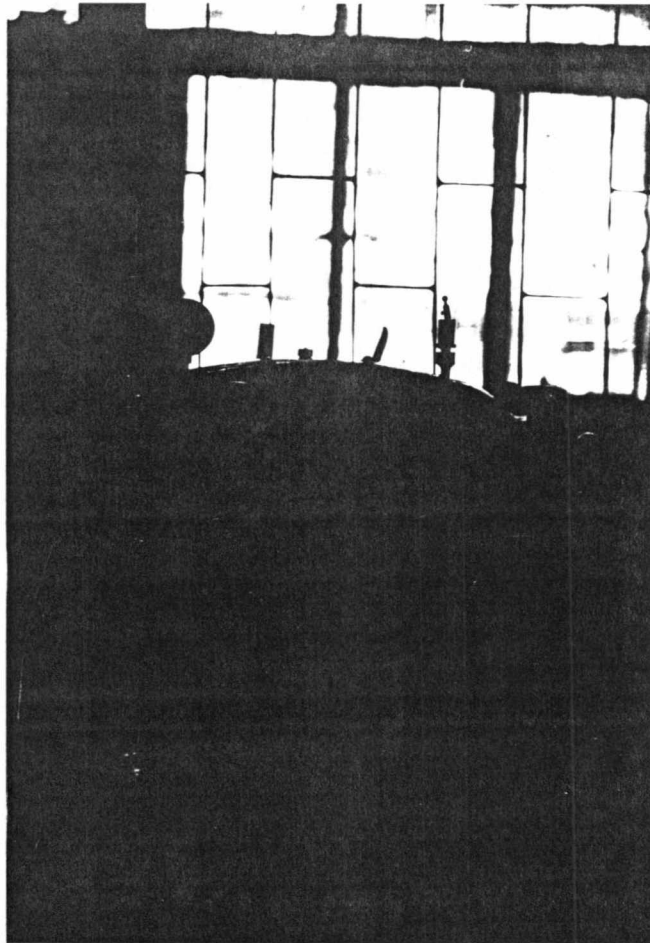
รูปที่ ๕.๓ แสดงการบรรจุปลิงทะเลตากแห้งลงในน้ำเกลือ 1 เปอร์เซ็นต์



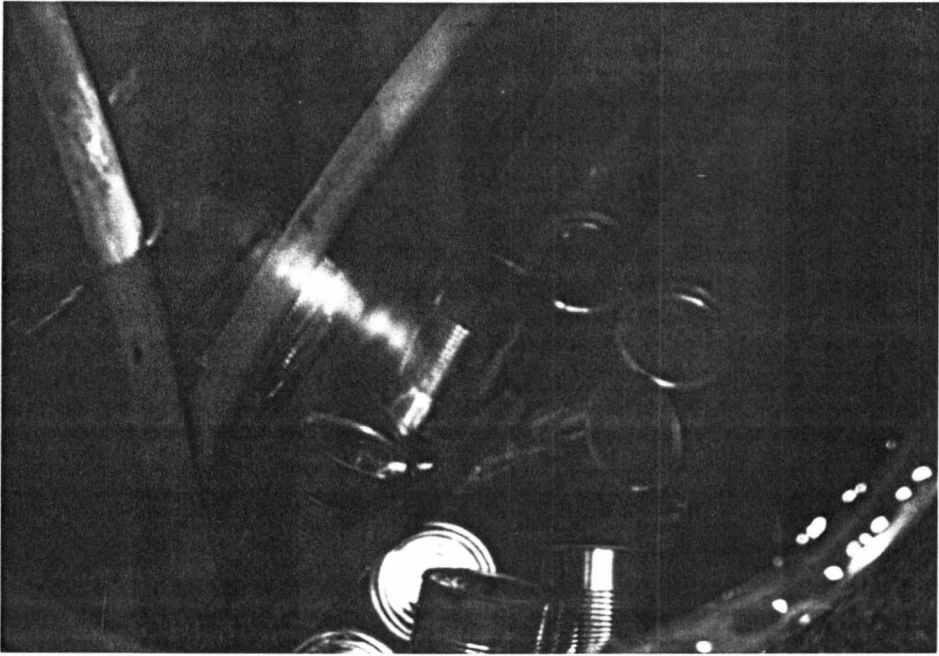
รูปที่ ๓.๔ แสดงการได้สารสกัด



รูปที่ ๕.๕ แสดงการเปิดฉนวนป้องกัน



รูปที่ ๕.๖ แสดงการพาเซอในหม้อน้ำความดัน



รูปที่ ๗.7 แสดงการทำให้เย็น

ประวัติผู้เขียน

นางสาวดวงพร สามีติยะ เกิดเมื่อวันที่ 7 มกราคม 2515 ที่กรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียน ช่างตาครูส์ คอนนันทน์ เมื่อ พ.ศ. 2533 สำเร็จปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาอุตสาหกรรมเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2537

นางสาวอาภาภรณ์ ฉายาสุตบุตร เกิดเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2515 ที่กรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่โรงเรียน เตรียมอุดมศึกษา เมื่อ พ.ศ. 2533 สำเร็จปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2537

