สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของความร้อนต่อคุณภาพของปลาทูน่า 2 สายพันธุ์

EFFECT OF HEAT ON QUALITIES OF 2 TUNA VARIETIES

T045815

โดย

นางสาว กนกเดือน เฉิดอารีกิจ

นาย กิตตินันท์ ปิยะพันธางค์

นางสาว สุภวรรณ ปีระจิตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 45815
วัน, เดือน, ปี 18 ก.พ. 2546

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2544

ภาควิชา วิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ผลของความร้อนต่อคุณภาพของปลาทูน่า 2 สายพันธุ์

ผู้จัดทำ

นางสาว คนกเดือน เฉิดอารีกิจ

นาย กิตตินันท์ ปียะพันธวงศ์

นางสาว ศุภวรรณ ปีระจิตร

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของความร้อนต่อคุณภาพของปลาทูน่า 2 สายพันธุ์

นางสาว กนกเดือน เฉิดอารีกิจ
นาย กิตตินันท์ ปียะพันธวงศ์
นางสาว ศุภวรรณ ปีระจิตร

ดร. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา2544

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของความร้อน(ในช่วงอุณหภูมิ 90 – 120 องศาเซลเซียส) ต่อคุณภาพของปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำในด้านเนื้อสัมผัส , สี , ค่าการอุ้มน้ำ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า มีเพียงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาทูน่าโอดำเท่านั้นที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบ First order reaction จึงสามารถหาค่าZ ได้ ค่า Z ของคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี , ความแข็ง , กลิ่นหอมของปลา และกลิ่นสุก เท่ากับ 29.07 , 21.83 , 17.06 และ31.31 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 24.8 องศาเซลเซียส ค่า Z ที่ได้จากการทดลองจะถูกประยุกต์ใช้ร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณหาคุณภาพที่เหลืออยู่ในเนื้อปลาทูน่าหลังผ่านกระบวนการให้ความร้อน โดยพิจารณาอุณหภูมิฆ่าเชื้อในช่วง 90 – 120 องศาเซลเซียส ซึ่งจะวิเคราะห์ผลของค่า F_0 และขนาดของกระป๋องบรรจุอาหารร่วมด้วย ผลการทำนายพบว่าอุณหภูมิฆ่าเชื้อในช่วง 100 – 115 องศาเซลเซียส จะให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่เหลืออยู่ดีที่สุด โดยที่ค่า F_0 และขนาดของกระป๋องบรรจุอาหารมีผลเพียงเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF HEAT ON QUALITIES OF 2 TUNA VARIETIES

Miss Kanokdearn Cherdareekij

Mr. Kittinun Piyaphantawong

Miss Suphawon Peerajit

Dr. Pimpen Pornchaloempong Advisor

2001

Abstract

This research was to study effect of heat (from 90 to 120 degree Celsius) on qualities of Skipjack and Longtail tuna. The qualities of interest were texture , color , water holding capacity and sensory quality. Only the change of sensory quality of Longtail tuna has a first order reaction rate and kinetics parameter, Z values , of color , hardness, fish flavor and cook flavor were found to be 29.07 , 21.83 , 17.06 and 31.31 degree Celsius respectively with the average value of 24.8 degree Celsius. The experimental Z values of sensory attributes were fed in the computer program for calculating the qualities retention of tuna after thermally processed at retort temperature of 90 to 120 degree Celsius. The effect of Fo and can size were also investigated. The optimum retort temperature for maximizing quality retention of canned tuna was from 100 to 115 degree Celsius while Fo and can size had minor influence on the optimum processing temperature.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญ และที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับปลาทูน่า	4
2.2 ผลของความร้อน และการตรวจคุณภาพหลังการแปรรูปของปลาทูน่า	10
2.3 Kinctic Parameters	11
2.4 ตัวอย่างการทดลองที่ได้มีการทำวิจัยไว้	14
บทที่ 3 วิธีการทดลอง	17
ตอนที่ 1 การศึกษาค่าจลนศาสตร์ความร้อน	17
3.1 วัสดุอุปกรณ์	17
3.2 วิธีการทดลอง	17
3.3 การวัดคุณภาพหลังการให้ความร้อน	20
ตอนที่ 2 การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อประเมินคุณภาพที่เหลือหลังการฆ่าเชื้อ	21
3.4 ทฤษฎีเบื้องต้น	21
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	24
ตอนที่ 1 การศึกษาค่าจลนศาสตร์ความร้อน	24
4.1 เนื้อสัมผัส	24
4.2 ค่าการอุ้มน้ำ	25
4.3 สี	26
4.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส	29
ตอนที่ 2 การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อประเมินคุณภาพที่เหลือหลังการฆ่าเชื้อ	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	37
ตอนที่ 1 การศึกษาค่าจลนศาสตร์ความร้อน	37
ตอนที่ 2 การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อประเมินคุณภาพที่เหลือหลังการฆ่าเชื้อ	37
ภาคผนวก	38
ภาคผนวก ก	39
ภาคผนวก ข	48
ภาคผนวก ค	65
ภาคผนวก ง	74
ภาคผนวก จ	79
กิตติกรรมประกาศ	81
เอกสารอ้างอิง	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ช่วงองค์ประกอบทางเคมีของปลาทูน่า (กรัม/100 กรัม)	9
ตารางที่ 2.2 การนำเข้าทูน่าสดแช่เย็นแช่แข็งและอาหารทะเลกระป๋อง	9
ตารางที่ 2.3 การส่งออกทูน่ากระป๋อง , ทูน่าแปรรูปและอาหารทะเลกระป๋อง	9
ตารางที่ 2.4 การนำเข้าปลาทูน่าแช่แข็งสายพันธุ์ต่างๆของประเทศไทย	10
ตารางที่ 2.5 การส่งออกปลาทูน่าแช่แข็งสายพันธุ์ต่างๆของประเทศไทย	10
ตารางที่ 2.6 ค่า D และค่า Z ของการเสื่อมลงของวิตามินบี1 ในอาหารชนิดต่างๆที่มีผู้ทำการทดลองไว้	13
ตารางที่ 2.7 ผลการทดลองคุณภาพที่เปลี่ยนไปของ green peas และ while bean	16
ตารางที่ 3.1 อุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนปลาทูน่ากระป๋อง	18
ตารางที่ 3.2 ค่าคงที่ , ตัวแปร และคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์	22
ตารางที่ 4.1 แสดงค่า D_T ของค่าแรงกดมากที่สุดและ R^2 ของปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำที่อุณหภูมิต่างๆ	25
ตารางที่ 4.2 แสดงค่า D_T ของค่าการอุ้มน้ำและ R^2 ของปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำที่อุณหภูมิต่างๆ	26
ตารางที่ 4.3 แสดงค่า D_T ของค่าความสว่างและ R^2 ของปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำที่อุณหภูมิต่างๆ	27
ตารางที่ 4.4 แสดงค่า D_T ของค่าสีเหลืองและ R^2 ของปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำที่อุณหภูมิต่างๆ	28
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์	28
ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสหลังจากให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ	30
ตารางที่ 4.7 แสดงค่าD ที่อุณหภูมิต่างๆ และค่า Z ของคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของปลาทูน่าโอดำหลังการให้ความร้อน	32
ตารางที่ 4.8 คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่เหลืออยู่หลังฆ่าเชื้อทำนายโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เมื่อกำหนดให้ $F_0 = 8$ นาที และใช้กระป๋องบรรจุอาหารเบอร์ 211x109	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 4.9	คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นสุกที่เกิดขึ้นหลังฆ่าเชื้อทำนายโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เมื่อใช้กระป๋องบรรจุอาหารเบอร์ 211x109 เปรียบเทียบค่า F_0 ที่ระดับต่างๆ	34
ตารางที่ 4.10	คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นสุกที่เกิดขึ้นหลังฆ่าเชื้อทำนายโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เมื่อใช้ค่า $F_0 = 8$ นาที เปรียบเทียบค่า F_0 ที่ระดับต่างๆ	35
ตารางที่ ก.1	คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90°C	40
ตารางที่ ก.2	คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์โอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90°C	41
ตารางที่ ก.3	คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C	42
ตารางที่ ก.4	คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์โอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C	43
ตารางที่ ก.5	คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110°C	44
ตารางที่ ก.6	คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์โอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110°C	45
ตารางที่ ก.7	คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120°C	46
ตารางที่ ก.8	คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์โอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120°C	47
ตารางที่ ข.1	คุณภาพด้านสีของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90°C	49
ตารางที่ ข.2	คุณภาพด้านสีของปลาทูน่าพันธุ์โอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90°C	51
ตารางที่ ข.3	คุณภาพด้านสีของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C	53
ตารางที่ ข.4	คุณภาพด้านสีของปลาทูน่าพันธุ์โอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C	55
ตารางที่ ข.5	คุณภาพด้านสีของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110°C	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ตารางที่ ข.6 คุณภาพด้านสีของปลาทูน่าพันธุ์โอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110°C	59
ตารางที่ ข.7 คุณภาพด้านสีของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120°C	61
ตารางที่ ข.8 คุณภาพด้านสีของปลาทูน่าพันธุ์โอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120°C	63
ตารางที่ ค.1 คุณภาพด้านค่าการอุ้มน้ำของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90°C	66
ตารางที่ ค.2 คุณภาพด้านค่าการอุ้มน้ำของปลาทูน่าพันธุ์โอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90°C	67
ตารางที่ ค.3 คุณภาพด้านค่าการอุ้มน้ำของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C	68
ตารางที่ ค.4 คุณภาพด้านค่าการอุ้มน้ำของปลาทูน่าพันธุ์โอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C	69
ตารางที่ ค.5 คุณภาพด้านค่าการอุ้มน้ำของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110°C	70
ตารางที่ ค.6 คุณภาพด้านค่าการอุ้มน้ำของปลาทูน่าพันธุ์โอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110°C	71
ตารางที่ ค.7 คุณภาพด้านค่าการอุ้มน้ำของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120°C	72
ตารางที่ ค.8 คุณภาพด้านค่าการอุ้มน้ำของปลาทูน่าพันธุ์โอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120°C	73
ตารางที่ ง.1 ข้อมูลคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์โอดำให้ความร้อนที่ 90°C	75
ตารางที่ ง.2 ข้อมูลคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์โอดำให้ความร้อนที่ 100°C	76
ตารางที่ ง.3 ข้อมูลคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์โอดำให้ความร้อนที่ 110°C	77
ตารางที่ ง.4 ข้อมูลคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์โอดำให้ความร้อนที่ 120°C	78
ตารางที่ จ.1 ค่า Coefficient และsignificance level ที่ได้จาการวิเคราะห์ด้วยวิธี Multiple Regression Analysis	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 ลักษณะของปลาทูน่าครีบเหลือง	4
รูปที่ 2.2 ลักษณะของปลาทูน่าท้องแถบ	5
รูปที่ 2.3 ลักษณะของปลาทูน่าโอดำ	5
รูปที่ 2.4 ลักษณะการเรียงตัวของกล้ามเนื้อปลาทูน่า	7
รูปที่ 2.5 สัดส่วนกล้ามเนื้อสีอ่อนและสีเข้มตามภาพตัดขวางลำตัวของปลาทูน่าท้องแถบ	7
รูปที่ 2.6 แสดง Death rate curve ของ pA 3679 ใน Sprained per ที่อุณหภูมิ 240°F	12
รูปที่ 3.1 การสุ่มตัวอย่างเนื้อปลาเพื่อใช้ในการทดลอง	18
รูปที่ 3.2 (ก) เนื้อปลาทูน่าหลังนึ่ง (ข) เนื้อปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง	18
รูปที่ 3.3 แผนผังแสดงวิธีการทดลอง	19
รูปที่ 3.4 การแบ่งส่วนเนื้อปลาเพื่อสุ่มวัดคุณภาพด้านสี	20
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าแรงกดมากที่สุดเปรียบเทียบระหว่างปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำ ที่อุณหภูมิ 90 , 100 , 110 และ 120°C	24
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่าการอุ้มน้ำเปรียบเทียบระหว่างปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำ ที่อุณหภูมิ 90 , 100 , 110 และ 120°C	25
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่าความสว่างเปรียบเทียบระหว่างปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำ ที่อุณหภูมิ 90 , 100 , 110 และ 120°C	26
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าสีเหลืองเปรียบเทียบระหว่างปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำ ที่อุณหภูมิ 90 , 100 , 110 และ 120°C	27
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยคะแนนกลิ่นหอมของปลากับเวลาที่อุณหภูมิต่างๆ	31
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่า log ของกลิ่นหอมของปลากับเวลาที่อุณหภูมิต่างๆ	31
รูปที่ 4.7 กราฟที่ใช้ในการหาค่า Z ของคุณภาพด้านกลิ่นหอมของปลา	32
รูปที่ 4.8 แสดงกลิ่นหอมของปลาที่เหลืออยู่ในปลาทูน่ากระป๋องที่อุณหภูมิต่างๆ เมื่อ F_0 = 8 นาที และใช้กระป๋องบรรจุอาหารเบอร์ 211x109	33
รูปที่ 4.9 แสดงสี , ความแข็ง และกลิ่นสุกที่เกิดขึ้นในปลาทูน่ากระป๋องที่อุณหภูมิต่างๆ เมื่อ F_0 = 8 นาที และใช้กระป๋องบรรจุอาหารเบอร์ 211x109	33
รูปที่ 4.10 แสดงค่ากลิ่นสุกหลังการฆ่าเชื้อ ทำนายโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เมื่อใช้ค่า F_0 ระดับต่างๆ เมื่อใช้กระป๋องบรรจุอาหารเบอร์ 211x109	34
รูปที่ 4.11 แสดงค่ากลิ่นสุกที่เกิดขึ้นเมื่อค่า F_0 = 8 นาที โดยเปลี่ยนขนาดภาชนะบรรจุ	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ปลาทูน่ากระป๋องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าทางการตลาดสูงสุดในกลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง ในปี พ.ศ. 2543 มีปริมาณการส่งออก 242,238.3 ตัน คิดเป็นร้อยละ 57.8 ของอาหารทะเลบรรจุกระป๋องทั้งหมด ซึ่งมีมูลค่า 18,527.6 ล้านบาท จัดเป็นอันดับที่ 6 ของผลิตภัณฑ์อาหารที่ส่งออกจากประเทศไทย (หน่วยงานสถิติกรมประมง , 2543) นอกจากนี้ความต้องการด้านการบริโภคภายในประเทศก็มีระดับเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปลาทูน่าที่นิยมบรรจุกระป๋องมากที่สุดในประเทศไทย คือ ปลาทูน่าท้องแถบ (Skipjack Tuna , *Katsuwonus pelamis*) รองลงมา คือ ปลาทูน่าครีบเหลือง (Yellowfin Tuna , *Thunnus albacores*) ซึ่งปลาทูน่าทั้งสองสายพันธุ์ส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ ปัจจุบันปลาทูน่าโฮต๋ำ (Longtail Tuna , *Thunnus tonggol*) ซึ่งเป็นปลาทูน่าขนาดเล็กที่สามารถจับได้ในน่านน้ำไทย และมีเนื้อสีขาวน่ารับประทาน (อัญชลี 2541) กำลังมีความสำคัญในการทดแทนปลาทูน่าครีบเหลืองที่มีขนาดใหญ่มาก สำหรับการผลิตปลาทูน่ากระป๋องความร้อนที่ใช้ในการแปรรูปมีผลต่อคุณภาพด้านต่างๆทั้งบวกและลบ ข้อเสียที่หลีกเลี่ยงไม่ได้เมื่อใช้ความร้อนในการแปรรูป คือ การลดลงของคุณภาพด้านต่าง ๆ ที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค การใช้อุณหภูมิสูงเวลาสั้น (High Temperature Short Time , HTST) เพื่อการฆ่าเชื้อ ใช้ได้ผลดีในการรักษาคุณภาพของอาหารเหลว เช่น นม น้ำผลไม้ กะทิ ซึ่งมีการถ่ายเทความร้อนแบบพาความร้อน แต่ไม่สามารถใช้เพื่อรักษาคุณภาพอาหารที่บรรจุแบบอัดแน่น เช่น ปลาทูน่าซึ่งเนื้ออาหารไม่มีการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนไหวน้อยมากระหว่างการให้ความร้อน การใช้อุณหภูมิสูงเกินไปอาจทำให้เนื้ออาหารบริเวณผิวนอกที่ติดกับภาชนะไหม้ก่อนที่ภายในจะได้รับความร้อนเพียงพอในการทำลายจุลินทรีย์ การใช้อุณหภูมิต่ำเกินไปอาจมีผลให้คุณภาพอาหารบางชนิดถูกทำลายจนผู้บริโภคไม่สามารถยอมรับได้ เช่น เนื้อนิ่มและ หรือสีคล้ำ และยังสิ้นเปลืองพลังงานมาก สภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารประเภทนี้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น คุณสมบัติทางความร้อนของเนื้ออาหารซึ่งมีผลต่อความเร็วในการแพร่ความร้อนเข้าสู่เนื้ออาหาร ความทนทานต่อความร้อนของปัจจัยคุณภาพของอาหาร ตลอดจนรูปทรงและชนิดของภาชนะที่บรรจุ ซึ่งยากต่อการตัดสินใจของผู้ผลิตที่จะเลือกสภาวะที่เหมาะสมเพื่อคงคุณภาพของอาหารหลังจากการแปรรูป การลองผิดลองถูกต้องใช้เวลามากและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Teixeira et. al. (1969) ได้ใช้วิธี finite differences เพื่อทำนายอุณหภูมิภายในของอาหารประเภทบรรจุแน่นระหว่างการแปรรูป ได้รับการพัฒนาและนิยมอย่างแพร่หลายในการคำนวณหาเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน และได้ประยุกต์ใช้โปรแกรมดังกล่าวควบคู่กับจลนศาสตร์การเสื่อมลงของคุณภาพด้านต่างๆของอาหารระหว่างให้ความร้อน เพื่อทำนายคุณภาพที่เหลือของผลิตภัณฑ์หลังจากการให้ความร้อนและใช้ตัดสินใจเลือกสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิต งานวิจัยที่ประยุกต์ใช้หลักการดังกล่าว ได้แก่ Ohlsson (1980), Thijssen and Kochen (1980) และ Hendrickx et. al. (1985) เป็นต้น

ดังนั้น ทางคณะผู้จัดทำจึงเล็งเห็นถึงประโยชน์ของการศึกษาผลของความร้อนต่อคุณภาพของปลาทูน่า ว่าจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋องของไทยในแง่คุณภาพของผลิตภัณฑ์, ความปลอดภัยในการฆ่าเชื้อและการใช้ทรัพยากรพลังงานอย่างคุ้มค่าที่สุด โดยศึกษาเปรียบเทียบระหว่างปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำ เพื่อหาค่าจลนศาสตร์การเสื่อมลงของคุณภาพด้านต่างๆ และประยุกต์ใช้ค่าจลนศาสตร์ที่ได้ควบคู่กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทำนายสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาผลของความร้อนต่อคุณภาพทางด้านต่างๆ เช่น เนื้อสัมผัส, สี และค่าการอุ้มน้ำ เปรียบเทียบระหว่างปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำ และศึกษาผลของความร้อนต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาทูน่าโอดำ

2. ใช้ค่าจลนศาสตร์ที่ได้จากข้อ 1. ร่วมกับคอมพิวเตอร์โปรแกรม เพื่อทำนายคุณภาพทางประสาทสัมผัสหลังการฆ่าเชื้อที่สภาวะต่างๆ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ทำการทดลองเกี่ยวกับผลของความร้อนต่อคุณภาพในด้านเนื้อสัมผัส , สี และค่าการอุ้มน้ำ เปรียบเทียบระหว่างปลาทูน่า 2 สายพันธุ์ คือ ปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำ และทำการทดลองเกี่ยวกับผลของความร้อนต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาทูน่าโอดำ ที่อุณหภูมิ 90 , 100 , 110 และ 120 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบความสัมพันธ์ระหว่างผลของความร้อนกับค่าจลนศาสตร์การเสื่อมลงของคุณภาพของปลาทูน่าในด้านเนื้อสัมผัส , สี , ค่าการอุ้มน้ำ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

2. สามารถหาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการฆ่าเชื้อในผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ากระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับปลาทูน่า

2.1.1 สายพันธุ์ของปลาทูน่า

ปลาทูน่าสายพันธุ์ที่นิยมนำมาแปรรูปในประเทศไทย (นงลักษณ์ , 2531)

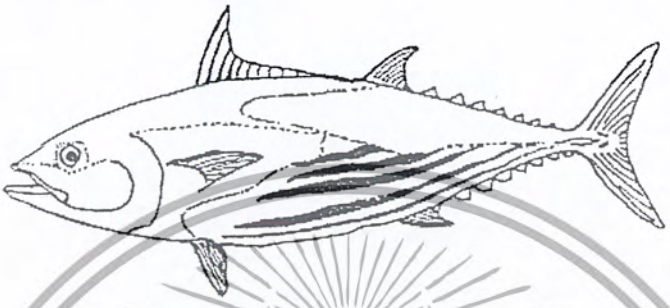
ปลาทูน่าครีบเหลือง (Yellowfin Tuna) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Thunnus albacores* เป็นปลาทูน่าขนาดใหญ่พบทั่วไปในเขตร้อนและเขตอบอุ่น ลำตัวเป็นสีน้ำเงินเข้ม ที่บริเวณหลังและครีบจะมีสีเหลือง บริเวณท้องมีสีเงิน มีแถบเป็นจุดขาวพาดขวางตรงส่วนท้องไปจนถึงโคนหาง ปลาชนิดนี้มีความยาวสูงสุดมากกว่า 200 เซนติเมตร แต่ส่วนมากจับได้ตั้งแต่ 60 เซนติเมตรขึ้นไปและไม่เกิน 150 เซนติเมตร เป็นปลาทูน่า 1 ใน 2 สายพันธุ์หลักที่มีการแปรรูปมากที่สุดในประเทศไทยเนื่องจากมีเนื้อสีอ่อน (light meat) , จัดซื้อได้ง่ายและราคาไม่สูงมาก นอกจากนี้ยังนิยมในการบริโภคแบบเนื้อปลาสด

รูปที่ 2.1 ลักษณะของปลาทูน่าครีบเหลือง
(ที่มา : นงลักษณ์ , 2531)

ปลาทูน่าท้องแถบ (Skipjack Tuna) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Katsuwonus pelamis* เป็นปลาทูน่าขนาดกลางที่มีรูปร่างกลมเพรียว พบทั่วไปในเขตร้อนและเขตอบอุ่น ลำตัวด้านหลังเป็นสีน้ำเงินเข้ม ด้านข้างและด้านท้องเป็นสีขาวเงิน มีแถบดำ 4 – 6 แถบพาดตามยาวลำตัว ขนาดสูงสุดประมาณ 100 เซนติเมตร แต่สามารถจับได้ขนาดไม่เกิน 80 เซนติเมตร มีการซื้อขายกันทั้งแบบแช่เย็นและแช่แข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นวัตถุดิบที่สำคัญสำหรับการแปรรูปเป็นปลากระป๋องและปลาทูน่ารมควัน เป็น 1 ใน 2 สายพันธุ์หลักที่มีการแปรรูปมากที่สุดในประเทศไทย



รูปที่ 2.2 ลักษณะของปลาทูน่าท้องแถบ
(ที่มา : นงลักษณ์ , 2531)

ปลาทูน่าโอดำ (Longtail Tuna) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Thunnus tonggol* ปัจจุบัน กำลังมีความสำคัญในการทดแทนปลาทูน่าครีบเหลืองที่มีขนาดใหญ่มาก โดยปลาทูน่าโอดำเป็นปลาทูน่าขนาดเล็กที่สามารถจับได้ในน่านน้ำไทยและมีเนื้อสีขาวน่ารับประทาน ขนาดที่พบทั่วไป 40 – 70 เซนติเมตร ลำตัวค่อนข้างกลมสีน้ำเงินเข้มเกือบดำ พื้นท้องด้านข้างปนสีเงิน มีจุดไข่ด้านล่างลำตัว อาจมีสีเขียวอมเหลืองที่บริเวณท้อง

รูปที่ 2.3 ลักษณะของปลาทูน่าโอดำ
(ที่มา : นงลักษณ์ , 2531)

ปลาทูน่าครีบยาว (Albacore Tuna) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Thunnus alaunga* ความยาวที่พบทั่วไปอยู่ในช่วง 40 – 100 เซนติเมตร ปลายครีบหางสีขาว เป็นปลาทูน่าชนิดเดียวที่สามารถใช้ในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลาทูน่ากระป๋องชนิดเนื้อขาว (canned white meat tuna) เนื้อปลามีสีขาวและมีคุณภาพสูงที่สุดในกลุ่มปลาทูน่าทั้งหมดจึงทำให้เป็นที่ต้องการของโรงงานแปรรูป แต่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

ปลาทูน่าครีบน้ำเงิน(Southern bluefin Tuna) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Thunnus maccoyii* เป็นปลาทูน่าขนาดใหญ่ ความยาวเฉลี่ย 40 – 180 เซนติเมตร สีน้ำเงินเข้ม หรือสีดำบริเวณหัวและหลัง ใกล้พื้นท้องมีสีขาวเงิน พบมากในน่านน้ำออสเตรเลีย

ปลาทูน่าตาโต (Big eye Tuna) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Thunnus obesus* ด้านบนสีน้ำเงินเข้มปนดำ ความยาวเฉลี่ยที่พบ 60 – 180 เซนติเมตร พบตามน่านน้ำทั่วไป

ปลาทูน่าโอหม้อ (Eastern little Tuna) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Euthynnus affinis* เป็นปลาขนาดกลาง ความยาวที่พบทั่วไปอยู่ในช่วง 50 – 60 เซนติเมตร ลำตัวมีสีน้ำเงินดำและมีแถบเฉียงด้านข้างเริ่มตั้งแต่ครีบอกด้านบน พื้นท้องสีขาวเงิน มีจุดดำอยู่ระหว่างครีบอกและครีบท้อง

ปลาทูน่าโอแกลบ (Frigate mackerel) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Auxis thazard* หัวมีสีน้ำเงินดำหรือเกือบดำ มีลายดำสั้น ๆ พาดเฉียง เริ่มตั้งแต่บริเวณครีบหลังอันแรก มีความยาว 25 – 40 เซนติเมตร พบมากในน่านน้ำอินเดีย

ปลาทูน่าโอลาย (Bullet Mackerel) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Auxis rochei* รูปร่างคล้ายปลาแมคเคอเรล มีลายดำพาดขวางลำตัวห่าง ๆ เริ่มตั้งแต่ครีบหลังอันแรก หัวมีสีดำ ท้องสีขาว ความยาวอยู่ในช่วง 20 – 35 เซนติเมตร

2.1.2 กล้ามเนื้อของปลาทูน่า

กล้ามเนื้อปลา (Block of muscle, myotomes) เรียงตัวแบบ segmentally ห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (mygcomma) กล้ามเนื้อปลาและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันนี้สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ดังแสดงในรูปที่ 2.4 เมื่อสุกจะเห็นเป็นชั้น (flakes) เนื้อเยื่อเกี่ยวพันเมื่อได้รับความร้อนจะละลายเป็นเจล ทำให้เนื้อเยื่อแยกกันได้ง่าย กล้ามเนื้อประกอบด้วยเซลล์กล้ามเนื้อ (mascle fibers) เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 – 3.1 เซนติเมตรซึ่งล้อมรอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ภายในเซลล์กล้ามเนื้อประกอบด้วยไมโอไฟบริลซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 – 2 มิลลิเมตร แต่ละไมโอไฟบริลประกอบด้วยหน่วยย่อยเรียกซาร์โคเมียร์ (sacomere) ซึ่งประกอบด้วยโมเลกุลของโปรตีนยืดหดตัวได้ (contractile protein) คือ แอคติน (actin), ไมโอซิน (myosin) , โทรโปไมโอซิน (tropomyosin) , เอนไซม์ เช่น ไมโอซิน , ATPase และสารประกอบอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใต้ผิวหนังปลาจะพบกล้ามเนื้อสีคล้ำ (Red meat หรือ Dark meat) อยู่สองข้างตามเส้นข้างตัว อัตราส่วนระหว่างกล้ามเนื้อสีคล้ำและสีอ่อน (light meat) แตกต่างกันไปตามชนิดของปลาและส่วนต่างๆของร่างกาย ปลาน้ำลึกมีปริมาณกล้ามเนื้อสีคล้ำน้อยกว่าปลาที่อาศัยอยู่บริเวณผิวน้ำ กล้ามเนื้อสีคล้ำมีปริมาณเฮโมโปรตีน (Haemoprotien) สูง และเป็นสารเริ่มต้นที่ทำให้ไขมันที่มีอยู่มากเสื่อมคุณภาพได้ง่าย เนื้อสีคล้ำทำหน้าที่เป็นคลังเก็บไขมัน , ไกลโคเจนและเมตาโบไลท์อื่น ๆ ระดับของสารอนินทรีย์และกรดที่ละลายได้รวมทั้งปริมาณฟอสฟอรัสในเนื้อสีคล้ำต่ำกว่าในเนื้อสีอ่อน

รูปที่ 2.4 ลักษณะการเรียงตัวของกล้ามเนื้อปลาทูน่า
(ที่มา : LOVE , 1988)

รูปที่ 2.5 สัดส่วนกล้ามเนื้อสีอ่อนและสีเข้มตามภาพตัดขวางลำตัวของปลาทูน่าท้องแถบ
(ที่มา : Nilsoson. et. al. , 1986)

2.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของปลาทูน่า

องค์ประกอบหลักของเนื้อปลาคือ น้ำ โปรตีน และไขมัน ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้รวมกันมีถึง 98% ของน้ำหนักปลาสด และองค์ประกอบที่เหลืออื่น ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และเกลือแร่ มีอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปริมาณน้อยมาก แต่ส่วนประกอบเหล่านี้มีความสำคัญต่อสภาพการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อปลาภายหลังการตายซึ่งมีผลกับเนื้อสัมผัสของปลา (นงลักษณ์ , 2531)

1. น้ำ กล้ามเนื้อปลาประกอบด้วยน้ำ 50 – 85 % แตกต่างกันตามชนิดและถิ่นที่อยู่อาศัย การไม่กินอาหารของปลาในฤดูวางไข่ ทำให้พลังงานสะสมในกล้ามเนื้อลดลง ปริมาณน้ำในกล้ามเนื้อจึงเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (Sikorski 1990) น้ำในเนื้อปลาไม่แข็งตัวที่ 0 °C น้ำในตัวปลาจะแข็งตัวที่ประมาณ –0.9 °C เมื่ออุณหภูมิลดลงถึง 0 °C น้ำในตัวปลาจะแข็งตัวประมาณ 90 % เท่านั้น ความคงตัวของน้ำในเนื้อปลา เกิดจากความชื้นในเส้นใยเนื้อปลาเกาะตัวกันแน่นรวมกับสารคอลลอยด์ น้ำในเนื้อปลามีอยู่ 2 รูปแบบ คือ

- รูปอิสระ (Free water) น้ำที่อยู่ในสภาพนี้ทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้สารอื่น เช่น โปรตีนและคอลลอยด์ ขณะเดียวกันทำหน้าที่เป็นตัวละลายสารอื่นด้วย
- รูปยึดเหนี่ยว (Bound water) น้ำในสภาวะนี้จะอยู่ตามผิวของคอลลอยด์ ในโปรตีนและตามผนังเซลล์ เมื่อได้รับความร้อนน้ำที่อยู่ในสภาพนี้จะระเหยไปช้ากว่าน้ำที่อยู่ในรูปอิสระ ดังนั้น จึงต้องใช้ความร้อนสูงซึ่งตรงข้ามกับน้ำอิสระที่ระเหยได้ง่ายและแข็งตัวง่ายกว่า

2. โปรตีน กล้ามเนื้อของปลาประกอบด้วยโปรตีน 2 ประเภท ตามลักษณะการละลาย คือ *โปรตีนไม่ละลายน้ำ* ได้แก่ โปรตีนที่ยึดหดได้ ทำหน้าที่ในการยึดหดตัวของกล้ามเนื้อ มีประมาณ 65 – 75 % ของโปรตีนทั้งหมด รวมทั้งโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันซึ่งมีปริมาณน้อยกว่า มีประมาณ 3 – 10 % ของทั้งหมด และ *โปรตีนที่ละลายน้ำ* ได้แก่ ไกลโคโปรตีน เอนไซม์โปรตีน และไมโอโกลบินโปรตีน

3. ไขมัน พบใต้ผิวหนังและในกล้ามเนื้อ จำแนกได้ 2 ชนิด คือ ไขมันที่ร่างกายเก็บไว้ใช้เป็นพลังงาน (Depot – fat) ส่วนไขมันที่ไม่ได้ถูกสะสมเพื่อใช้เป็นพลังงาน (non-deport-fat) ได้แก่ ฟอสโฟลิปิด

4. **องค์ประกอบอื่น ๆ** เช่น คาร์โบไฮเดรต , วิตามิน และแร่ธาตุมีอยู่ในปริมาณน้อย

ส่วนประกอบทางเคมีของปลาทูน่าสายพันธุ์ต่างๆ ขึ้นอยู่กับ ชนิด , กายวิภาค (ตำแหน่งของร่างกายของปลา) และฤดูกาลซึ่งปลาที่อาศัยอยู่ในแถบร้อนจะไม่พบความแตกต่างเรื่องฤดูกาลอย่างชัดเจน ปลาทูน่าที่มีไขมันสูงอาจเปลี่ยนสภาพเป็นปลาไขมันต่ำได้ตามฤดูกาลและแหล่งอาหาร องค์ประกอบทางเคมีของปลาทูน่าสายพันธุ์ต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ช่วงองค์ประกอบทางเคมีของปลาทูน่า (กรัม/100กรัม)

สายพันธุ์ปลา	น้ำ(%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)	เถ้า (%)
Albacore	62.3 – 78.6	19.1 – 27.6	0.7 – 18.2	0.2	1.2 – 2.4
Skipjack	68.6 – 71.1	23.8 – 26.6	0.3 – 7.4	-	1.3 – 1.7
Big eye	73.1	22.5	0.6 – 2.0	-	1.3
Bluefin	67.7 – 72.6	23.3 – 27.5	1.2 – 8.0	-	1.2 – 1.4
Yellowfin	67.3 – 77.1	22.9 – 25.8	0.1 – 9.5	-	1.3 – 1.5

(ที่มา : Stanby , 1963)

2.1.4 มูลค่าทางเศรษฐกิจ

ปลาทูน่ากระป๋องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าทางการตลาดสูงสุดในกลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารทะเลบรรจุกระป๋อง ซึ่งปริมาณและมูลค่าการนำเข้าและส่งออกแสดงไว้ในตารางที่ 2.2 และ 2.3

ตารางที่ 2.2 การนำเข้าทูน่าสดแช่เย็นแช่แข็งและอาหารทะเลกระป๋อง

	2541		2542		2543	
	ตัน	ล้านบาท	ตัน	ล้านบาท	ตัน	ล้านบาท
ทูน่าสดแช่เย็นแช่แข็ง	395,687.4	18,671.8	490,988.2	14,355.9	373,407.1	10,864.9
อาหารทะเลกระป๋อง	715.0	106.3	1067.1	157.5	545.9	974.0

(ที่มา : หน่วยงานสถิติการประมง, กรมประมง 2544)

ตารางที่ 2.3 การส่งออกทูน่ากระป๋อง, ทูน่าแปรรูปและอาหารทะเลกระป๋อง

	2541		2542		2543	
	ตัน	ล้านบาท	ตัน	ล้านบาท	ตัน	ล้านบาท
ทูน่ากระป๋อง	227,319	251,77.8	259,004.0	21,881.3	242,238.8	18,527.6
ทูน่าแปรรูป	21,776	2,971.4	23,786.7	2,277.7	21,696.0	1,847.1
อาหารทะเลกระป๋อง	6,526	586.1	6,282.5	450.7	5,844.2	550.0

(ที่มา : หน่วยงานสถิติการประมง, กรมประมง 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตารางที่ 2.4 และ 2.5 แสดงปริมาณและมูลค่าการนำเข้าและส่งออกปลาทูน่าแช่แข็งสายพันธุ์ต่างๆของประเทศไทย ตามลำดับ

ตารางที่ 2.4 การนำเข้าปลาทูน่าแช่แข็งสายพันธุ์ต่างๆของประเทศไทย

	2541		2542		2543	
	ตัน	ล้านบาท	ตัน	ล้านบาท	ตัน	ล้านบาท
Albacore tunas	31,725.9	2,696.2	24,742.0	1,787.0	27,543.6	2,603.9
Yellowfin tunas	57,700.1	3,338.6	68,357.9	2,495.7	58,295.6	2,076.0
Skipjack tunas	294,985.4	12,084.7	385,395.0	9,547.2	281,279.3	5,958.0
Other tunas	10,732.1	538.1	12,180.7	515.3	5,707.3	202.2

(ที่มา : หน่วยงานสถิติการประมง, กรมประมง 2544)

ตารางที่ 2.5 การส่งออกปลาทูน่าแช่แข็งสายพันธุ์ต่างๆของประเทศไทย

	2541		2542		2543	
	ตัน	ล้านบาท	ตัน	ล้านบาท	ตัน	ล้านบาท
Albacore tunas	289.1	29.7	791.9	63.6	25.0	0.6
Yellowfin tunas	9,793.2	423.8	6,581.3	268.9	3,412.2	124.2
Skipjack tunas	275.1	7.6	1,337.6	45.2	874.3	20.9
Other tunas	694.1	76.1	775.1	97.1	1,226.2	50.4

(ที่มา : หน่วยงานสถิติการประมง, กรมประมง 2544)

2.2 ผลของความร้อนและการตรวจคุณภาพหลังการแปรรูปของปลาทูน่า

2.2.1 สี (Color)

เนื้อปลาทูน่าที่ผ่านการให้ความร้อนจะมีสีขุ่นและขาวขึ้นซึ่งมีลักษณะคล้ายเนื้อปลาชนิดอื่นๆ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง มอก. 142-2530 กระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดการวัดค่าสี (ค่าความสว่าง) ของเนื้อปลาทูน่าที่ผ่านการแปรรูป โดยใช้วิธีเทียบสีกับแผ่นสีเทียบมันเซลล์ (Munsell disk) และคำนวณค่าความสว่างของสีตาม ASTMD 1535 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม , 2530) ซึ่งกำหนดค่ามาตรฐานไว้ คือ เนื้อสีขาว (White meat) มีค่าความสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งแต่ 6.3 ขึ้นไป เนื้อสีอ่อน (Light meat) มีค่าความสว่างตั้งแต่ 5.3 แต่ไม่ถึง 6.3 และ เนื้อสีเข้ม (Dark meat) มีค่าความสว่างต่ำกว่า 5.3

2.2.2 ค่าการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity)

ตาม Codex Standard for Canned Tuna and Bonito (CODEX STAN 70 , 1981) กำหนดให้หาค่าการอุ้มน้ำของเนื้อปลาที่ผ่านการให้ความร้อน โดยเก็บภาชนะที่บรรจุเนื้อปลาไว้ที่20°C ถึง 30 °C อย่างน้อย 12 ชั่วโมงก่อนการตรวจสอบ ทำการตรวจสอบโดยเปิดฝาภาชนะและเทส่วนประกอบทั้งหมดของปลาทูน่ากระป๋องลงในตะแกรงทรงกลมซึ่งทำจากเส้นลวดที่มีช่องสี่เหลี่ยมสำหรับให้ของเหลวไหลผ่านขนาด 2.8 mm. x 2.8 mm. เอียงตะแกรงทำมุมประมาณ 17° - 20° เพื่อให้น้ำในเนื้อปลาไหลออกมา ชั่งน้ำหนักตะแกรงที่ทำการทดลอง น้ำหนักของเนื้อปลาหาได้จากน้ำหนักรวมของเนื้อปลาในตะแกรงและตะแกรงลบด้วยน้ำหนักตะแกรงที่ทดลอง

2.2.3 ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture)

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง มอก. 142-2530 กระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดคุณภาพของเนื้อปลาทูน่าที่ผ่านการให้ความร้อน โดยทำการตรวจสอบด้วยการตรวจพินิจ ซึ่งเนื้อปลาทูน่าสุกต้องไม่มีหนังและส่วนของเนื้อปลาสีคล้ำหรือสีดำ, ไม่มีเกร็ด ,ก้าง และกระดูก รวมทั้งไม่มีรอยช้ำหรือเศษก้อนเลือดที่เห็นชัดเจน กล้ามเนื้อปลาต้องไม่มีรูพรุน(Honey combing) และเนื้อต้องไม่ยุ่ยและ

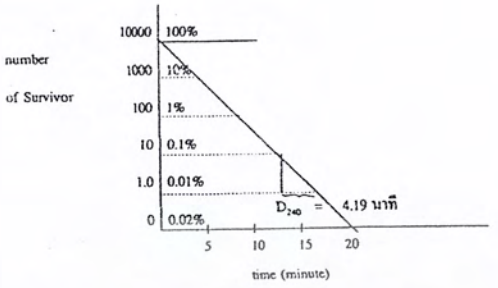
2.3 Kinetic Parameters

2.3.1 D value

D value (decimal reduction time หรือ death rate constant) คือ เวลาเป็นนาทีที่ใช้ในการทำให้สปอร์จุลินทรีย์ลดลง 90% ที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ ค่า D หาได้จาก Death rate time ซึ่ง Plot ระหว่างเวลาในแกนนอนและปริมาณเชื้อที่รอดชีวิตอยู่ในแกนตั้งบนกราฟ semilog

ค่า D แสดงถึง การทนต่อจุลินทรีย์ ดังนั้น จุลินทรีย์ที่มีค่าD มาก จะทนความร้อนสูงกว่าจุลินทรีย์ที่มีค่าD น้อยที่อุณหภูมิเดียวกัน ยิ่งค่าD สูงมากเท่าไร การทำลายเชื้อจุลินทรีย์นั้นจะยิ่งยากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

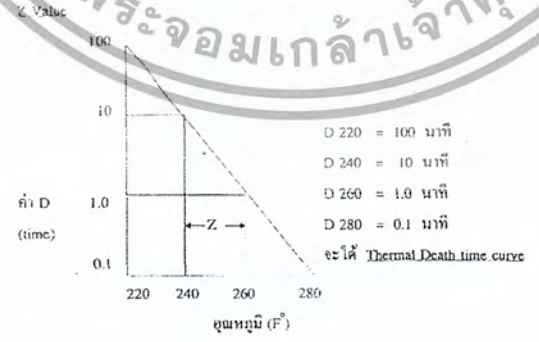


รูปที่ 2.6 แสดง Death rate curve ของ pA 3679 ใน Strained pea ที่อุณหภูมิ 240 °F
(ที่มา : กาญจนารัตน์ , 2539)

ปัจจัยที่มีผลต่อค่า D คือ ชนิดของสปอร์และชนิดของอาหารที่สปอร์แขวนลอยอยู่ ในทางอุตสาหกรรมอาหารที่ใช้กระบวนการให้ความร้อนจะพูดถึง 12D concept คือ การลดจำนวนจุลินทรีย์ลง 90% ทั้งหมด 12 ครั้ง ซึ่งถือว่าอาหารที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนด้วยวิธีนี้จะมีความปลอดภัยสูงมาก

2.3.2 Z value

Z value คือ อุณหภูมิที่ทำให้ค่า D เปลี่ยนไป 10 เท่า (การลดค่า D ลง 1 log cycle) ค่า Z หาได้จากการ plot กราฟระหว่าง ค่า D ในแกนแนวตั้ง และอุณหภูมิในแนวแกนนอนบนกราฟ semilog กราฟที่ได้จะมีชื่อว่า Thermal Death Time Curve



รูปที่ 2.7 แสดงการหาค่า Z ของจุลินทรีย์ชนิดหนึ่ง
(ที่มา : กาญจนารัตน์ , 2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า Z แสดงถึง ธรรมชาติของจุลินทรีย์ในแง่ผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่มีผลต่ออัตราการตาย

ค่า D และค่า Z สามารถใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารได้เช่นเดียวกับจุลินทรีย์ ตารางที่ 2.6 แสดงค่า D และค่า Z ของอาหารชนิดต่างๆที่มีผู้ทำการทดลองไว้

ตารางที่ 2.6 ค่า D และค่า Z ของการเสื่อมลงของวิตามินบี1ในอาหารชนิดต่างๆที่มีผู้ทำการทดลองไว้

ผลิตภัณฑ์	ช่วงอุณหภูมิที่ทดลอง (°C)	อุณหภูมิอ้างอิง (°C)	ค่า D ($\times 10^{-3}$ s)	ค่า Z (°C)	อ้างอิงจาก
Carrots	109 - 150	150	0.83	22.0	Feliciotti and Esselen (1957)
Green beans	110 - 150	150	0.80	22.0	Feliciotti and Esselen (1957)
Pork puree	111 - 150	150	8.82	25.0	Feliciotti and Esselen (1957)
Salmon	118 - 130	121	5.76	41.7	Greene (1983)
Milk	35 - 150	120	7.70	29.7	Kessler and Fink (1986)

(ที่มา : Holdsworth , 1997)

2.3.3 F value

F value หรือ Sterilizing value คือ จำนวนนาทีที่อุณหภูมิที่กำหนดที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ที่ทราบจำนวน ค่า F จะต้องกำหนดอุณหภูมิที่ใช้ และค่า Z ของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง โดยกำหนดให้ F_o คือจำนวนนาทีที่ 121.1 °C สำหรับทำลายจุลินทรีย์ที่ทราบจำนวนซึ่งมีค่า Z = 10 °C ค่า F หาได้จากสูตร

$$F = D(\log No - \log Nf)$$

เมื่อ F = เวลาที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ (นาที)

N_o = จำนวนสปอร์เริ่มต้น

N_f = จำนวนสปอร์สุดท้ายหลังจากให้ความร้อน F นาที

ค่า F มีความสำคัญมาก จะเรียกเป็น Process lethality ในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบกระบวนการที่ให้ความร้อนแตกต่างกัน สามารถแสดงค่า F ที่อุณหภูมิอื่น ๆ เป็นค่า F ที่ 121.1 °C ได้ โดยใช้สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$lethal\ _\ rate = \frac{1}{\log^{-1}\frac{(121.1 - CT)}{Z}} = F_o\ /\ \min$$

เมื่อ CT = อุณหภูมิที่จุดร้อนช้าที่สุดในภาชนะบรรจุ

Z = ค่า Z ของเชื้อ Clostridium botulinum ซึ่งเท่ากับ 10 °C

ค่า Lethal rate มีความหมายว่า แต่ละนาทีที่อุณหภูมิที่ทำการให้ความร้อนมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อเท่ากับกี่นาทีของที่ 121.1 °C

ค่า F_o ที่ใช้เป็น reference เป็นของ Clostridium botulinum ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 2.8 หรือ 3.0 นาที แต่ในกระบวนการฆ่าเชื้อในอุตสาหกรรมอาหารจะต้องใช้มากกว่า เพราะยังมีสปอร์ของจุลินทรีย์อื่นที่ทนความร้อนได้สูงกว่าอยู่ในอาหารซึ่งสามารถทำให้เกิดการเน่าเสียได้

2.4 ตัวอย่างการทดลองที่ได้มีการทำวิจัยไว้

Hayakawa และ Timbers (1997) ได้ทดลองเกี่ยวกับผลของความร้อนต่อการเสื่อมลงของคุณภาพสี โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีเขียวตามธรรมชาติในผักแต่ละชนิดหลังผ่านการให้ความร้อนว่ามีอัตราส่วนในการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมน้ำตาลมากน้อยต่างกันอย่างไร โดยทำการศึกษาใน bamboo shoot , green beans และ green peas ซึ่งถูกแช่เย็งมาก่อน โดยจะละลายตัวอย่างและบรรจุในกระป๋องขนาด 211 mm x 11 mm กระป๋องละ 20 กรัม แล้วเติมน้ำเปล่า ทำการทดลองในช่วงอุณหภูมิ 175 – 300 °F เป็นเวลา 0.5 –20 นาที ตัวอย่างที่ผ่านการให้ความร้อนจะถูกวัดค่าสีโดยใช้ Gardner color difference meter (model AC –1) ภายใน 24 ช.ม. หลังการให้ความร้อน โดยก่อนทำการวัด ตัวอย่างจะถูกเก็บไว้ที่ 35 – 40 °F ตัวอย่างที่ทำการทดลองที่อุณหภูมิเดียวกัน 5 กระป๋อง (ผักชนิดเดียวกัน) จะถูกปั่นด้วยความเร็วต่ำเพื่อให้อยู่ในลักษณะของของเหลวข้นๆ (puree) ก่อนทำการวัดค่า

การวัดค่าสีจะวัดในอัตราส่วนของ –a/b ซึ่ง –a หมายถึง สีเขียว และ b คือสีเหลือง ซึ่งผักที่ผ่านการละลายน้ำแข็งแต่ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนจะมีอัตราส่วนของ –a/b ของ bamboo shoot , green bean และ green peas เท่ากับ 0.576 , 0.595 และ 0.805 ตามลำดับ

ทำการ plot ระหว่างกราฟ log (-a/b) ในแกน y กับเวลาที่ใช้ในการทดลองในแต่ละอุณหภูมิในแกน x เพื่อหาค่า D จากนั้นทำการ plot thermal death time curve เพื่อหาค่า Z พบว่า ค่า Z ของสีที่เปลี่ยนไปของ bamboo shoot , green bean และ green peas เท่ากับ 75 , 70 , 71 °F ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า E_a ของการเสื่อมลงของสีเขียวถูกอนุโลมให้เป็น first order reaction kinetics จากการคำนวณจะพบว่า E_a ของ bamboo shoot , green bean , green peas เท่ากับ 18080 , 19800 , 15200 cal/mole ตามลำดับ

Banga และคณะ (1992) ได้ทำการทดลองเรื่องผลของความร้อนต่อการเสื่อมลงของความสามารถในการย่อยโปรตีน (Protein digestibility) และไลซีนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Available lysine)ในเนื้อปลาทูน่าพันธุ์ Aibacore ซึ่งถูกแช่แข็งมาที่อุณหภูมิ –40°C ตัวอย่างที่แช่แข็งจะถูกละลาย นำเอาส่วนหัวและเครื่องในออกก่อนที่จะทำการให้ความร้อนขั้นต้น (precook) จากนั้นกล้ามเนื้อส่วนที่เป็นสีขาว (white muscle) จะถูกทำความสะอาดโดยคัดเอาหนัง , ก้าง และกล้ามเนื้อสีคล้ำ(dark muscle) ออก กล้ามเนื้อสีขาวที่นำมาทดลองมาจากส่วนของกล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อบริเวณท้อง

ทำการบรรจุเนื้อตัวอย่างที่ผ่านการให้ความร้อนขั้นต้นในหลอดทดลองที่ทำจาก stainless steel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 mm สูง 55 mm โดยบรรจุหลอดละ 1 กรัม ทำการปิดปากหลอดโดยใช้จุกเกลียวที่ทำจาก stainless steel ให้ความร้อนโดยใช้ 30L agitated bath โดยใช้สารให้ความร้อนเป็น Polyethylene-glycol 400 การทดลองทำในช่วงอุณหภูมิ 140 – 180 °C (5 อุณหภูมิ) อุณหภูมิละ 4 – 5 ตัวอย่าง โดยใช้เวลา 30 – 300 นาที เวลาทำการตรวจวัดผลจะใช้ตัวอย่าง 3 หลอดที่ทำการทดลองที่อุณหภูมิเดียวกันและเวลาเท่ากันมาผสมกัน

จากการทดลองพบว่า ไลซีนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิ 140 – 150 °C และที่อุณหภูมินี้ความสามารถในการย่อยโปรตีนจะเปลี่ยนไปน้อยมากด้วย โดยค่า E_a ของไลซีนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เท่ากับ 85.2 ± 8.8 kJ/mol และของความสามารถในการย่อยโปรตีน เท่ากับ 122.1 ± 4.3 kJ/mol

Loey และคณะ (1995) ได้ทำการศึกษาผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าสีและความแข็งของ green peas และ while beans ซึ่งจัดเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ โดยทำการศึกษาทั้ง thermal death time model (Z and D value) และ Arrhenius model (E_a and k value)

การทดลองจะทำในช่วงอุณหภูมิ 90-122°C โดย peas อยู่ในรูปแช่แข็งจะถูกละลาย และบรรจุในกระป๋องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 62 mm สูง 7 mm (TDT cans) ซึ่งกระป๋องในลักษณะนี้จะลดผลของความแตกต่างของอุณหภูมิที่ผิวหน้ากับที่จุดกึ่งกลางกระป๋องให้น้อยที่สุด แต่ละกระป๋องบรรจุ 10 กรัม สำหรับ while beans จะใช้กระป๋องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 73 mm สูง 27 mm บรรจุกระป๋องละ 20 กรัม ก่อนที่จะทำการปิดปากกระป๋องจะเติมน้ำกลั่น เพื่อลด head space ให้เหลือน้อยที่สุดก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ กระป๋องจะถูกทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว โดยใช้น้ำแข็งเพื่อลดการเสื่อมของคุณภาพในช่วงของการทำให้เย็นให้น้อยที่สุด และจะถูกเก็บไว้ที่ 4 °C ก่อนทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยบุคคลที่ถูกคัดเลือกและหลักเกณฑ์การให้คะแนนที่คณะผู้จัดทำกำหนดขึ้น ซึ่งผลการทดลองสรุปไว้ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ผลการทดลองคุณภาพที่เปลี่ยนไปของ green peas และ while beans

	Green peas		While beans	
	Colour	Hardness	Hardness	appearance
Z (°C)	26.4	28.5	21.3	24.3
E_a (kJ/mol)	102.4	94.9	130.8	118.7

Shin และ Bhowmilk (1995) ได้ทดลองเกี่ยวกับการเสื่อมลงของสีเนื่องจากผลของความร้อนในผลิตภัณฑ์ Pea Puree โดยการวัดค่า Hunter color scale value (L,a และ b)

การทดลองเริ่มจากการนำ green peas ที่อยู่ในรูปแช่แข็งมาละลายที่อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม แล้วทำให้อยู่ในลักษณะของ puree โดยการเติมน้ำกลั่น 40%(w/w) จากนั้นจะทำการให้ความร้อนขั้นต้นแก่ pea puree ที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 10 นาที แล้วทำให้เย็นในอ่างน้ำแข็งก่อนที่จะทำการบรรจุในหลอดทดลองพลาสติกขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 cm. และสูง 7 cm. โดยบรรจุหลอดละ 5 กรัม จากนั้นปิดปากหลอดด้วยจุกเกลียว

ทำการให้ความร้อนที่ 110 , 115 , 120 และ 125°C โดยใช้เวลาทำการทดลอง 0 , 5 , 10 , 15 และ 20 นาที หลังจากที่ตัวอย่างถูกให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ จะถูกทำให้เย็นลงอย่างทันทีในอ่างน้ำแข็ง

การวัดค่าของตัวอย่างในระบบ Hunter จะใช้เครื่อง LabScan IISystem spectrocolorimeter (model LS – 5400) โดยก่อนทำการวัด puree จะถูกปั่นผสมก่อนเพื่อหาค่าเฉลี่ยของสี

จากการทดลองจะได้ค่า D ของ –La/b เท่ากับ 31.10 นาที และค่า Z เท่ากับ 42.8/7 °C เมื่อทำการพิจารณาว่าการเปลี่ยนแปลงของสีเป็น first – order reaction kinetics จะได้ค่า E_a เท่ากับ 67.90 kJ/mol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3
วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การศึกษาค่าจลนศาสตร์ความร้อน

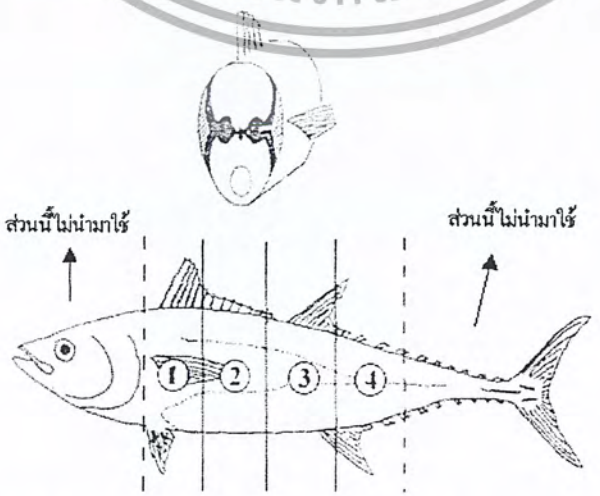
3.1 วัสดุอุปกรณ์

ปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบ (Skipjack Tuna , *Katsuwonus pelamis*) และปลาทูน่าพันธุ์โอดำ (Longtail Tuna , *Thunnus tonggol*) แบ่งซื้อจากโรงงานปลาทูน่าบรรจุกระป๋องในประเทศไทย ในรูปของปลาทั้งตัวแช่แข็งที่อุณหภูมิต่ำกว่า –18 °C ขนส่งมายังคณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. แล้วนำมาเก็บรักษาในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ –20 °C จนกว่าจะทำการทดลอง

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การละลายน้ำแข็งและการนึ่งเนื้อปลา

ตัดส่วนหัวและหางของปลาแช่แข็งออก และตัดแบ่งเนื้อปลาเป็นชิ้นหนาประมาณชิ้นละ 2.5 นิ้วด้วยเลื่อยแบ่งชาก ใช้สว่านไฟฟ้าเจาะรูที่ชิ้นเนื้อสำหรับเสียบสายเทอร์โมคัปเปอร์ type J ของเครื่อง Data Acquisition (Agilent 34970A , Malaysia.) เพื่อวัดอุณหภูมิแกนกลาง ละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิห้องจนอุณหภูมิของเนื้อปลาส่วนที่ติดกับกระดูก (back bone temperature) วัดได้ 0 °C นึ่งในรังถึงโดยใช้อุณหภูมิไอน้ำ 100 °C จนอุณหภูมิของเนื้อปลาส่วนที่ร้อนช้าที่สุดวัดได้ 65 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่โปรตีนในเนื้อปลาเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง (denature) สุ่มตัวอย่างเนื้อปลาดังรูปที่ 3.1 เพื่อใช้ในการทดลอง



รูปที่ 3.1 การสุ่มตัวอย่างเนื้อปลาเพื่อใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

45815

โดยใช้เฉพาะเนื้อสีขาว บรรจุในกระป๋องบรรจุอาหารขนาด 211 x 109 โดยบรรจุแบบอัดแน่น กระป๋องละ 100 กรัม เติมด้วยน้ำ 15 กรัมต่อกระป๋อง นำไปนึ่งไล่อากาศจนอุณหภูมิเนื้อปลาที่แกนกลางกระป๋องวัดได้ 85 $^{\circ}$C แล้วปิดฝาทันทีด้วยเครื่องปิดฝากระป๋อง

3.2.2 การให้ความร้อน

นำกระป๋องบรรจุเนื้อปลาไปต้มให้ความร้อนในอ่างน้ำมันควบคุมอุณหภูมิ ทำการทดลองที่อุณหภูมิและช่วงเวลาต่างกันเพื่อให้เห็นความแตกต่างของคุณภาพที่ชัดเจน ดังแสดงในตารางที่ 3.1 เมื่อให้ความร้อนได้ตามอุณหภูมิและเวลาที่กำหนดไว้แล้วจะลดอุณหภูมิตัวอย่างที่ผ่านการให้ความร้อนทันทีโดยแช่ลงในถังพลาสติกขนาดใหญ่ซึ่งบรรจุน้ำแข็งจนอุณหภูมิใจกลางกระป๋องต่ำกว่า 40 $^{\circ}$C เก็บตัวอย่างในตู้แช่เย็นที่อุณหภูมิ 2 – 5 $^{\circ}$C จนกว่าจะวัดคุณภาพ

ตารางที่ 3.1 อุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนปลาทูน่ากระป๋อง

อุณหภูมิ ($^{\circ}$C)	เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)				
90	0	120	240	360	480
100	0	90	180	270	360
110	0	60	120	180	240
120	0	30	60	90	120

สำหรับปลาทูน่าพันธุ์โอคาจะทำการทดลองที่อุณหภูมิและเวลาละ 5 กระป๋อง เพื่อใช้ในการวัดคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส , สี และค่าการอุ้มน้ำ 3 กระป๋อง และใช้ในการวัดคุณภาพด้านประสาทสัมผัส 2 กระป๋อง ส่วนปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบจะทำการทดลองที่อุณหภูมิและเวลาละ 3 กระป๋อง เพื่อใช้ในการวัดคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส , สี และค่าการอุ้มน้ำเท่านั้น

(ก) (ข)

รูปที่ 3.2 (ก) เนื้อปลาทูน่าหลังการนึ่ง (ข) เนื้อปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 แผนผังแสดงวิธีการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การวัดคุณภาพหลังให้ความร้อน

3.3.1 เนื้อสัมผัส (Texture)

เปิดกระป๋องบรรจุเนื้อปลาที่ผ่านการให้ความร้อน คว่ำเนื้อปลาลงบนกระชอนจับเวลา 10 นาทีเพื่อเอาน้ำบางส่วนออก สุ่มวัดคุณภาพจากเนื้อปลากระป๋องละ 2 ครั้ง เลือกเนื้อปลาที่เป็นชิ้นใหญ่หั่นให้เป็นลักษณะทรงสี่เหลี่ยมขนาด1.5 X 2 X 1.5 cm^3 โดยประมาณ เพื่อใช้วัดเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่อง Texture Analyser (TA – XT 2i, Texture Technologies Corp, USA.) บันทึกค่าแรงกดที่มากที่สุด (compression max force) ใช้หัววัด 5 mm diameter cylinder stainless กำหนดสภาวะต่างๆ ดังนี้ ความเร็วของหัววัดขณะเคลื่อนที่ลงในเนื้อปลา(Test speed) 1.0 mm/s ระยะทางที่หัววัดเคลื่อนที่ลงในเนื้อปลา 50% strain แรงกดที่บันทึกมีหน่วยเป็น g force

3.3.2 สี (Color)

เนื้อปลาแต่ละกระป๋องที่เหลือจากการวัดเนื้อสัมผัสจะถูกปั่นรวมกันด้วยเครื่องปั่นผสมอาหารนาน 10 วินาที แล้วใส่ถ้วยพลาสติกใส เกลี่ยผิวหน้าให้เรียบ การวัดสีจะใช้เครื่อง Chroma meter (CR – 300, MINOLTA, Japan) เพื่อวัดค่าความสว่าง (L) และค่าสีเหลือง (b) วัด 5 ซ้ำสำหรับ 1 กระป๋องโดยสุ่มวัด ดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 การแบ่งส่วนเนื้อปลาเพื่อสุ่มวัดคุณภาพด้านสี

3.3.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity , WHC)

วิธีการหาค่าการอุ้มน้ำดัดแปลงจากวิธีของChen et. al. (1990) โดยใช้เนื้อปลา 20 กรัม ปั่นรวมกับน้ำ 80 กรัม เป็นเวลา 30 วินาที ใส่หลอดสำหรับเหวี่ยงตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเหวี่ยงด้วยเครื่อง Ultra Centrifuge (Centrikon T-42K) ที่ควบคุมอุณหภูมิได้ ที่ความเร็วรอบ 2500 รอบต่อนาที นาน 25 นาที โดยควบคุมอุณหภูมิขณะเหวี่ยงที่ 2 – 5 ^{o}C

$$\text{ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ} = \frac{\text{น.น.หลังเหวี่ยง} - \text{น.น.ของแข็งในเนื้อปลา}}{\text{น.น.น้ำในเนื้อปลาหลังการให้ความร้อน}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>หมายเหตุ</u> น้ำหนักน้ำในเนื้อปลาหลังการให้ความร้อน และน้ำหนักของแข็งในเนื้อปลาหาได้โดยการอบเนื้อปลาที่ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 3 กรัมในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C จนน้ำหนักคงที่

น้ำหนักน้ำในเนื้อปลาหลังการให้ความร้อน = น้ำหนักก่อนอบ - น้ำหนักหลังอบ

น้ำหนักของแข็งในเนื้อปลา = น้ำหนักหลังอบ

3.3.4 คุณภาพด้านประสาทสัมผัส (Sensory Quality)

ใช้ผู้ชิมที่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 10 คน โดยใช้ unstructure 10 point scale (0 = ไม่มี , 10 = สูงสุด) เพื่อประเมินผลของอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนต่อคุณภาพด้านสี (Color) , ความแข็ง (Hardness) , กลิ่นหอมของปลา (Fish flavour) และกลิ่นสุก (Cook flavour) โดยผู้ชิมจะชิมครั้งละ 5 ตัวอย่าง แต่ละครั้งประกอบด้วยเนื้อปลาที่เวลาในการให้ความร้อนต่างกัน 5 ระดับ แต่ละระดับจะทำการสุ่มรหัส 3 ตัวกำกับไว้เพื่อไม่ให้ผู้ทดสอบทราบเวลาที่ให้ความร้อน

แบบฟอร์มสำหรับการประเมินคุณภาพแสดงไว้ในหน้าที่ 23

<u>ตอนที่ 2</u> การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อประเมินคุณภาพที่เหลือหลังการฆ่าเชื้อ

3.4 ทฤษฎีเบื้องต้น

ใช้วิธี Finite differences โดยแบ่งกระป๋องทรงกระบอกเป็นปริมาตรเล็กๆ (dV) มีลักษณะเป็นชั้นวงแหวนมีจุดศูนย์กลางร่วมกัน แล้วใช้สมการสมดุลพลังงานเพื่อคำนวณอุณหภูมิภายในที่ตำแหน่งต่างๆทั่วทั้งกระป๋องทุกช่วงระยะเวลาสั้นๆ (dt) ตลอดระยะเวลาฆ่าเชื้อ พร้อมทั้งคำนวณคุณภาพที่เหลืออยู่ในปริมาตรย่อยๆหลังเวลา (dt) ซึ่งขึ้นอยู่กับค่า D , ค่า Z และอุณหภูมิของปริมาตรรวมนั้น คุณภาพอาหารหลังการฆ่าเชื้อเป็นคุณภาพเฉลี่ยของทั้งกระป๋อง (Volume average quality retort) ได้จากการอินทิเกรทผลรวมของคุณภาพในทุกๆ ปริมาตรย่อย ดังสมการที่ 1

$$\left(\frac{N}{N_0}\right) = \frac{1}{V}\int_0^V 10^{\frac{-1}{D_{ref}}\int_0^t 10^{\frac{T-Tref}{Z}}dt}\,dV \qquad \text{———— (1)}$$

เป้าหมายของการฆ่าเชื้อเพื่อให้ได้ F_0 ตามต้องการ โดย F_0 หาได้จากสมการที่ 2

$$F_0 = \int_0^t 10^{\frac{T-121.1}{Z}}dt \qquad \text{———— (2)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ค่าคงที่ , ตัวแปร และคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ค่าคงที่ที่ใช้ในโปรแกรม			
อุณหภูมิเริ่มต้น (T_i)	= 50 °C	Z = 10 °C	
อุณหภูมิอ้างอิง (T_{ref})	= 120 °C	Infinite heat transfer coefficient (h_α)	
อุณหภูมิน้ำเย็น ($T_{cooling}$)	= 25 °C	α = 1.42×10^{-7} m^2/s	
อุณหภูมิสุดท้าย (T_{center})	= 50 °C		
ตัวแปรที่ใช้			
T_{retort} = 90 - 120 °C			
F_0 = 6 , 8 , 10 , 12 นาที			
กระป๋องบรรจุอาหาร No. 211x109 , No. 307x113 , No.307x306			
คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ประเมิน			
สี , ความแข็ง , กลิ่นหอมของปลา , กลิ่นสุก			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Panelist # _____

Name _____

Date _____

Direction You will be present a 5 different cooked tuna samples , please rate them for quality attributes. Add any comment if possible.

Color

light dark

Hardness

very tender very tough

Fish flavour

very mind very strong

Cooked flavour

very mind very strong

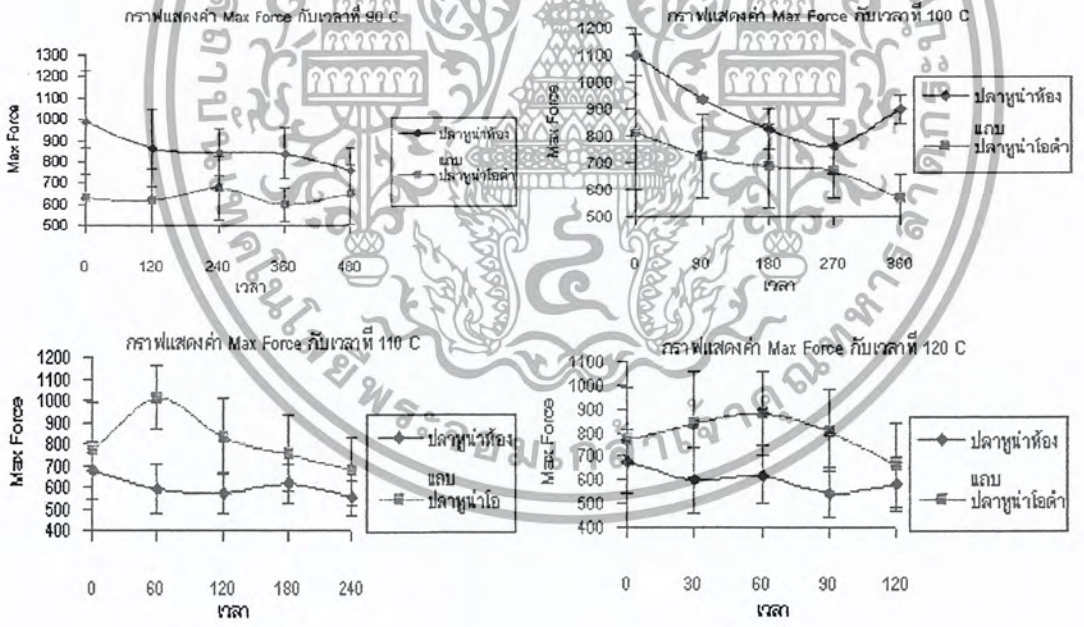
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

ตอนที่ 1 การศึกษาค่าจลนศาสตร์ความร้อน

4.1 เนื้อสัมผัส (Texture)

การเปลี่ยนแปลงด้านเนื้อสัมผัสเนื่องจากผลของความร้อนในปลาทูน่ากระป๋องไม่เป็นแบบเส้นตรง โดยที่อุณหภูมิ 90 และ 100 °C ปลาทูน่าท้องแถบมีค่าแรงกดมากกว่าปลาทูน่าโอดำที่ทุกๆ เวลา แต่ที่อุณหภูมิ 110 และ 120 °C ปลาทูน่าโอดำจะมีค่าแรงกดมากกว่าปลาทูน่าท้องแถบที่ทุกๆ เวลาเช่นกัน เนื่องจากเนื้อปลาที่ใช้ในการทดลองสำหรับอุณหภูมิ 90 และ 100 °C เป็นคนละชุดกับที่อุณหภูมิ 110 และ 120 °C จึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ กราฟค่าแรงกดมากที่สุดของแต่ละอุณหภูมิแสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าแรงกดมากที่สุดเปรียบเทียบระหว่างปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำ ที่อุณหภูมิ 90 ,100 , 110 และ 120 °C

เมื่อนำค่าแรงกดเปลี่ยนเป็นค่า log โดยพล็อตเทียบกับเวลาเพื่อหาค่า D_T จะพบว่าค่า R^2 ที่ได้มีค่าน้อยมาก นั้นคือค่าแรงกดมีการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเส้นตรง ค่า D_T และ R^2 ที่อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

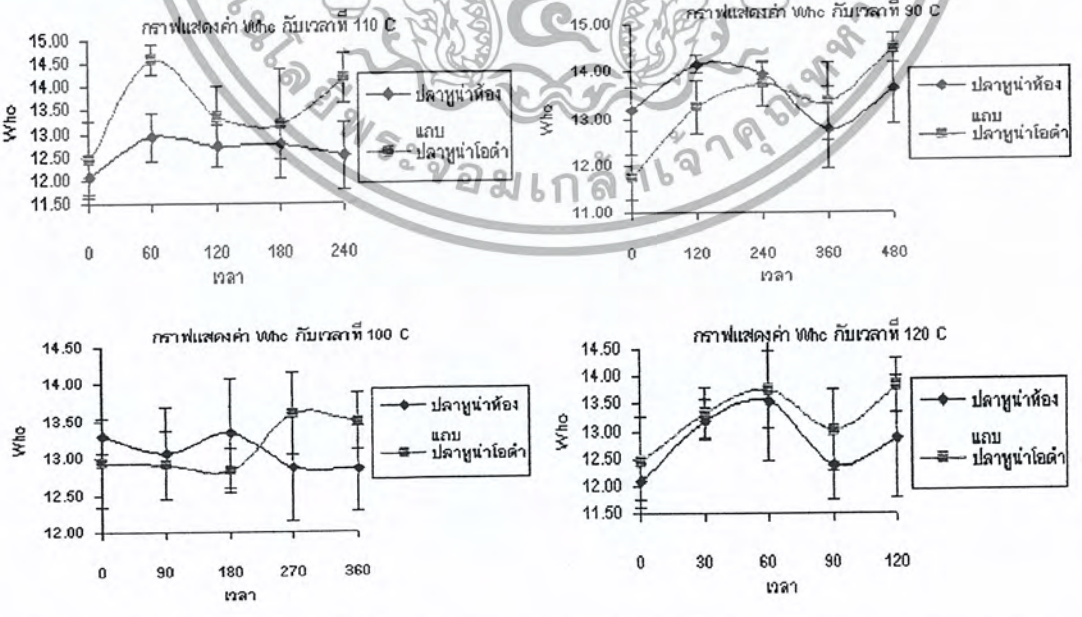
ต่างๆ แสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่ง ค่า D_T มีทั้งบวกและลบ จึงไม่สามารถหาค่า Z ได้ หรือค่า R^2 มีค่าน้อยไม่เหมาะที่จะนำมาหาค่า Z

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า D_T ของค่าแรงกดมากที่สุดและ R^2 ของปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำที่อุณหภูมิต่างๆ

Temperature (^oC)	ปลาทูน่าท้องแถบ		ปลาทูน่าโอดำ	
	D_T(min)	R^2	D_T(min)	R^2
90	-5000	0.8728	166666.67	0.0064
100	-3333.33	0.4857	-2500	0.9345
110	-3333.33	0.5534	-2500	0.3424
120	-1666.67	0.6193	-2000	0.2431

4.2 ค่าการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity)

การเปลี่ยนแปลงค่าการอุ้มน้ำเนื่องจากผลของความร้อนในปลาทูน่ากระป๋องไม่เป็นแบบเส้นตรง โดยที่อุณหภูมิ 110 และ 120 $^{\circ}$C ปลาทูน่าโอดำจะมีค่าการอุ้มน้ำมากกว่าปลาทูน่าท้องแถบที่ทุกๆเวลา แต่ที่อุณหภูมิ 90 และ 100 $^{\circ}$C ค่าการอุ้มน้ำมีความแปรปรวนมาก ไม่สามารถแบ่งแยกได้อย่างชัดเจนว่าปลาทูน่าสายพันธุ์ใดให้ค่าการอุ้มน้ำมากกว่า กราฟค่าการอุ้มน้ำของแต่ละอุณหภูมิแสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่าการอุ้มน้ำเปรียบเทียบระหว่างปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำที่อุณหภูมิ 90, 100, 110 และ 120 $^{\circ}$C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำค่าการอุ้มน้ำเปลี่ยนเป็นค่าlog โดยพล็อตเทียบกับเวลาเพื่อหาค่า D_T จะพบว่าค่า R^2 ที่ได้มีค่าน้อยมาก นั้นคือค่าการอุ้มน้ำมีการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเส้นตรง ค่า D_T และ R^2 ที่อุณหภูมิต่างๆ แสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งค่า D_T ของมีทั้งบวกและลบ จึงไม่สามารถหาค่าZ ได้ หรือค่า R^2 มีค่าน้อยไม่เหมาะที่จะนำมาหาค่า Z

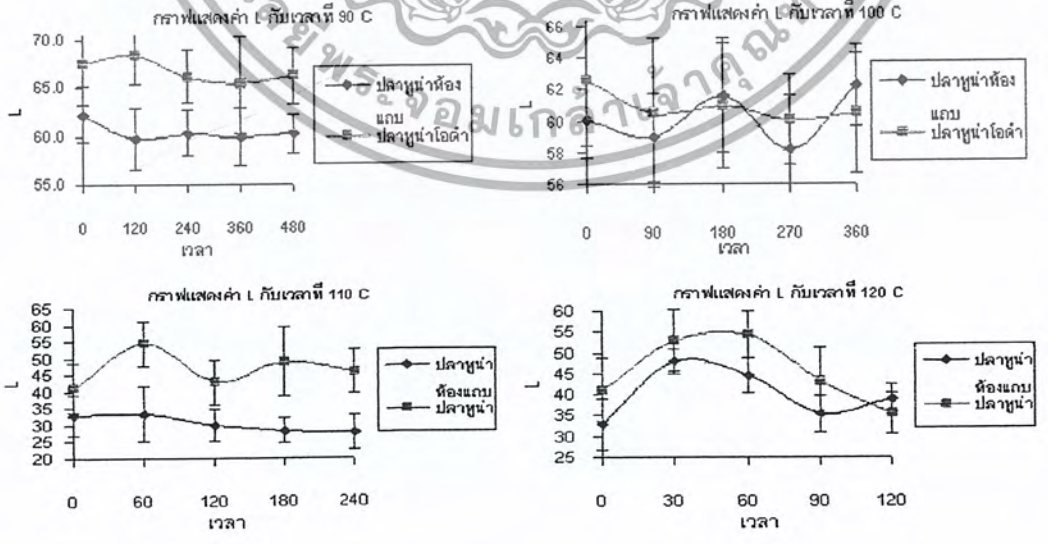
ตารางที่ 4.2 แสดงค่า D_T ของค่าการอุ้มน้ำและ R^2 ของปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำที่อุณหภูมิต่างๆ

Temperature (^{O}C)	ปลาทูน่าท้องแถบ		ปลาทูน่าโอดำ	
	D_T(min)	R^2	D_T(min)	R^2
90	-100000	0.0209	5000	0.7634
100	-25000	0.5644	14285.71	0.626
110	25000	0.1203	10000	0.1667
120	11111.11	0.0461	3333.33	0.4596

4.3 สี (Color)

4.3.1 ค่าความสว่าง (L)

การเปลี่ยนแปลงด้านสีเนื่องจากผลของความร้อนในปลาทูน่ากระป๋องไม่เป็นแบบเส้นตรง โดยที่ทุกๆ อุณหภูมิปลาทูน่าโอดำมีค่าความสว่างมากกว่าปลาทูน่าท้องแถบ กราฟค่าความสว่างของแต่ละอุณหภูมิแสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่าความสว่างเปรียบเทียบระหว่างปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำที่อุณหภูมิ 90, 100, 110 และ 120 ^{O}C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

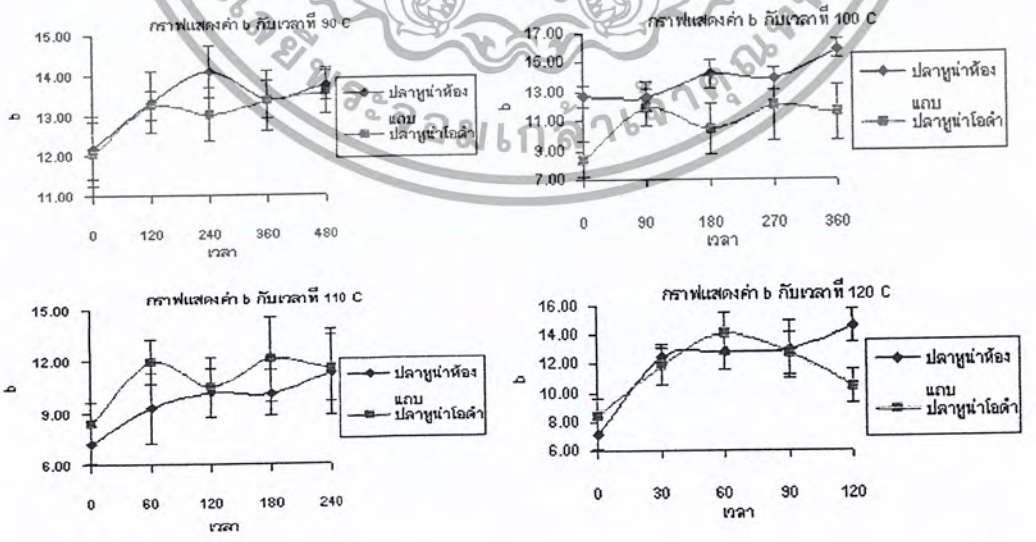
เมื่อนำค่าความสว่างเปลี่ยนเป็นค่า log โดยพล็อตเทียบกับเวลาเพื่อหาค่า D_T จะพบว่าค่า R^2 ที่ได้มีค่าน้อยมาก นั้นคือค่าความสว่างมีการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเส้นตรง ค่า D_T และ R^2 ที่อุณหภูมิต่างๆ แสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งค่า D_T มีทั้งบวกและลบ จึงไม่สามารถหาค่าZ ได้

ตารางที่ 4.3 แสดงค่า D_T ของค่าความสว่างและ R^2 ของปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำที่อุณหภูมิต่างๆ

Temperature (°C)	ปลาทูน่าท้องแถบ		ปลาทูน่าโอดำ	
	D_T(min)	R^2	D_T(min)	R^2
90	11111.11	0.5012	11111.11	0.7326
100	33333.33	0.1142	-25000	0.5642
110	-2500	0.887	12500	0.0254
120	20000	0.0014	-1428.571	0.1963

4.3.2 ค่าสีเหลือง (b)

การเปลี่ยนแปลงด้านสีเหลืองเนื่องจากผลของความร้อนในปลาทูน่ากระป๋องไม่เป็นแบบเส้นตรงโดยที่อุณหภูมิ 90 และ 100 °C ปลาทูน่าท้องแถบมีค่าสีเหลืองมากกว่าปลาทูน่าโอดำ แต่ที่อุณหภูมิ 110 และ 120 °C ปลาทูน่าโอดำจะมีค่าสีเหลืองมากกว่าปลาทูน่าท้องแถบ เนื่องจากเนื้อปลาที่ใช้ในการทดลองสำหรับอุณหภูมิ 90 และ 100 °C เป็นคนละชุดกับที่อุณหภูมิ 110 และ 120 °C จึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ กราฟค่าสีเหลืองของแต่ละอุณหภูมิแสดงดังรูปที่4.4



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าสีเหลืองเปรียบเทียบระหว่างปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำที่อุณหภูมิ 90 , 100 , 110 และ 120 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำค่าสีเหลืองเปลี่ยนเป็นค่า log โดยพล็อตเทียบกับเวลาเพื่อหาค่า D_T จะพบว่าค่า R^2 ของปลาทูน่าโอดำที่ได้มีค่าน้อยมาก นั้นคือค่าสีเหลืองมีการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเส้นตรง ค่า D_T และ R^2 ที่อุณหภูมิต่างๆ แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงค่า D_T ของค่าสีเหลืองและ R^2 ของปลาทูน่าท้องแถบและปลาทูน่าโอดำที่อุณหภูมิต่างๆ

Temperature (^oC)	ปลาทูน่าท้องแถบ		ปลาทูน่าโอดำ	
	D_T(min)	R^2	D_T(min)	R^2
90	-11111.11	0.5012	-11111.11	0.7082
100	-3333.33	0.8205	-3333.33	0.4591
110	-1428.57	0.847	-2000	0.4591
120	-476.1905	0.6815	-1428.57	0.1544
Z	22.37	0.996		

ในการหาความสัมพันธ์ของคุณภาพด้านต่างๆกับอุณหภูมิและเวลาที่ให้ความร้อนทางสถิติ จะใช้โปรแกรม STATGRAPHICS ทำการวิเคราะห์โดยวิธี Multiple Regression Analysis เพื่อหาว่าสายพันธุ์ , อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ มีผลต่อคุณภาพทางด้านต่างๆหรือ ไม่ และการวิเคราะห์โดย Regresstion Model วิธี Stepwise เพื่อหาสมการความสัมพันธ์

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์

	Coefficient
Constant	12.39
Temp	-0.029
Time x Temp	0.0009
Temp x Temp	-7.21×10^{-6}

พบว่า ปลาทูน่าท้องแถบที่ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 90 และ 100 °C มีสมการความสัมพันธ์ คือ

$$b_{sk} = 12.39 - 0.029t + 0.00097t - 7.21 \times 10^{-6} t^2$$

เมื่อ b_{sk} คือ ค่าสีเหลืองของปลาทูน่าท้องแถบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T คือ อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)

t คือ เวลา (นาที)

โดยมี ค่าสหสัมพันธ์ (R^2) ของสมการเท่ากับ 0.5081

สำหรับคุณภาพด้านอื่นๆ ได้ทำการทดสอบด้วยวิธี Multiple Regression Analysis พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์ (R^2) น้อยมาก จึงไม่ได้พิจารณาและไม่ได้นำผลมาแสดง

4.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory Quality)

ในการทดลองนี้ได้เลือกกระป๋อง ขนาด 211 x 109 (รัศมี 34.4 มม. ส่วนสูง 40 มม. บรรจุ 100 กรัม) ซึ่งเป็นกระป๋องบรรจุอาหารขนาดเล็กสุด เพื่อลดความแตกต่างของอุณหภูมิเนื้อปลาที่ผิวกระป๋องและเนื้อปลาที่จุดร้อนช้าที่สุดของกระป๋อง ถึงแม้ว่ากระป๋องดังกล่าวจะหนากว่ากระป๋องที่ใช้ในการทดลองของ Ohlsson (1980) (รัศมี 73 มม. ส่วนสูง 11 มม. บรรจุ 15 กรัม) แต่ข้อดีของการใช้กระป๋องขนาดนี้คือ สามารถบรรจุเนื้อปลาให้มีความหนาพอสมควรที่เหมาะกับการทดสอบของผู้ชิม โดยใช้เวลา 10 นาที เพื่อให้อุณหภูมิที่ใจกลางกระป๋องเท่ากับอุณหภูมิน้ำมัน ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี, ความแข็ง, กลิ่นหอมของปลา และกลิ่นสุกของปลาทูน่าพันธุ์โอดำหลังให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90, 100, 110 และ 120 $^{\circ}C$ ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เนื้อปลากระป๋องจะได้รับระหว่างการฆ่าเชื้อ แสดงในตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

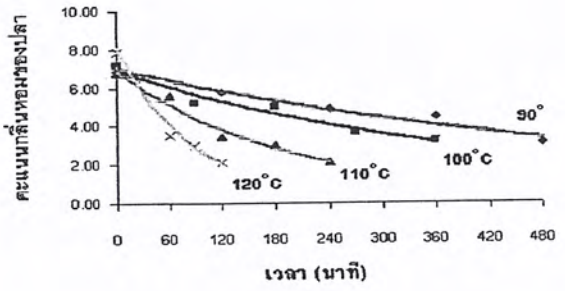
ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสหลังจากให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)	สี	ความแข็ง	กลิ่นหอมของปลา	กลิ่นสุก
90	0	1.70 ± 1.97	2.35 ± 2.22	6.86 ± 2.67	2.76 ± 2.65
	120	4.84 ± 2.56	5.22 ± 2.03	5.80 ± 2.03	4.05 ± 1.62
	240	4.71 ± 2.44	5.54 ± 2.47	4.91 ± 2.01	5.03 ± 2.31
	360	5.97 ± 1.45	6.26 ± 1.51	4.44 ± 2.29	4.97 ± 1.84
	480	5.52 ± 2.39	4.30 ± 2.91	3.09 ± 2.66	4.58 ± 2.63
100	0	2.55 ± 2.58	4.07 ± 3.39	7.17 ± 2.65	2.41 ± 2.56
	90	3.59 ± 2.78	3.54 ± 2.18	5.25 ± 2.05	4.01 ± 2.43
	180	3.54 ± 2.52	4.56 ± 1.85	5.02 ± 2.42	4.35 ± 2.24
	270	5.63 ± 2.48	4.66 ± 2.07	3.63 ± 1.84	5.76 ± 2.10
	360	5.04 ± 2.18	5.41 ± 2.19	3.20 ± 1.86	6.15 ± 1.50
110	0	1.07 ± 0.72	2.55 ± 2.43	6.76 ± 3.08	2.98 ± 3.10
	60	2.80 ± 1.95	4.11 ± 2.43	5.59 ± 2.34	4.35 ± 2.56
	120	5.55 ± 1.43	5.94 ± 1.11	3.44 ± 1.59	5.99 ± 1.69
	180	7.04 ± 2.51	5.88 ± 2.28	3.02 ± 1.21	6.29 ± 2.74
	240	8.77 ± 1.13	5.57 ± 3.64	2.14 ± 1.51	7.79 ± 2.84
120	0	1.07 ± 1.57	2.32 ± 3.67	7.83 ± 1.17	2.44 ± 2.09
	30	2.03 ± 1.44	3.48 ± 1.83	6.55 ± 2.48	3.95 ± 2.38
	60	5.81 ± 2.23	3.73 ± 1.24	3.51 ± 0.79	7.04 ± 1.04
	90	7.04 ± 2.51	5.88 ± 2.28	3.02 ± 1.21	6.29 ± 2.74
	120	8.77 ± 1.13	5.57 ± 3.64	2.14 ± 1.51	7.79 ± 2.84

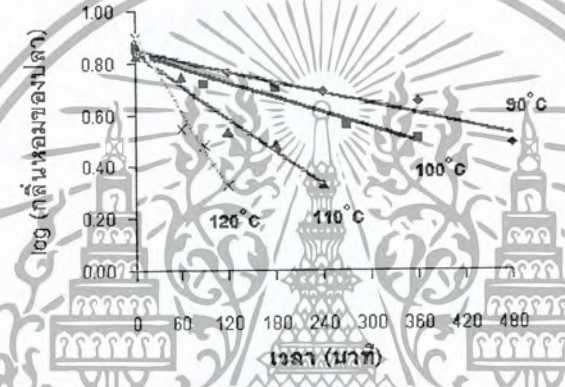
* ค่าเฉลี่ย ± SD.

รูปที่ 4.5 เป็นกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงกลิ่นหอมของปลาเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ พบว่า รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของกราฟมีลักษณะเป็นแบบ Exponential เมื่อเปลี่ยนคะแนนกลิ่นหอมของปลาเป็นค่า log จะได้กราฟเส้นตรงดังแสดงไว้ รูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



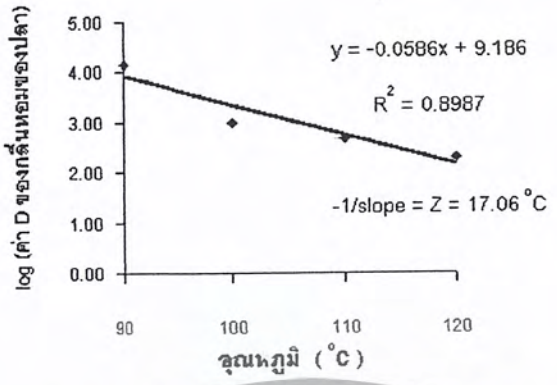
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยคะแนนกลิ่นหอมของปลากับเวลาที่อุณหภูมิต่างๆ



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่า log ของกลิ่นหอมของปลากับเวลาที่อุณหภูมิต่างๆ

สมการของกราฟหาได้โดยวิธี linear regression analysis ได้ค่าส่วนกลับความชันของกราฟที่อุณหภูมิ 90 , 100 , 110 และ 120°C เท่ากับ 14,285.7 , 1,000 , 476.2 และ 204.1 นาที ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวคือ ค่า D (Thermal Reduction Time) ตามวิธี Thermal Death Time (TDT, Ball and Ohlsson 1957) ค่า D หมายถึง เวลา ณ อุณหภูมิที่กำหนดที่ทำให้คุณภาพของอาหารเปลี่ยนแปลงไป 90% จากคุณภาพเริ่มต้น เช่น ที่อุณหภูมิ 120°C ใช้เวลา 204.1 นาที คะแนนกลิ่นหอมของปลาจะลดลง 90% ของคะแนนกลิ่นหอมของปลาเริ่มต้น ค่า Model of Fit (R^2) ของสมการในทุกๆ อุณหภูมิที่มีค่ามากกว่า 0.9 แสดงว่า การเปลี่ยนแปลงของกลิ่นหอมของปลาระหว่างอุณหภูมิที่ทำการศึกษาเป็นแบบ First Order Reaction เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120°Cระหว่างปัจจัยด้านต่างๆ พบว่า ค่า $D_{120\,C}$ ของค่าความแข็งมีค่ามากที่สุด เมื่อนำค่า log ของค่า D ของกลิ่นหอมของปลามาเขียนกราฟกับอุณหภูมิ (รูปที่ 4.7) จะได้กราฟเป็นเส้นตรง ส่วนกลับของ ความชันกราฟ คือ ค่า Z (Thermal Resistance) ซึ่งเป็นค่าแสดงความต้านทานของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ค่า Z ของกลิ่นหอมของปลามีค่าเท่ากับ 17.06°C ซึ่งมีค่าต่ำสุด เมื่อเทียบกับค่า Z ของ กลิ่นสกุที่มีค่าเท่ากับ 31.35°C (ตารางที่ 4.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 กราฟที่ใช้ในการหาค่า Z ของคุณภาพด้านกลิ่นหอมของปลา

ตารางที่ 4.7 แสดงค่า D ที่อุณหภูมิต่างๆ และค่า Z ของคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของปลาทูน่าโอดำหลังการให้ความร้อน

อุณหภูมิ	สี		ความแข็ง		กลิ่นหอมของปลา		กลิ่นสุก	
(°C)	D (นาที)	R^2	D (นาที)	R^2	D (นาที)	R^2	D (นาที)	R^2
90	1111.11	0.63	2000.00	0.32	14285.71	0.95	2500.00	0.60
100	1111.11	0.83	2500.00	0.71	1000.00	0.96	909.09	0.90
110	270.11	0.90	714.29	0.71	476.19	0.97	588.24	0.93
120	126.58	0.91	303.03	0.89	204.08	0.96	250.00	0.83
Z (°C)	29.07		21.83		17.06		31.31	
R^2	0.90		0.99		0.90		0.98	

* ใช้เฉพาะค่า D ที่มีค่า $R^2 \geq 0.6$ เพื่อประเมินค่า Z

<u>ตอนที่ 2</u> การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อประเมินคุณภาพที่เหลือหลังการฆ่าเชื้อ

การหาอุณหภูมิฆ่าเชื้อที่เหมาะสมจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการทำนายคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆที่เหลือหลังการให้ความร้อน เมื่อต้องการให้กลิ่นหอมของปลาที่เหลืออยู่มากที่สุด และปลาทูน่ากระป๋องเกิดสีน้ำตาล, ความแข็ง และกลิ่นสุกน้อยที่สุด กำหนดค่า F_o เท่ากับ 8 นาที และใช้กระป๋องบรรจุอาหารเบอร์ 211 x 109 ซึ่งมีรัศมี 34.4 mm. สูง 40 mm. ค่า $D_{120^\circ C}$ สำหรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆแสดงไว้ในตารางที่ 4.7 ค่า Thermal Diffusivity ของเนื้อปลาทูน่าเท่ากับ 1.42×10^{-7} m^2/s ทั้งการให้ความร้อนและทำให้เย็น กำหนดอุณหภูมิอ้างอิงเท่ากับ 120 °C อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารเท่ากับ 50 °C อุณหภูมิฆ่าเชื้อมี 7 ระดับ

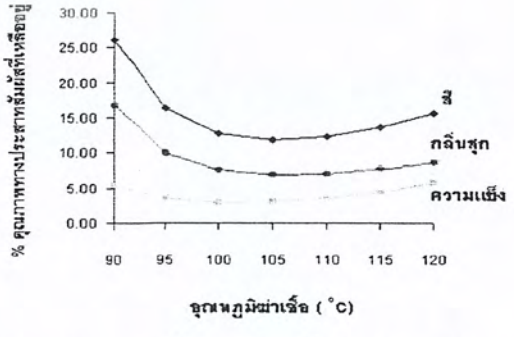
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ 90 , 95 , 100 , 105, 110 , 115 และ 120°C อุณหภูมิน้ำที่ใช้ในการทำให้เย็นเท่ากับ 25°C อุณหภูมิแกนกลางกระป๋องหลังทำให้เย็นเท่ากับ 50°C คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆที่คงอยู่ในปลาทูน่ากระป๋อง แสดงในตารางที่ 4.8 และ รูปที่ 4.8 และ 4.9

ตารางที่ 4.8 คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่เหลืออยู่หลังฆ่าเชื้อทำนายโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เมื่อกำหนดให้ F_0 = 8 นาที และใช้กระป๋องบรรจุอาหารเบอร์ 211 x 109

อุณหภูมิ (°C)	เวลาให้ความร้อน (นาที)	สี	ความแข็ง	กลิ่นสุก	กลิ่นหอมของปลา
90	204.583	26.070	5.360	16.770	96.819
95	88.125	16.364	3.580	10.063	97.590
100	50.938	12.709	3.030	7.598	97.707
105	36.458	11.900	3.120	6.967	97.336
110	29.063	12.374	3.620	7.114	96.510
115	24.583	13.686	4.510	7.745	95.073
120	21.354	15.536	5.790	8.679	92.823

รูปที่ 4.8 แสดงกลิ่นหอมของปลาที่เหลืออยู่ในปลาทูน่ากระป๋องที่อุณหภูมิต่างๆ เมื่อ F_0 = 8 นาที และใช้กระป๋องบรรจุอาหารเบอร์ 211 x 109



รูปที่ 4.9 แสดงสี , ความแข็ง และกลิ่นสุกที่เกิดขึ้นในปลาทูน่ากระป๋องที่อุณหภูมิต่างๆ เมื่อ F_0 = 8 นาที และใช้กระป๋องบรรจุอาหารเบอร์ 211 x 109

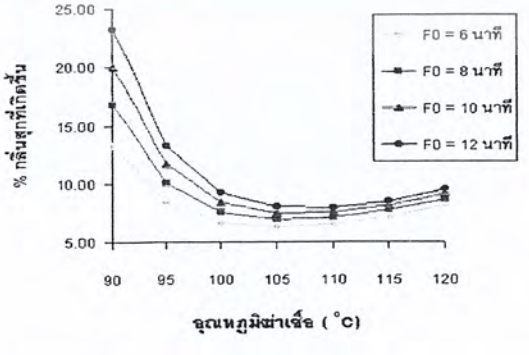
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเนื้อปลาได้รับความร้อน กลิ่นหอมของปลาจะลดลงในขณะที่สี , ความแข็ง และกลิ่นสุกจะเพิ่มขึ้น เมื่อใช้ค่า F_o เท่ากับ 8 นาที และใช้กระป๋องบรรจุอาหารเบอร์ 211 x 109 ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการแปรรูปปลาทูน่ากระป๋องอยู่ในช่วง 100 -115^{o}C ที่อุณหภูมินี้เนื้อปลาจะเกิดสีน้ำตาล , ความแข็ง และมีกลิ่นสุกน้อยที่สุด ในขณะที่กลิ่นหอมของปลายังคงเหลืออยู่มาก

เมื่อกำหนดให้ค่า F_o ที่ใช้เปลี่ยนไป โดยขนาดภาชนะบรรจุและสภาวะอื่นๆคงเดิม ผลการทำนายค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นสุกที่เกิดขึ้นแสดงในตารางที่ 4.9 และ รูปที่ 4.10

ตารางที่ 4.9 คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นสุกที่เกิดขึ้นหลังฆ่าเชื้อทำนายโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เมื่อใช้กระป๋องบรรจุอาหารเบอร์ 211 x 109 เปรียบเทียบค่า F_o ที่ระดับต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	F0 = 6 นาที		F0 = 8 นาที		F0 = 10 นาที		F0 = 12 นาที	
	เวลาให้ความร้อน (นาที)	กลิ่นสุกที่เกิดขึ้น	เวลาให้ความร้อน (นาที)	กลิ่นสุกที่เกิดขึ้น	เวลาให้ความร้อน (นาที)	กลิ่นสุกที่เกิดขึ้น	เวลาให้ความร้อน (นาที)	กลิ่นสุกที่เกิดขึ้น
90	161.3	13.317	204.583	16.77	247.29	20.04	290.42	23.208
95	74.4	8.374	88.125	10.063	101.72	11.703	115.42	13.324
100	45.9	6.693	50.938	7.598	55.68	8.443	60.26	9.254
105	34.0	6.347	36.458	6.967	38.75	7.533	40.73	8.031
110	27.5	6.589	29.063	7.114	30.42	7.568	31.56	7.961
115	23.4	7.247	24.583	7.745	25.47	8.148	26.25	8.496
120	20.5	8.194	21.354	8.679	22.14	9.132	22.71	9.476



รูปที่ 4.10 แสดงค่ากลิ่นสุกหลังการฆ่าเชื้อ ทำนายโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เมื่อใช้ค่า F_o ระดับต่างๆ เมื่อใช้กระป๋องบรรจุอาหารเบอร์ 211 x 109

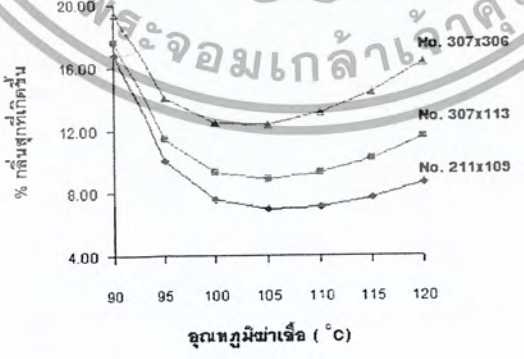
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มหรือลดค่า F_o มีผลให้เส้นกราฟเลื่อนขึ้นหรือลง นั่นคือ ที่อุณหภูมิเดียวกันหากใช้ค่า F_o สูง กลิ่นสุกจะเกิดขึ้นมาก จากรูปที่ 4.10 พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมยังคงอยู่ในช่วง 100 – 115°C

เมื่อเปลี่ยนขนาดภาชนะบรรจุ โดยใช้ค่า F_o และสภาวะอื่นๆคงเดิม ผลการทำนายค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นสุกที่เกิดขึ้นแสดงในตารางที่ 4.10 และ รูปที่ 4.11

ตารางที่ 4.10 คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นสุกที่เกิดขึ้นหลังฆ่าเชื้อทำนายโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เมื่อใช้ค่า F_o = 8 นาที เปรียบเทียบกระป๋องบรรจุอาหารขนาดต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	No. 211x109		No. 307x113		No. 307x306	
	เวลาให้ความร้อน (นาที)	กลิ่นสุกที่เกิดขึ้น	เวลาให้ความร้อน (นาที)	กลิ่นสุกที่เกิดขึ้น	เวลาให้ความร้อน (นาที)	กลิ่นสุกที่เกิดขึ้น
90	204.583	16.77	219.58	17.607	253.23	19.43
95	88.125	10.06	103.96	11.416	137.19	14.09
100	50.938	7.60	65.42	9.315	94.27	12.46
105	36.458	6.97	48.85	8.915	73.44	12.39
110	29.063	7.11	39.90	9.329	60.94	13.12
115	24.583	7.75	34.06	10.226	52.60	14.47
120	21.354	8.68	30.00	11.586	46.56	16.34



รูปที่ 4.11 แสดงกลิ่นสุกที่เกิดขึ้นเมื่อค่า F_o = 8 นาที โดยเปลี่ยนขนาดภาชนะบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า กระป๋องขนาดแตกต่างกันมีผลทำให้กลิ่นสุกแตกต่างกัน แต่อุณหภูมิฆ่าเชื้อที่ทำให้กลิ่นสุกน้อยที่สุดใกล้เคียงกันและอยู่ในช่วง 100 – 115°C เมื่อภาชนะที่ใช้บรรจุมีขนาดใหญ่ขึ้นจะเกิดกลิ่นสุกเพิ่มมากขึ้นหลังการให้ความร้อนเนื่องจากต้องใช้เวลานานกว่าในการฆ่าเชื้อเพื่อให้ได้ค่า F_o ตามที่กำหนด ดังนั้น อาหารกระป๋องที่บรรจุอยู่ในภาชนะขนาดเล็กจะให้คุณภาพหลังการแปรรูปดีกว่าภาชนะขนาดใหญ่

ผลการทำนายคุณภาพของปลาทูน่ากระป๋องโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ พบว่าช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้ออยู่ในช่วง 100 -115°C แต่ในระดับอุตสาหกรรมจะไม่นิยมทำการฆ่าเชื้อในช่วงอุณหภูมิ 100 -110°C เนื่องจากการใช้อุณหภูมิต่ำจะต้องใช้เวลานาน ดังแสดงในตารางที่ 4.8 – 4.10 จึงทำให้ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้ต่อหน่วยเวลาลดลง ดังนั้น ในการเลือกใช้อุณหภูมิฆ่าเชื้อที่เหมาะสมจำเป็นต้องพิจารณาควบคู่กันไประหว่างคุณภาพของอาหารหลังการฆ่าเชื้อที่ยอมรับได้และปริมาณผลิตภัณฑ์หน่วยเวลาที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 1 การศึกษาค่าจลนศาสตร์ความร้อน

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาทูน่า ได้แก่ สี , ความแข็ง , กลิ่นหอมของปลา และกลิ่นสุก มีการเปลี่ยนแปลงแบบ First order reaction จึงสามารถหาค่า D และค่า Z ได้ โดยมีค่า Z เท่ากับ 29.07 , 21.83 , 17.06 และ 31.31 $^{\circ}$C ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยค่า Z ของทุกปัจจัยที่ได้ทำการทดลองเท่ากับ 24.8 $^{\circ}$C สำหรับคุณภาพด้านอื่นๆ ไม่สามารถหาค่า Z ได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงจากผลของความร้อนไม่มีรูปแบบเป็น First reaction rate และค่าสหสัมพันธ์ (R^2) มีค่าน้อยมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยคุณภาพทั้ง 3 ด้านไม่เหมาะสมที่จะใช้วัดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสำหรับปลาทูน่ากระป๋อง หรือวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการวัดปัจจัยคุณภาพด้านต่างๆ ไม่เหมาะสม หรือวัตถุดิบมีการแปรปรวนค่อนข้างมาก

ตอนที่ 2 การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อประเมินคุณภาพที่เหลือหลังการฆ่าเชื้อ

ผลการประเมินคุณภาพ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประยุกต์ใช้ร่วมกับค่าจลนศาสตร์การเสื่อมลงของคุณภาพที่ได้จากการทดลองเพื่อทำนายอุณหภูมิฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ ของปลาทูน่ากระป๋อง พบว่า ช่วงอุณหภูมิฆ่าเชื้อที่เหมาะสม คือ 100 – 115 $^{\circ}$C ซึ่งหากเพิ่มค่า F_o หรือเพิ่มขนาดกระป๋องบรรจุอาหารจะทำให้คุณภาพที่เหลืออยู่ในเนื้อปลาลดลงเนื่องจากต้องใช้เวลาในการฆ่าเชื้อนานขึ้น สำหรับการฆ่าเชื้อในระดับอุตสาหกรรม ช่วงอุณหภูมิ 100 – 110°C จะไม่นิยมปฏิบัติ เนื่องจากต้องใช้เวลานานทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตลดลง ดังนั้น การพิจารณาเลือกอุณหภูมิฆ่าเชื้อที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาร่วมกันทั้งคุณภาพของอาหารที่เหลืออยู่ที่ผู้บริโภคยอมรับได้และอัตราการผลิตที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

- คุณภาพด้านเนื้อสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	max force (g force)	ค่า max force เฉลี่ย
0	1-1	761.68	986.76
	1-2	1008.48	
	2-1	922.31	
	2-2	1390.73	
	3-1	808.12	
	3-2	1029.25	
120	1-1	1112.23	865.66
	1-2	698.19	
	2-1	692.17	
	2-2	1051.44	
	3-1	765.13	
	3-2	874.81	
240	1-1	919.31	846.14
	1-2	768.07	
	2-1	986.66	
	2-2	720.17	
	3-1	762.68	
	3-2	919.97	
360	1-1	918.47	840.24
	1-2	882.33	
	2-1	854.06	
	2-2	614.76	
	3-1	817.61	
	3-2	954.19	
480	1-1	772.41	757.12
	1-2	899.72	
	2-1	660.37	
	2-2	641.28	
	3-1	860.87	
	3-2	708.04	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์โอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	max force (g force)	ค่า max force เฉลี่ย
0	1-1	1062.95	630.65
	1-2	694.19	
	2-1	407.84	
	2-2	508.89	
	3-1	524.70	
	3-2	585.31	
120	1-1	657.41	615.37
	1-2	509.86	
	2-1	821.45	
	2-2	517.65	
	3-1	434.22	
	3-2	751.65	
240	1-1	916.48	674.63
	1-2	754.81	
	2-1	494.95	
	2-2	587.70	
	3-1	698.01	
	3-2	595.84	
360	1-1	575.32	596.73
	1-2	588.96	
	2-1	723.00	
	2-2	569.78	
	3-1	630.98	
	3-2	492.33	
480	1-1	434.12	648.10
	1-2	540.34	
	2-1	798.80	
	2-2	764.14	
	3-1	721.65	
	3-2	639.57	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของปลาหูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	max force (g force)	ค่า max force เฉลี่ย
0	1-1	1200.27	1100.91
	1-2	1028.00	
	2-1	1061.26	
	2-2	1123.69	
	3-1	1169.65	
	3-2	1022.61	
90	1-1	953.29	934.46
	1-2	691.13	
	2-1	588.90	
	2-2	820.05	
	3-1	1273.53	
	3-2	1279.87	
180	1-1	918.10	825.16
	1-2	747.79	
	2-1	817.23	
	2-2	736.09	
	3-1	831.82	
	3-2	899.90	
270	1-1	846.29	759.83
	1-2	799.21	
	2-1	666.55	
	2-2	906.09	
	3-1	669.04	
	3-2	671.81	
360	1-1	918.38	897.21
	1-2	967.77	
	2-1	855.64	
	2-2	923.15	
	3-1	902.82	
	3-2	815.52	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์โอคำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	max force (g force)	ค่า max force เฉลี่ย
0	1-1	839.84	813.12
	1-2	671.44	
	2-1	935.71	
	2-2	477.20	
	3-1	1073.24	
	3-2	881.31	
90	1-1	761.23	726.40
	1-2	705.56	
	2-1	1001.89	
	2-2	539.42	
	3-1	712.72	
	3-2	637.57	
180	1-1	607.65	687.38
	1-2	716.60	
	2-1	508.45	
	2-2	974.40	
	3-1	624.98	
	3-2	692.21	
270	1-1	649.11	669.06
	1-2	561.74	
	2-1	745.00	
	2-2	536.99	
	3-1	757.95	
	3-2	763.54	
360	1-1	562.73	567.21
	1-2	451.18	
	2-1	591.87	
	2-2	673.66	
	3-1	651.64	
	3-2	472.16	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	max force (g force)	ค่า max force เฉลี่ย
0	1-1	822.8	676.67
	1-2	742.3	
	2-1	484.7	
	2-2	779.6	
	3-1	696.8	
	3-2	533.8	
60	1-1	758.8	591.68
	1-2	623.1	
	2-1	415.7	
	2-2	641.8	
	3-1	548.9	
	3-2	561.8	
120	1-1	418.4	572.32
	1-2	546.3	
	2-1	694.1	
	2-2	554.3	
	3-1	559.6	
	3-2	661.2	
180	1-1	554.3	617.35
	1-2	651.3	
	2-1	628.6	
	2-2	520.3	
	3-1	577.1	
	3-2	772.5	
240	1-1	491.5	548.52
	1-2	651.3	
	2-1	427.7	
	2-2	553.6	
	3-1	543.4	
	3-2	623.6	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์โอคำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	max force (g force)	ค่า max force เฉลี่ย
0	1-1	858.7	769.70
	1-2	788.2	
	2-1	815.8	
	2-2	604.4	
	3-1	450.9	
	3-2	1100.2	
30	1-1	1169.7	1013.72
	1-2	896.2	
	2-1	1192.4	
	2-2	931.3	
	3-1	853.2	
	3-2	1039.5	
60	1-1	859.5	829.25
	1-2	541.5	
	2-1	881.8	
	2-2	840.1	
	3-1	769.6	
	3-2	1083.0	
90	1-1	933.6	755.52
	1-2	649.5	
	2-1	641.4	
	2-2	1020.0	
	3-1	628.7	
	3-2	659.9	
120	1-1	681.1	673.88
	1-2	848.5	
	2-1	616.7	
	2-2	474.7	
	3-1	862.3	
	3-2	560.0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	max force (g force)	ค่า max force เฉลี่ย
0	1-1	822.8	676.67
	1-2	742.3	
	2-1	484.7	
	2-2	779.6	
	3-1	696.8	
	3-2	533.8	
30	1-1	691.1	599.53
	1-2	579.8	
	2-1	368.6	
	2-2	691.9	
	3-1	526.2	
	3-2	739.6	
60	1-1	523.5	621.88
	1-2	657.1	
	2-1	429.5	
	2-2	675.3	
	3-1	694.7	
	3-2	751.2	
90	1-1	626.8	546.93
	1-2	656.2	
	2-1	406.5	
	2-2	447.9	
	3-1	509.4	
	3-2	634.8	
120	1-1	665.3	581.78
	1-2	642.3	
	2-1	567.7	
	2-2	355.4	
	3-1	639.2	
	3-2	620.8	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของปลาทูน่าพันธุ์โอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	max force (g force)	ค่า max force เฉลี่ย
0	1-1	858.7	769.70
	1-2	788.2	
	2-1	815.8	
	2-2	604.4	
	3-1	450.9	
	3-2	1100.2	
30	1-1	860.6	835.27
	1-2	516.8	
	2-1	1192.1	
	2-2	713.6	
	3-1	814.7	
	3-2	913.8	
60	1-1	592.5	879.13
	1-2	971.1	
	2-1	1026.1	
	2-2	1043.9	
	3-1	905.1	
	3-2	736.1	
90	1-1	795.8	807.72
	1-2	646.3	
	2-1	783.1	
	2-2	728.0	
	3-1	1146.6	
	3-2	746.5	
120	1-1	866.7	659.73
	1-2	380.2	
	2-1	566.0	
	2-2	722.0	
	3-1	817.2	
	3-2	606.3	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

- คุณภาพด้านสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 คุณภาพด้านสีของปลาหูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	L	L เฉลี่ย	b	bเฉลี่ย
0	1-1	63.97	62.52	12.79	12.20
	1-2	61.03		12.49	
	1-3	53.97		11.32	
	1-4	60.21		12.21	
	1-5	62.38		12.39	
	2-1	64.47		12.03	
	2-2	61.22		11.91	
	2-3	65.30		12.11	
	2-4	60.57		11.82	
	2-5	62.09		11.82	
	3-1	64.11		12.23	
	3-2	64.78		12.41	
	3-3	64.18		12.55	
	3-4	63.66		12.35	
	3-5	65.89		12.57	
120	1-1	56.00	59.78	12.38	13.32
	1-2	54.95		12.02	
	1-3	55.05		12.37	
	1-4	60.95		14.13	
	1-5	64.01		14.02	
	2-1	59.24		12.97	
	2-2	60.59		13.69	
	2-3	58.60		12.85	
	2-4	63.61		14.15	
	2-5	62.59		13.46	
	3-1	55.02		12.30	
	3-2	61.40		14.09	
	3-3	61.93		13.87	
	3-4	60.61		13.82	
	3-5	62.19		13.67	
240	1-1	58.27	60.38	13.63	14.08
	1-2	59.87		14.07	
	1-3	58.54		14.11	
	1-4	64.54		15.04	
	1-5	63.16		14.78	
	2-1	58.87		14.14	
	2-2	61.97		14.61	
	2-3	59.06		13.47	
	2-4	55.86		12.58	
	2-5	57.07		13.15	
	3-1	61.45		14.27	
	3-2	61.37		14.57	
	3-3	61.05		14.32	
	3-4	61.96		14.19	
	3-5	62.68		14.34	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	L	L เฉลี่ย	b	bเฉลี่ย
360	1-2	60.13	60.09	13.47	13.36
	1-3	62.99		14.14	
	1-4	53.58		13.43	
	1-5	57.96		13.30	
	2-1	65.05		13.91	
	2-2	63.04		13.90	
	2-3	62.13		13.02	
	2-4	63.12		13.47	
	2-5	56.90		12.21	
	3-1	59.23		13.46	
	3-2	59.52		13.35	
	3-3	58.97		13.11	
	3-4	58.13		13.09	
	3-5	60.50		13.23	
480	1-1	57.20	60.26	13.08	13.74
	1-2	59.14		13.87	
	1-3	60.17		14.09	
	1-4	59.88		13.65	
	1-5	61.38		13.71	
	2-1	61.73		14.11	
	2-2	58.75		13.73	
	2-3	59.02		14.06	
	2-4	58.68		13.48	
	2-5	61.52		13.90	
	3-1	60.89		13.53	
	3-2	62.85		14.06	
	3-3	56.60		12.89	
	3-4	63.08		13.87	
	3-5	62.96		14.01	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 คุณภาพด้านสีของปลาทูน่าพันธุ์โอคำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	L	L เฉลี่ย	b	b เฉลี่ย
0	1-1	68.76	67.59	12.27	12.04
	1-2	57.36		10.41	
	1-3	60.73		10.92	
	1-4	67.99		11.86	
	1-5	62.60		11.11	
	2-1	70.82		12.84	
	2-2	71.90		12.89	
	2-3	68.05		12.07	
	2-4	64.66		11.26	
	2-5	70.06		12.59	
	3-1	71.51		12.64	
	3-2	71.34		12.91	
	3-3	69.92		12.39	
	3-4	67.91		11.88	
	3-5	70.24		12.55	
120	1-1	69.49	68.49	13.26	13.24
	1-2	72.60		13.65	
	1-3	71.74		13.33	
	1-4	73.69		13.92	
	1-5	70.14		13.36	
	2-1	69.62		13.49	
	2-2	66.42		13.02	
	2-3	68.10		13.12	
	2-4	69.01		13.27	
	2-5	68.94		13.36	
	3-1	64.10		12.89	
	3-2	61.91		12.33	
	3-3	67.14		13.07	
	3-4	66.52		13.09	
	3-5	67.87		13.49	
240	1-1	67.14	66.20	13.87	13.02
	1-2	61.36		13.47	
	1-3	67.77		13.93	
	1-4	62.12		13.00	
	1-5	66.99		13.89	
	2-1	66.38		12.40	
	2-2	67.61		13.54	
	2-3	62.09		12.18	
	2-4	66.91		12.93	
	2-5	70.47		13.33	
	3-1	68.37		12.88	
	3-2	64.93		12.04	
	3-3	70.05		12.99	
	3-4	64.41		12.10	
	3-5	66.34		12.79	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	L	L เฉลี่ย	b	bเฉลี่ย
360	1-2	69.45	65.00	13.78	13.30
	1-3	69.94		14.47	
	1-4	67.74		13.28	
	1-5	69.51		14.22	
	2-1	66.89		13.80	
	2-2	69.22		14.09	
	2-3	59.51		12.09	
	2-4	59.91		12.22	
	2-5	64.75		13.07	
	3-1	52.47		12.72	
	3-2	64.84		13.04	
	3-3	66.13		13.24	
	3-4	62.29		12.50	
	3-5	67.33		13.69	
480	1-1	64.44	66.23	13.08	13.59
	1-2	68.05		13.89	
	1-3	60.86		12.29	
	1-4	70.30		14.11	
	1-5	69.25		13.94	
	2-1	68.00		13.93	
	2-2	68.42		13.92	
	2-3	68.02		14.11	
	2-4	65.58		13.60	
	2-5	66.23		13.70	
	3-1	65.18		13.55	
	3-2	60.02		12.47	
	3-3	64.23		13.43	
	3-4	67.46		13.93	
	3-5	67.42		13.92	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข. 3 คุณภาพด้านสีของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	L	L เฉลี่ย	b	b เฉลี่ย
0	1-1	61.61	60.04	12.17	12.74
	1-2	60.61		12.04	
	1-3	58.24		12.05	
	1-4	62.89		13.02	
	1-5	60.68		12.38	
	2-1	55.72		11.74	
	2-2	62.11		13.32	
	2-3	56.56		11.94	
	2-4	60.54		12.00	
	2-5	60.30		13.19	
	3-1	56.20		12.84	
	3-2	59.38		13.05	
	3-3	62.65		13.93	
	3-4	62.55		13.82	
	3-5	60.59		13.57	
90	1-1	54.33	58.92	10.94	12.68
	1-2	58.47		12.05	
	1-3	59.32		12.60	
	1-4	56.36		11.76	
	1-5	61.28		12.52	
	2-1	56.99		11.46	
	2-2	62.34		13.39	
	2-3	61.69		12.89	
	2-4	57.36		13.02	
	2-5	61.16		13.03	
	3-1	62.25		13.70	
	3-2	61.71		14.32	
	3-3	59.65		13.91	
	3-4	56.44		12.39	
	3-5	54.39		12.26	
180	1-1	61.31	61.59	14.68	14.21
	1-2	64.06		15.14	
	1-3	64.23		15.27	
	1-4	63.79		15.23	
	1-5	63.98		14.95	
	2-1	63.60		13.14	
	2-2	62.03		13.64	
	2-3	53.37		12.61	
	2-4	52.82		12.66	
	2-5	60.86		12.70	
	3-1	63.93		14.17	
	3-2	61.61		14.57	
	3-3	63.74		14.68	
	3-4	60.96		14.98	
	3-5	63.57		14.70	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	L	L เฉลี่ย	b	b เฉลี่ย
270	1-2	55.85	58.27	14.12	13.91
	1-3	53.40		12.80	
	1-4	53.19		12.56	
	1-5	61.38		13.81	
	2-1	61.11		14.51	
	2-2	57.16		13.52	
	2-3	54.56		12.82	
	2-4	61.17		14.46	
	2-5	60.70		14.20	
	3-1	58.54		13.94	
	3-2	56.24		13.70	
	3-3	57.21		14.26	
	3-4	60.42		14.73	
	3-5	64.85		15.29	
360	1-1	65.85	62.23	15.78	15.86
	1-2	64.48		15.82	
	1-3	59.94		15.11	
	1-4	63.37		15.79	
	1-5	66.19		16.16	
	2-1	59.37		16.27	
	2-2	58.84		16.40	
	2-3	60.97		16.66	
	2-4	62.46		16.23	
	2-5	62.22		17.06	
	3-1	66.64		15.76	
	3-2	60.85		14.55	
	3-3	60.79		15.54	
	3-4	62.49		15.56	
	3-5	59.03		15.23	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข. 4 คุณภาพด้านสีของปลาทูน่าพันธุ์โอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	L	L เฉลี่ย	b	bเฉลี่ย
0	1-1	64.95	62.55	8.73	8.40
	1-2	58.80		9.50	
	1-3	62.81		7.12	
	1-4	69.76		7.76	
	1-5	61.12		7.79	
	2-1	68.31		7.46	
	2-2	66.82		8.26	
	2-3	61.71		7.88	
	2-4	55.25		6.62	
	2-5	58.26		10.37	
	3-1	61.17		10.17	
	3-2	60.60		9.57	
	3-3	66.26		8.55	
	3-4	63.80		6.85	
	3-5	58.56		9.44	
90	1-1	69.48	60.52	10.21	11.96
	1-2	61.65		11.84	
	1-3	66.58		13.37	
	1-4	57.62		11.81	
	1-5	58.46		13.08	
	2-1	62.85		13.69	
	2-2	62.27		13.71	
	2-3	62.18		11.32	
	2-4	61.23		10.23	
	2-5	63.19		12.58	
	3-1	49.84		12.23	
	3-2	55.79		12.62	
	3-3	55.38		10.27	
	3-4	61.49		12.28	
	3-5	59.74		10.18	
180	1-1	60.66	60.97	13.73	10.49
	1-2	60.85		11.94	
	1-3	60.99		14.16	
	1-4	57.66		10.89	
	1-5	62.93		10.81	
	2-1	62.48		10.49	
	2-2	63.75		9.64	
	2-3	67.65		9.52	
	2-4	64.81		10.16	
	2-5	64.00		9.53	
	3-1	62.96		11.05	
	3-2	52.90		9.44	
	3-3	60.55		9.48	
	3-4	58.62		7.65	
	3-5	53.77		8.89	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	L	L เฉลี่ย	b	bเฉลี่ย
270	1-2	62.17	60.06	8.21	12.22
	1-3	63.26		14.48	
	1-4	54.28		11.44	
	1-5	56.65		15.12	
	2-1	63.81		14.45	
	2-2	62.87		13.62	
	2-3	60.67		13.68	
	2-4	62.77		14.22	
	2-5	59.29		15.09	
	3-1	61.58		9.56	
	3-2	59.55		9.18	
	3-3	58.67		10.20	
	3-4	59.57		9.12	
	3-5	55.70		12.74	
360	1-1	56.11	60.48	9.13	11.56
	1-2	63.60		9.30	
	1-3	64.88		10.51	
	1-4	61.80		11.19	
	1-5	64.80		9.60	
	2-1	55.19		13.86	
	2-2	61.19		14.59	
	2-3	62.64		15.21	
	2-4	61.89		9.45	
	2-5	59.55		12.46	
	3-1	61.39		11.14	
	3-2	54.00		10.89	
	3-3	61.60		12.59	
	3-4	54.24		12.59	
	3-5	64.36		10.93	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข. 5 คุณภาพด้านสีของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	L	L เฉลี่ย	b	bเฉลี่ย
0	1-1	36.84	32.95	7.54	7.18
	1-2	40.71		8.42	
	1-3	26.52		6.07	
	1-4	25.78		5.87	
	1-5	30.52		6.66	
	2-1	37.09		8.05	
	2-2	28.03		6.23	
	2-3	36.23		8.31	
	2-4	31.26		7.15	
	2-5	39.01		7.95	
	3-1	27.07		5.92	
	3-2	35.03		7.79	
	3-3	43.14		8.82	
	3-4	34.80		7.65	
	3-5	22.24		5.32	
60	1-1	36.55	33.49	9.55	9.26
	1-2	44.74		11.59	
	1-3	48.97		12.32	
	1-4	37.43		10.20	
	1-5	26.09		7.37	
	2-1	25.62		7.25	
	2-2	29.91		8.13	
	2-3	29.71		8.16	
	2-4	27.93		7.79	
	2-5	15.73		4.60	
	3-1	34.57		10.35	
	3-2	32.33		9.54	
	3-3	38.03		10.74	
	3-4	39.07		11.50	
	3-5	35.65		9.84	
120	1-1	36.45	30.03	12.43	10.14
	1-2	32.16		10.88	
	1-3	30.64		10.51	
	1-4	29.71		10.11	
	1-5	23.95		8.08	
	2-1	29.83		10.14	
	2-2	28.98		9.74	
	2-3	36.29		11.63	
	2-4	39.72		12.59	
	2-5	31.73		10.29	
	3-1	26.30		9.32	
	3-2	27.93		9.57	
	3-3	21.98		7.34	
	3-4	29.08		10.35	
	3-5	25.64		9.15	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	L	L เฉลี่ย	b	bเฉลี่ย
180	1-2	32.55	28.28	10.62	10.17
	1-3	24.79		8.23	
	1-4	25.17		8.18	
	1-5	35.03		11.12	
	2-1	27.38		10.51	
	2-2	31.43		12.27	
	2-3	29.56		11.32	
	2-4	25.75		9.92	
	2-5	24.85		9.33	
	3-1	29.42		10.65	
	3-2	24.79		9.23	
	3-3	24.58		8.99	
	3-4	35.18		12.64	
	3-5	25.49		9.31	
240	1-1	26.98	27.82	11.95	11.33
	1-2	33.56		14.54	
	1-3	31.68		13.68	
	1-4	32.75		14.83	
	1-5	25.86		11.38	
	2-1	34.36		13.36	
	2-2	21.67		8.69	
	2-3	32.32		12.66	
	2-4	25.41		10.43	
	2-5	35.60		13.89	
	3-1	20.48		8.34	
	3-2	24.25		9.15	
	3-3	18.91		6.99	
	3-4	24.31		9.08	
	3-5	29.19		10.94	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข. 6 คุณภาพด้านสีของปลาทูน่าพันธุ์โอคำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	L	L เฉลี่ย	b	bเฉลี่ย
0	1-1	47.92	41.24	8.73	8.40
	1-2	45.45		9.50	
	1-3	32.60		7.12	
	1-4	37.50		7.76	
	1-5	35.57		7.79	
	2-1	38.16		7.46	
	2-2	37.44		8.26	
	2-3	38.86		7.88	
	2-4	31.58		6.62	
	2-5	56.16		10.37	
	3-1	50.70		10.17	
	3-2	49.28		9.57	
	3-3	39.74		8.55	
	3-4	32.53		6.85	
	3-5	45.09		9.44	
60	1-1	44.68	54.45	10.21	11.96
	1-2	52.86		11.84	
	1-3	63.20		13.37	
	1-4	54.33		11.81	
	1-5	60.68		13.08	
	2-1	61.43		13.69	
	2-2	63.31		13.71	
	2-3	49.77		11.32	
	2-4	46.91		10.23	
	2-5	58.82		12.58	
	3-1	57.52		12.23	
	3-2	54.82		12.62	
	3-3	45.24		10.27	
	3-4	57.72		12.28	
	3-5	45.47		10.18	
120	1-1	52.51	42.76	13.73	10.49
	1-2	46.24		11.94	
	1-3	58.25		14.16	
	1-4	41.64		10.89	
	1-5	41.78		10.81	
	2-1	43.55		10.49	
	2-2	40.21		9.64	
	2-3	39.39		9.52	
	2-4	39.88		10.16	
	2-5	38.94		9.53	
	3-1	48.99		11.05	
	3-2	37.57		9.44	
	3-3	44.63		9.48	
	3-4	32.65		7.65	
	3-5	35.22		8.89	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	L	L เฉลี่ย	b	bเฉลี่ย
180	1-2	32.78	49.72	8.21	12.22
	1-3	68.48		14.48	
	1-4	46.73		11.44	
	1-5	63.74		15.12	
	2-1	55.70		14.45	
	2-2	51.49		13.62	
	2-3	54.87		13.68	
	2-4	52.05		14.22	
	2-5	58.26		15.09	
	3-1	38.51		9.56	
	3-2	36.85		9.18	
	3-3	43.83		10.20	
	3-4	38.93		9.12	
	3-5	53.80		12.74	
240	1-1	39.90	45.91	9.13	11.56
	1-2	40.65		9.30	
	1-3	44.24		10.51	
	1-4	50.72		11.19	
	1-5	40.42		9.60	
	2-1	52.48		13.86	
	2-2	51.31		14.59	
	2-3	55.95		15.21	
	2-4	32.34		9.45	
	2-5	41.17		12.46	
	3-1	48.33		11.14	
	3-2	41.20		10.89	
	3-3	49.82		12.59	
	3-4	53.00		12.59	
	3-5	47.16		10.93	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข. 7 คุณภาพด้านสีของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	L	L เฉลี่ย	b	bเฉลี่ย
0	1-1	36.84	32.95	7.54	7.18
	1-2	40.71		8.42	
	1-3	26.52		6.07	
	1-4	25.78		5.87	
	1-5	30.52		6.66	
	2-1	37.09		8.05	
	2-2	28.03		6.23	
	2-3	36.23		8.31	
	2-4	31.26		7.15	
	2-5	39.01		7.95	
	3-1	27.07		5.92	
	3-2	35.03		7.79	
	3-3	43.14		8.82	
	3-4	34.80		7.65	
	3-5	22.24		5.32	
30	1-1	48.65	47.97	12.47	12.50
	1-2	47.16		12.13	
	1-3	51.97		13.08	
	1-4	52.85		13.47	
	1-5	51.67		13.19	
	2-1	45.02		11.91	
	2-2	42.19		11.28	
	2-3	48.57		13.13	
	2-4	49.14		12.61	
	2-5	45.44		12.07	
	3-1	45.24		12.09	
	3-2	49.13		12.64	
	3-3	50.23		12.91	
	3-4	48.25		12.74	
	3-5	44.08		11.71	
60	1-1	44.09	44.61	12.32	12.84
	1-2	36.66		10.12	
	1-3	49.38		13.49	
	1-4	44.63		12.55	
	1-5	44.83		12.48	
	2-1	37.78		11.34	
	2-2	42.41		12.68	
	2-3	44.79		13.06	
	2-4	45.09		12.69	
	2-5	43.80		13.00	
	3-1	41.16		11.92	
	3-2	44.34		12.95	
	3-3	49.29		14.59	
	3-4	51.28		15.07	
	3-5	49.68		14.36	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	L	L เฉลี่ย	b	bเฉลี่ย
90	1-2	38.15	35.52	13.77	13.08
	1-3	30.44		11.17	
	1-4	35.45		12.71	
	1-5	38.59		13.68	
	2-1	31.53		11.20	
	2-2	28.37		10.02	
	2-3	32.60		11.71	
	2-4	31.11		11.11	
	2-5	34.17		12.12	
	3-1	36.81		14.59	
	3-2	35.37		13.54	
	3-3	38.52		14.73	
	3-4	44.94		16.85	
	3-5	41.27		15.85	
120	1-1	37.81	39.10	14.31	14.59
	1-2	40.65		15.19	
	1-3	38.20		14.59	
	1-4	33.48		12.83	
	1-5	38.79		14.79	
	2-1	40.03		14.96	
	2-2	41.80		15.48	
	2-3	40.62		15.60	
	2-4	42.52		15.76	
	2-5	43.51		16.11	
	3-1	39.84		14.48	
	3-2	39.88		14.66	
	3-3	32.36		12.09	
	3-4	35.24		12.93	
	3-5	41.74		15.04	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข. 8 คุณภาพด้านสีของปลาทูน่าพันธุ์โอคำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	L	L เฉลี่ย	b	b เฉลี่ย
0	1-1	47.92	41.24	8.73	8.40
	1-2	45.45		9.50	
	1-3	32.60		7.12	
	1-4	37.50		7.76	
	1-5	35.57		7.79	
	2-1	38.16		7.46	
	2-2	37.44		8.26	
	2-3	38.86		7.88	
	2-4	31.58		6.62	
	2-5	56.16		10.37	
	3-1	50.70		10.17	
	3-2	49.28		9.57	
	3-3	39.74		8.55	
	3-4	32.53		6.85	
	3-5	45.09		9.44	
30	1-1	59.70	52.87	12.37	11.91
	1-2	54.65		11.37	
	1-3	43.96		9.91	
	1-4	60.09		12.74	
	1-5	63.62		13.10	
	2-1	57.18		13.03	
	2-2	50.15		11.08	
	2-3	59.29		13.04	
	2-4	46.24		10.8	
	2-5	48.90		11.05	
	3-1	41.77		9.80	
	3-2	45.22		10.97	
	3-3	47.6		11.75	
	3-4	51.22		12.47	
	3-5	63.53		15.14	
60	1-1	49.16	54.33	11.94	14.11
	1-2	65.32		15.35	
	1-3	54.83		13.14	
	1-4	55.7		13.30	
	1-5	54.50		13.25	
	2-1	47.42		13.56	
	2-2	50.08		13.84	
	2-3	53.20		14.61	
	2-4	63.01		16.75	
	2-5	49.93		13.58	
	3-1	59.65		15.79	
	3-2	61.31		16.64	
	3-3	49.69		12.72	
	3-4	52.88		14.15	
	3-5	48.34		13.10	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	L	L เฉลี่ย	b	bเฉลี่ย
90	1-2	33.84	43.84	11.13	12.76
	1-3	46.31		12.90	
	1-4	32.41		11.39	
	1-5	40.50		13.12	
	2-1	39.06		11.01	
	2-2	37.51		11.75	
	2-3	42.15		12.46	
	2-4	35.45		10.85	
	2-5	47.62		12.89	
	3-1	54.02		15.49	
	3-2	54.49		14.96	
	3-3	49.6		13.64	
	3-4	55.52		14.13	
	3-5	45.34		12.90	
120	1-1	31.07	35.52	10.39	10.43
	1-2	32.07		10.97	
	1-3	31.19		9.86	
	1-4	33.45		10.38	
	1-5	37.98		11.72	
	2-1	45.54		12.72	
	2-2	29.93		9.75	
	2-3	40.35		11.93	
	2-4	33.26		10.07	
	2-5	32.1		10.40	
	3-1	43.46		11.54	
	3-2	40.51		10.46	
	3-3	34.26		8.76	
	3-4	36.12		8.53	
	3-5	31.53		9.01	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

- คุณภาพด้านค่าการอุ้มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 1 คุณภาพด้านค่าการอุ้มน้ำของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	น.น.เนื้อปลา (g)	น.น.น้ำที่เติม (g)	น.น.เนื้อ (g)	น.น.ปลา+เนื้อแข็งหลังเทอุ่นและรินน้ำออก (g)	น.น.ปลาหลังเทอุ่น (g)	%การดูดซับน้ำของเนื้อปลา	ค่าเฉลี่ย% การดูดซับ น้ำ	น.น.เนื้อปลาหลังให้ความร้อนที่ 90 °C (g)	น.น.ของแข็งในเนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.น้ำในเนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.เนื้อปลาหลังเทอุ่นที่ ชาม (g)	น.น.ของแข็งในเนื้อปลาหลังเทอุ่น (g)	ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ	ค่าเฉลี่ยความสามารถในการอุ้มน้ำ
0	1-1	20.15	80	17.56	45.18	27.62	37.07	38.15	3.0464	0.9696	2.0768	3.0353	0.6183	13.002	13.204
	1-2	20.25	80	17.57	45.92	28.35	40.00		3.0106	0.9312	2.0794	3.1110	0.6550	13.319	
	2-1	20.18	80	18.01	46.23	28.22	39.84		3.0237	0.9699	2.0538	3.1966	0.6643	13.417	
	2-2	20.11	80	17.98	46.27	28.29	40.68		3.0465	0.9818	2.0647	3.0296	0.6442	13.390	
	3-1	20.11	80	18.01	44.18	26.17	30.13		3.0336	0.9746	2.0590	3.0961	0.6419	12.398	
	3-2	20.12	80	18.03	46.44	28.41	41.20		3.0171	0.9910	2.0261	3.1313	0.6545	13.699	
120	1-1	20.10	80	17.50	47.73	30.23	50.40	48.72	3.0491	0.9400	2.1091	3.1122	0.6239	14.037	14.147
	1-2	20.11	80	18.02	48.67	30.65	52.44		3.0819	0.9945	2.0874	3.0789	0.5980	14.397	
	2-1	20.11	80	17.57	47.13	29.56	46.99		3.0182	0.9619	2.0563	3.1312	0.6683	14.050	
	2-2	20.14	80	17.53	47.60	30.16	49.75		3.0243	0.9692	2.0551	3.0072	0.6215	14.373	
	3-1	20.34	80	17.77	47.77	29.79	46.46		3.0648	0.9873	2.0775	3.0029	0.6389	14.032	
	3-2	20.18	80	17.55	47.08	29.53	46.33		3.0128	0.9522	2.0606	3.1684	0.7003	13.991	
240	1-1	20.13	80	18.61	48.41	29.83	48.19	47.32	3.0642	0.9900	2.0742	3.1000	0.6554	14.065	13.938
	1-2	20.21	80	18.63	48.71	29.61	46.54		3.0032	0.9646	2.0386	3.0335	0.6004	14.230	
	2-1	20.13	80	18.65	47.98	29.30	45.55		3.0988	0.9872	2.1116	3.1527	0.6339	13.576	
	2-2	20.18	80	18.61	48.60	29.99	48.61		3.0752	0.9783	2.0969	3.1541	0.6362	13.999	
	3-1	20.15	80	18.51	48.30	29.79	47.84		3.0814	0.9613	2.1201	3.0147	0.6032	13.767	
	3-2	20.16	80	18.52	48.20	29.68	47.22		3.0636	0.9889	2.0747	3.0339	0.6571	13.989	
360	1-1	20.38	80	17.58	45.92	28.34	39.06	32.88	3.0284	0.9828	2.0456	3.1426	0.6322	13.545	12.782
	1-2	20.31	80	18.00	45.56	27.56	35.70		3.0078	0.9977	2.1002	3.1739	0.6600	12.808	
	2-1	20.47	80	17.59	44.91	27.32	33.46		3.0295	0.9714	2.0494	3.1014	0.6350	13.021	
	2-2	20.44	80	18.02	45.34	27.32	33.66		3.0511	0.9827	2.0684	3.1662	0.6332	12.902	
	3-1	20.45	80	17.59	45.81	28.22	48.00		3.0579	0.9827	2.0752	3.0812	0.5956	13.312	
	3-2	20.17	80	17.58	40.90	23.32	15.62		3.0013	0.9564	2.0449	3.1213	0.6114	11.105	
480	1-1	20.31	80	17.56	47.52	29.96	47.51	43.00	3.0596	0.9675	2.0921	3.0610	0.5659	14.050	13.628
	1-2	20.16	80	17.57	47.19	29.62	46.92		3.0618	0.9662	2.0956	3.0865	0.5966	13.850	
	2-1	20.21	80	18.01	46.91	28.90	43.00		3.0211	0.9945	2.0266	3.1466	0.6475	13.941	
	2-2	20.35	80	17.98	44.14	26.16	28.55		3.0189	0.9228	2.0961	3.0982	0.5938	12.197	
	3-1	20.45	80	18.01	48.02	30.01	46.75		3.0513	0.9979	2.0534	3.1568	0.5943	14.325	
	3-2	20.23	80	18.03	46.96	28.93	43.01		3.0661	0.9569	2.1092	3.1796	0.6591	13.404	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 2 คุณภาพด้านต่างการถุงน้ำของปลาทูน่าพันธุ์ไอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	น.น.เนื้อปลา (g)	น.น.น้ำที่เติม (g)	น.น.tube (g)	น.น.ปลา+tube หลังหั่นชิ้นและรินน้ำออก (g)	น.น.ปลาหลังหวีดวง (g)	%การดูดซับน้ำของเนื้อปลา	ค่าเฉลี่ย%	น.น.เนื้อปลาหลังให้ความร้อนครั้งที่ 1 (g)	น.น.ของเหลวในเนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.น้ำในเนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.เนื้อปลาหลังเหวี่ยงครั้งที่ 1 (g)	น.น.ของเหลวในเนื้อปลาหลังเหวี่ยง (g)	ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ	ค่าเฉลี่ยความสามารถในการอุ้มน้ำ
20	1-1	20.51	80	17.58	44.52	26.94	31.35	27.82	3.0261	0.8638	2.1623	3.0882	0.6353	12.165	11.762
	1-2	20.52	80	18.00	44.72	26.72	30.21		3.0837	0.8787	2.2050	3.0617	0.5866	11.852	
	2-1	20.09	80	17.59	43.45	25.86	28.72		3.0073	0.9485	2.0588	3.0285	0.5906	12.274	
	2-2	20.39	80	18.02	44.35	26.33	29.13		3.0380	0.8802	2.1578	3.0473	0.5978	11.925	
	3-1	20.44	80	17.59	43.06	25.47	24.61		3.0457	0.8223	2.2234	3.0296	0.6017	11.185	
	3-2	20.25	80	17.58	42.47	24.89	22.91		3.0158	0.8365	2.1793	3.0286	0.5422	11.172	
40	1-1	20.10	80	17.56	46.97	29.41	46.32	42.96	3.0705	0.9727	2.0980	3.0757	0.6717	13.698	13.255
	1-2	20.14	80	17.57	47.89	30.32	50.55		3.0605	0.9673	2.0932	3.0358	0.5626	14.216	
	2-1	20.3	80	18.01	46.39	28.38	39.30		3.0694	0.9056	2.1640	3.0551	0.5827	12.845	
	2-2	20.29	80	17.98	46.21	28.23	39.13		3.0509	0.8947	2.1562	3.0744	0.5595	12.833	
	3-1	20.24	80	18.01	46.67	28.66	41.60		3.0934	0.9186	2.1748	3.0091	0.5935	12.905	
	3-2	20.13	80	18.03	46.28	28.25	40.34		3.0183	0.8942	2.1241	3.0036	0.5678	13.032	
60	1-1	20.15	80	17.50	46.43	28.93	43.57	45.23	3.0479	0.9705	2.0774	3.0555	0.6818	13.598	13.733
	1-2	20.26	80	18.02	46.99	28.97	42.99		3.0321	0.9460	2.0861	3.0382	0.6194	13.590	
	2-1	20.28	80	17.57	46.48	28.91	42.55		3.0432	0.9496	2.0936	3.0996	0.6400	13.503	
	2-2	20.23	80	17.53	46.13	28.60	41.37		3.0702	0.9456	2.1246	3.1619	0.6325	13.164	
	3-1	20.13	80	17.98	48.09	30.11	49.58		3.0657	0.9532	2.1125	3.0054	0.5912	13.973	
	3-2	20.19	80	17.55	48.10	30.55	51.31		3.0625	1.0071	2.0554	3.1130	0.5975	14.573	
80	1-1	20.17	80	18.61	47.60	28.99	43.73	40.68	3.0113	0.9806	2.0305	3.0921	0.6314	13.966	13.363
	1-2	20.21	80	18.63	48.47	29.84	47.65		3.0353	0.9915	2.0438	3.0871	0.6552	14.280	
	2-1	20.13	80	18.65	47.58	28.93	43.72		3.0188	0.9350	2.0838	3.0544	0.6334	13.579	
	2-2	20.13	80	18.61	47.93	29.32	45.65		3.0673	0.9648	2.1025	3.0601	0.6347	13.643	
	3-1	20.24	80	18.51	45.01	26.50	30.93		3.0666	0.9468	2.1198	3.0545	0.6846	12.178	
	3-2	20.23	80	18.52	45.30	26.78	32.38		3.0076	0.9208	2.0868	3.0589	0.6325	12.530	
100	1-1	20.11	80	17.58	47.32	29.74	47.89	47.71	3.0411	1.0258	2.0153	3.0066	0.6056	14.457	14.484
	1-2	20.21	80	18.00	47.83	29.83	47.60		3.0424	1.0308	2.0116	3.1396	0.5867	14.537	
	2-1	20.18	80	17.59	48.88	31.29	55.05		3.0911	1.0481	2.0430	3.0677	0.6678	14.989	
	2-2	20.10	80	18.02	47.14	29.12	44.88		3.0494	1.0333	2.0161	3.0335	0.6000	14.146	
	3-1	20.19	80	17.59	46.63	29.04	43.83		3.0292	1.0332	1.9960	3.1812	0.6400	14.228	
	3-2	20.20	80	17.58	47.27	29.69	46.98		3.0271	1.0283	1.9988	3.0611	0.6115	14.548	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 3 คุณภาพด้านค่าการอุ้มน้ำของปลาทูน่าพันธุ์ห้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C

ปลาที่ได้รับความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	น.น.เนื้อปลา (g)	น.น.น้ำที่เติม (g)	น.น.tube (g)	น.น.ปลา+tube หลังแช่เย็นและรินน้ำออก (g)	น.น.ปลาหลังแช่เย็น (g)	%การดูดซับน้ำของเนื้อปลา	ค่าเฉลี่ย% การดูดซับน้ำ	น.น.เนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.ของแข็งในเนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.น้ำในเนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.เนื้อปลาหลังแช่เย็นและให้ความร้อน (g)	น.น.ของแข็งในเนื้อปลาหลังแช่เย็นและให้ความร้อน (g)	ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ	ค่าเฉลี่ยความสามารถในการอุ้มน้ำ
0	1-1	20.12	80	17.64	46.19	28.55	41.90	40.71	3.1108	0.9691	2.1417	3.1631	0.6443	13.030	13.304
	1-2	20.10	80	17.99	45.80	27.81	38.36		3.0169	0.9444	2.0725	3.0471	0.6067	13.126	
	2-1	20.21	80	17.59	46.56	28.97	43.34		3.0130	0.9369	2.0761	3.0612	0.6334	13.649	
	2-2	20.16	80	18.02	47.05	29.03	44.00		3.0691	0.9530	2.1161	3.0451	0.5864	13.442	
	3-1	20.36	80	17.59	46.03	28.44	39.69		3.0827	0.9767	2.1060	3.1466	0.6162	13.212	
	3-2	20.59	80	17.70	45.90	28.20	36.96		3.0204	0.9580	2.0615	3.0764	0.6483	13.365	
90	1-1	20.14	80	18.61	46.33	27.72	37.64	37.56	3.0572	0.9564	2.0808	3.0327	0.6541	13.007	13.068
	1-2	20.26	80	18.57	45.97	27.40	35.24		3.0689	0.9715	2.0974	3.1431	0.7073	12.727	
	2-1	20.23	80	18.65	45.94	27.29	34.90		3.0793	0.9695	2.1098	3.1960	0.6513	12.626	
	2-2	20.12	80	18.62	44.98	26.36	31.01		3.0692	0.9470	2.0622	3.1564	0.6792	12.453	
	3-1	20.11	80	18.71	47.10	28.39	41.17		3.0363	0.9796	2.0567	3.1000	0.6336	13.496	
	3-2	20.23	80	18.65	48.06	29.41	45.38		3.0178	0.9765	2.0413	3.0028	0.6293	14.099	
180	1-1	20.31	80	17.52	43.04	25.52	25.65	34.61	3.0414	1.0114	2.0860	3.0924	0.6279	11.967	13.337
	1-2	20.13	80	18.00	46.79	28.79	43.02		3.0112	0.9806	2.0306	3.0333	0.6374	13.864	
	2-1	20.33	80	17.58	44.96	27.38	34.68		3.0584	1.0054	2.0530	3.1337	0.6513	13.019	
	2-2	20.29	80	17.56	46.15	28.59	40.91		3.0061	0.9724	2.0337	3.1409	0.6394	13.744	
	3-1	20.18	80	18.02	47.38	29.46	45.49		3.0729	1.0023	2.0706	3.1457	0.6267	13.877	
	3-2	20.33	80	17.59	46.44	28.85	41.91		3.0868	1.0096	2.0772	3.1556	0.7019	13.551	
270	1-1	20.39	80	18.62	45.08	26.46	29.77	33.01	3.0422	0.9781	2.0641	3.0466	0.6198	12.519	12.879
	1-2	20.35	80	18.67	46.34	27.67	35.97		3.0800	0.9515	2.0485	3.0740	0.6628	13.184	
	2-1	20.40	80	18.65	46.87	28.22	38.33		3.0027	0.9708	2.0319	3.0796	0.6935	13.547	
	2-2	20.31	80	18.66	43.18	24.52	20.73		3.0452	0.9318	2.0634	3.1054	0.6851	11.551	
	3-1	20.19	80	18.55	46.10	27.55	36.45		3.0640	1.0137	2.0503	3.1385	0.6492	13.120	
	3-2	20.59	80	18.64	46.81	28.17	36.81		3.0705	1.0109	2.0596	3.0933	0.6715	13.351	
360	1-1	20.13	80	17.64	42.86	25.22	25.29	32.52	3.0521	1.0119	2.0402	3.1021	0.6772	12.030	12.864
	1-2	20.36	80	17.99	45.50	27.51	35.12		3.0451	1.0138	2.0313	3.0878	0.6810	13.208	
	2-1	20.50	80	17.59	45.73	28.14	37.27		3.0246	0.9720	2.0526	3.1427	0.6701	13.383	
	2-2	20.43	80	18.02	46.19	28.17	37.89		3.0111	0.9650	2.0461	3.0396	0.6363	13.457	
	3-1	20.86	80	17.59	44.57	26.98	29.34		3.0362	0.9651	2.0711	3.1894	0.7283	12.675	
	3-2	20.59	80	17.70	44.51	26.81	30.21		3.0967	0.9942	2.1025	3.1797	0.6782	12.429	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 4 คุณภาพด้านค่าการอุ้มน้ำของปลาทูน่าพันธุ์ไอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 °C

ระยะเวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	น.น.เนื้อปลา (g)	น.น.น้ำที่เติม (g)	น.น.tube (g)	น.น.ปลา+tubeหลังเหวี่ยงและวางน้ำออกแล้ว (g)	น.น.ปลาหลังเหวี่ยง (g)	%การดูดซับน้ำของเนื้อปลา	ค่าเฉลี่ย% การดูดซับน้ำ	น.น.เนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.ของแข็งในเนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.น้ำในเนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.เนื้อปลาหลังเหวี่ยงห่อ (g)	น.น.ของแข็งในเนื้อปลาหลังเหวี่ยง (g)	ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ	ค่าเฉลี่ยความสามารถในการอุ้มน้ำ
0	1-1	20.16	80	18.61	47.05	28.44	41.07	40.62	3.0884	0.9294	2.1590	3.1777	0.6223	12.885	12.941
	1-2	20.24	80	18.57	48.45	29.88	47.63		3.0669	0.9286	2.1383	3.0250	0.5801	13.702	
	2-1	20.21	80	18.65	47.96	29.31	45.03		3.0631	0.8799	2.1832	3.1414	0.5979	13.151	
	2-2	20.12	80	18.62	48.52	29.90	48.61		3.0370	0.8535	2.1835	3.1399	0.6176	13.411	
	3-1	20.25	80	18.71	44.99	26.28	29.78		3.0163	0.9164	2.0999	3.0296	0.5701	12.243	
	3-2	20.17	80	18.65	45.19	26.54	31.58		3.0401	0.9226	2.1175	3.1854	0.5975	12.251	
90	1-1	20.31	80	17.52	45.19	27.67	36.24	37.81	3.0493	0.9232	2.1271	3.0988	0.5983	12.727	12.923
	1-2	20.11	80	18.06	46.45	28.39	41.17		3.0273	0.9666	2.1207	3.1064	0.6026	13.103	
	2-1	20.36	80	17.58	46.27	28.69	40.91		3.0395	0.9596	2.0789	3.1982	0.6225	13.501	
	2-2	20.35	80	17.56	46.09	28.53	40.26		3.0802	0.9758	2.1044	3.0032	0.6581	13.245	
	3-1	20.31	80	18.02	45.02	27.00	32.94		3.0452	0.9096	2.1356	3.1724	0.6691	12.330	
	3-2	20.15	80	17.59	44.87	27.28	35.38		3.0030	0.8929	2.1101	3.1779	0.6180	12.635	
180	1-1	20.14	80	18.62	45.90	27.28	35.45	38.06	3.0661	0.9254	2.1307	3.0094	0.6038	12.520	12.836
	1-2	20.29	80	18.67	47.38	28.71	41.50		3.0835	0.9333	2.1522	6.0572	0.5946	13.064	
	2-1	20.12	80	18.65	46.50	27.85	38.42		3.0769	0.9449	2.1320	3.0759	0.6345	12.765	
	2-2	20.17	80	18.66	45.89	27.23	35.06		3.0237	0.9275	2.0962	3.1053	0.6656	12.673	
	3-1	20.06	80	18.55	45.84	27.29	36.04		3.0799	0.9742	2.1057	3.1055	0.6211	12.665	
	3-2	20.11	80	18.64	47.18	28.54	41.92		3.0692	0.9642	2.0960	3.1441	0.5960	13.332	
270	1-1	20.08	80	17.64	46.45	28.81	43.48	43.66	3.0055	0.9304	2.0751	3.1085	0.6007	13.594	13.604
	1-2	20.32	80	17.99	46.43	28.44	39.96		3.0433	0.8435	2.1998	3.1369	0.5906	12.660	
	2-1	20.26	80	17.59	46.31	28.72	41.76		3.0266	1.0137	2.0129	3.1601	0.6336	13.953	
	2-2	20.30	80	18.02	46.68	28.66	41.18		3.0272	0.9198	2.1074	3.1569	0.6539	13.289	
	3-1	20.39	80	17.59	47.69	30.10	47.62		3.0461	0.9416	2.1045	3.1222	0.5631	14.035	
	3-2	20.34	80	17.70	47.80	30.10	47.98		3.0272	0.9363	2.0909	3.0014	0.6351	14.092	
360	1-1	20.24	80	18.61	47.70	29.09	43.73	42.02	3.0323	0.9667	2.0656	3.1316	0.5523	13.816	13.501
	1-2	20.30	80	18.57	47.86	29.29	44.29		3.0377	0.9546	2.0831	3.0823	0.5749	13.785	
	2-1	20.16	80	18.65	46.54	27.89	38.34		3.0928	0.9671	2.1257	3.0869	0.5690	12.853	
	2-2	20.21	80	18.62	46.90	28.28	39.93		3.0504	0.9543	2.0961	3.0918	0.5764	13.217	
	3-1	20.12	80	18.71	47.73	29.02	44.23		3.0036	0.9397	2.0639	3.0755	0.6050	13.768	
	3-2	20.31	80	18.65	47.41	28.76	41.61		3.0370	0.9611	2.0759	3.1222	0.5902	13.570	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 5 คุณภาพด้านค่าการอุ้มน้ำของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110 °C

เวลาต่ำให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	น.น.เนื้อปลา (g)	น.น.น้ำที่เติม (g)	น.น.tube (g)	น.น.ปลา+tubeหลังเคี่ยวและเทน้ำออก (g)	น.น.ปลาหลังเคี่ยว (g)	%การดูดซับน้ำของเนื้อปลา	ค่าเฉลี่ย% การดูดซับน้ำ	น.น.เนื้อปลาหลังให้ความร้อนครั้งที่ 1 (g)	น.น.ของแข็งในเนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.น้ำในเนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.เนื้อปลาหลังเคี่ยวครั้งที่ 2 (g)	น.น.ของแข็งในเนื้อปลาหลังเคี่ยวครั้งที่ 2 (g)	ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ	ค่าเฉลี่ยความสามารถในการอุ้มน้ำ
0	1-1	20.16	80	17.55	43.96	26.41	34.00	31.48	3.0504	0.9401	2.1103	3.1644	0.6745	12.195	12.086
	1-2	20.18	80	17.58	45.18	27.60	36.27		3.0788	0.9242	2.1546	3.1395	0.6929	12.488	
	2-1	20.08	80	18.00	44.83	26.83	33.62		3.0275	0.8963	2.1312	3.1615	0.6275	12.295	
	2-2	20.48	80	17.99	44.01	26.02	27.05		3.0155	0.8887	2.1268	3.1494	0.6441	11.931	
	3-1	20.49	80	17.57	44.46	26.89	31.23		3.0890	0.9176	2.1715	3.2887	0.7091	12.057	
	3-2	20.59	80	17.56	44.16	26.60	29.19		3.1641	0.9411	2.22	3.1163	0.9642	11.548	
60	1-1	20.17	80	17.57	45.05	27.48	36.24	39.76	3.1312	1.0079	2.1233	3.0386	0.6146	12.653	12.934
	1-2	20.10	80	17.59	45.98	28.39	41.24		3.2372	1.0334	2.2038	3.0953	0.6533	12.586	
	2-1	20.21	80	17.57	45.07	27.5	36.07		3.1079	0.9764	2.1315	3.0812	0.6533	12.595	
	2-2	20.10	80	18.00	46.36	28.36	41.09		3.1967	1.0061	2.1906	3.0662	0.6785	12.636	
	3-1	20.16	80	17.98	47.04	29.06	44.15		3.0236	0.9674	2.0562	3.0299	0.6885	13.798	
	3-2	20.15	80	18.01	46.17	28.16	39.75		3.0441	0.9792	2.0649	3.0352	0.6245	13.335	
120	1-1	20.16	80	17.50	45.48	27.98	38.79	35.98	3.0145	0.9821	2.0324	3.1065	0.6830	13.431	12.719
	1-2	20.22	80	17.99	46.08	28.09	38.92		3.1002	0.9992	2.1010	3.0818	0.6470	13.062	
	2-1	20.13	80	17.56	44.50	26.94	33.83		3.1518	1.0143	2.1375	3.0072	0.6562	12.297	
	2-2	20.19	80	17.53	44.84	27.31	35.26		3.1878	1.0211	2.1667	3.0060	0.6451	12.307	
	3-1	20.11	80	17.99	44.79	26.8	33.27		3.0232	0.9601	2.0631	3.0235	0.7256	12.638	
	3-2	20.10	80	17.55	44.85	27.3	35.82		3.1036	0.9853	2.1183	3.1513	0.6535	12.579	
180	1-1	20.10	80	17.55	45.05	27.5	36.82	36.15	3.0830	0.9898	2.0932	3.0193	0.6688	12.818	12.789
	1-2	20.47	80	17.58	45.64	28.06	37.08		3.1611	1.0162	2.1449	3.0048	0.6573	12.776	
	2-1	20.22	80	18.00	46.11	28.11	39.02		3.0178	0.9749	2.0429	3.0112	0.6444	13.444	
	2-2	20.10	80	17.99	46.10	28.11	39.85		3.1286	1.0025	2.1261	3.0133	1.2885	12.615	
	3-1	20.28	80	17.57	44.59	27.02	33.23		3.0940	0.9992	2.0948	3.0550	0.6883	12.570	
	3-2	20.26	80	17.56	44.08	26.52	30.90		3.0560	0.9898	2.0662	3.0414	0.6672	12.512	
240	1-1	20.17	80	18.74	45.86	27.12	34.46	32.51	3.0350	1.0015	2.0335	3.0136	0.6579	13.013	12.512
	1-2	20.19	80	18.70	46.47	27.77	37.54		3.0463	1.0023	2.0440	3.0408	0.6423	13.272	
	2-1	20.24	80	18.69	45.01	26.32	30.04		3.0464	0.9896	2.0568	3.0220	0.6746	12.469	
	2-2	20.24	80	18.60	47.57	28.97	43.13		3.2286	1.0551	2.1735	3.1120	0.6459	13.032	
	3-1	20.20	80	18.69	43.88	25.19	24.70		3.0350	0.9750	2.0600	3.0653	0.6631	11.906	
	3-2	20.15	80	18.68	43.91	25.23	25.21		3.1902	1.0308	2.1594	3.0293	0.6517	11.382	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 6 คุณภาพด้านค่าการอุ้มน้ำของปลาทูน่าพันธุ์โอคำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	น.น.เนื้อปลา (g)	น.น.น้ำที่เติม (g)	น.น.tube (g)	น.น.ปลา+tubeหลังเหวี่ยงและรินน้ำออก (g)	น.น.ปลาหลังเหวี่ยง (g)	%การดูดซับน้ำของเนื้อปลา	ค่าเฉลี่ย% การดูดซับน้ำ	น.น.เนื้อปลาหลังให้ความร้อนที่อบ (g)	น.น.ของแข็งในเนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.น้ำในเนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.เนื้อปลาหลังเหวี่ยงที่อบ (g)	น.น.ของแข็งในเนื้อปลาหลังเหวี่ยง (g)	ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ	ค่าเฉลี่ยความสามารถในการอุ้มน้ำ
0	1-1	20.23	80	17.57	45.67	28.10	38.90	38.06	3.2474	0.9758	2.2716	3.0826	0.6045	12.104	12.448
	1-2	20.21	80	17.59	45.87	28.28	39.93		3.0975	0.9914	2.1061	3.0252	0.5906	13.147	
	2-1	20.47	80	17.57	46.54	28.97	41.52		3.1354	0.8982	2.2372	3.2906	0.5927	12.684	
	2-2	20.32	80	18.00	44.34	26.34	29.63		3.2973	0.9426	2.3547	3.2417	0.6150	10.925	
	3-1	20.12	80	17.98	46.38	28.40	41.15		3.0262	0.8954	2.1308	3.3380	0.6942	13.003	
	3-2	20.55	80	18.01	46.21	28.20	37.23		3.0478	0.8963	2.1515	3.0641	0.6059	12.826	
60	1-1	20.20	80	18.50	47.71	29.21	44.60	51.25	3.0180	0.9823	2.0357	3.0448	0.6410	14.034	14.589
	1-2	20.10	80	17.99	48.46	30.47	51.59		3.0619	0.9959	2.0660	3.0902	0.6026	14.457	
	2-1	20.11	80	17.56	48.60	31.04	54.35		3.1276	1.0446	2.083	3.0482	0.5826	14.622	
	2-2	20.14	80	17.53	47.78	30.25	50.20		3.0079	1.0035	2.0044	3.0228	0.6191	14.783	
	3-1	20.12	80	17.99	49.32	31.33	55.72		3.0570	1.0173	2.0397	3.0486	0.6127	15.060	
	3-2	20.23	80	17.55	48.10	30.55	51.01		3.0792	1.0236	2.0556	3.0146	0.5860	14.577	
120	1-1	20.15	80	17.55	45.56	28.01	39.01	40.18	3.1403	1.0343	2.1060	3.0435	0.6385	12.997	13.364
	1-2	20.28	80	17.58	46.85	29.27	44.33		3.0409	1.0015	2.0394	3.0251	0.6021	14.057	
	2-1	20.18	80	18.00	46.11	28.11	39.30		3.0412	0.9220	2.1192	3.0674	0.6126	12.975	
	2-2	20.16	80	17.99	44.94	26.95	33.68		3.0056	0.9253	2.0803	3.0234	0.6236	12.655	
	3-1	20.20	80	17.57	47.38	29.81	47.57		3.0578	1.0210	2.0368	3.0153	0.6384	14.322	
	3-2	20.12	80	17.56	45.16	27.6	37.18		3.0608	1.0140	2.0468	3.0421	0.6347	13.174	
180	1-1	20.25	80	18.74	46.74	28	38.27	37.03	3.0386	0.9388	2.0498	3.0344	0.6007	13.367	13.197
	1-2	20.22	80	18.70	48.00	29.3	44.91		3.0706	0.9972	2.0734	3.0243	0.5906	13.847	
	2-1	20.14	80	18.69	41.33	22.64	12.41		3.0214	1.0055	2.0159	3.0666	0.6336	10.916	
	2-2	20.11	80	18.60	47.29	28.69	42.67		3.0409	1.0038	2.0371	3.0730	0.6539	13.763	
	3-1	20.13	80	18.69	47.56	28.87	43.42		3.0107	1.0095	2.0012	3.0212	0.5631	14.145	
	3-2	20.11	80	18.68	46.94	28.26	40.53		3.1119	1.0104	2.1015	3.0420	0.6351	13.145	
240	1-1	20.11	80	17.57	46.34	28.77	43.06	47.44	3.0358	0.9473	2.0885	3.0207	0.5523	13.511	14.191
	1-2	20.12	80	17.59	46.56	28.97	43.99		3.0448	0.9611	2.0837	3.0092	0.5749	13.627	
	2-1	20.20	80	17.57	48.20	30.63	51.63		3.0240	0.9962	2.0278	3.0424	0.5690	14.824	
	2-2	20.18	80	18.00	48.11	30.11	49.21		3.0502	1.0002	2.05	3.0656	0.5764	14.407	
	3-1	20.25	80	17.98	47.60	29.62	46.27		3.0366	0.9929	2.0437	3.0541	0.6050	14.197	
	3-2	20.12	80	18.01	48.29	30.28	50.50		3.0325	0.9960	2.0365	3.0544	0.5902	14.579	

ตารางที่ ค. 7 คุณภาพด้านค่าการอุ้มน้ำของปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 °C

เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	น.น.เนื้อปลา (g)	น.น.น้ำที่เติม (g)	น.น.tube (g)	น.น.ปลา+tubeหลังเกวียนและร้านน้ำออก (g)	น.น.ปลาหลังเกวียน (g)	%การดูดซับน้ำของเนื้อปลา	ค่าเฉลี่ย% การดูดซับน้ำ	น.น.เนื้อปลาหลังให้ความร้อนก่อน (g)	น.น.ของเหลวในเนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.น้ำในเนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.เนื้อปลาหลังเกวียนที่อบ (g)	น.น.ของแข็งในเนื้อปลาหลังเกวียน (g)	ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ	ค่าเฉลี่ยความสามารถในการอุ้มน้ำ
0	1-1	20.16	80	17.55	43.96	26.41	31.00	31.48	3.0504	0.9401	2.1103	3.1644	0.6745	12.195	12.086
	1-2	20.18	80	17.58	45.18	27.60	36.77		3.0788	0.9242	2.1546	3.1395	0.6929	12.488	
	2-1	20.08	80	18.00	44.83	26.83	33.62		3.0275	0.8963	2.1312	3.1615	0.6275	12.295	
	2-2	20.48	80	17.99	44.01	26.02	27.05		3.0153	0.8887	2.1268	3.1494	0.6441	11.931	
	3-1	20.49	80	17.57	44.46	26.89	31.23		3.0890	0.9175	2.1715	3.2887	0.7091	12.057	
	3-2	20.59	80	17.56	44.16	26.60	29.19		3.1691	0.9441	2.22	3.1163	0.9642	11.548	
30	1-1	20.19	80	17.58	45.85	28.27	40.02	43.74	3.0446	0.9452	2.0994	3.1485	0.6736	13.145	13.204
	1-2	20.12	80	17.99	47.25	29.26	45.43		3.0136	0.9336	2.0800	3.2926	0.6799	13.874	
	2-1	20.15	80	17.54	47.05	29.51	46.45		3.1433	0.9216	2.2217	3.1600	0.6527	12.989	
	2-2	20.18	80	17.57	46.89	29.32	45.20		3.1181	0.9343	2.1838	3.0671	0.6304	13.137	
	3-1	20.12	80	17.53	46.63	29.1	44.63		3.0543	0.8480	2.2063	3.2795	0.7127	12.780	
	3-2	20.16	80	18.72	47.07	28.35	40.63		3.0318	0.9464	2.0854	3.0804	0.6208	13.297	
60	1-1	20.02	80	17.59	46.06	28.47	42.21	44.29	3.1586	0.8959	2.2577	3.2558	0.6506	12.322	13.547
	1-2	20.13	80	17.55	47.02	29.47	46.40		3.1998	0.9741	2.2257	3.3632	0.8222	12.871	
	2-1	20.15	80	17.51	46.30	28.79	42.83		3.0552	0.9865	2.0687	3.1646	0.6444	13.605	
	2-2	20.16	80	17.58	46.81	29.23	44.99		3.0764	1.2368	1.8393	3.1844	0.6816	15.521	
	3-1	20.08	80	18.02	47.21	29.19	45.37		3.2232	1.1224	2.1008	3.1855	0.7107	13.556	
	3-2	20.06	80	17.58	46.45	28.87	43.92		3.1541	1.0416	2.1125	3.1811	0.5486	13.407	
90	1-1	20.10	80	18.63	46.56	27.93	38.96	37.13	3.0745	0.7631	2.3114	3.2130	0.5181	11.859	12.369
	1-2	20.17	80	18.64	46.72	28.08	39.22		3.0841	0.7146	2.3695	3.2281	0.7001	11.555	
	2-1	20.18	80	18.52	46.25	27.73	37.41		3.1097	0.9676	2.1331	3.0814	0.7256	12.660	
	2-2	20.14	80	18.65	45.87	27.22	35.15		3.0964	0.9696	2.1268	3.0697	0.4914	12.568	
	3-1	20.12	80	18.63	45.52	26.89	33.65		3.1385	1.0087	2.1298	3.0567	0.7103	12.235	
	3-2	20.16	80	18.63	46.53	27.9	38.39		3.0506	1.0168	2.0338	3.0377	0.7684	13.340	
120	1-1	20.18	80	17.58	45.99	28.41	40.78	38.25	3.0811	1.1517	1.9294	3.0257	0.6320	14.397	12.893
	1-2	20.21	80	17.99	45.93	27.94	38.25		3.1731	1.1187	2.0544	3.2414	0.5532	13.331	
	2-1	20.18	80	17.54	44.94	27.4	35.78		3.0172	0.9916	2.0256	3.2529	0.7658	13.149	
	2-2	20.11	80	17.57	44.41	26.84	33.47		3.1554	0.7732	2.3822	3.1225	0.6289	11.003	
	3-1	20.12	80	17.53	46.28	28.75	42.89		3.1785	0.9726	2.2059	3.2405	0.6214	12.752	
	3-2	20.15	80	18.72	46.24	27.52	36.58		3.0930	0.9925	2.1005	3.2587	0.7889	12.726	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค. 8 คุณภาพด้านค่าการอุ้มน้ำของปลาทูน่าพันธุ์โอดำซึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 °C

ปลาที่ให้ความร้อน (นาที)	ตัวอย่างที่	น.น.เนื้อปลา (g)	น.น.น้ำที่เติม (g)	น.น.tube (g)	น.น.ปลา+tube หลังเหวี่ยงและรินน้ำออก (g)	น.น.ปลาหลังเหวี่ยง (g)	%การดูดซับน้ำของเนื้อปลา	ค่าเฉลี่ย% การดูดซับน้ำ	น.น.เนื้อปลาหลังให้ความร้อนที่อบ (g)	น.น.ของแข็งในเนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.น้ำในเนื้อปลาหลังให้ความร้อน (g)	น.น.เนื้อปลาหลังเหวี่ยงที่อบ (g)	น.น.ของแข็งในเนื้อปลาหลังเหวี่ยง (g)	ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ	ค่าเฉลี่ยความสามารถในการอุ้มน้ำ
0	1-1	20.23	80	17.57	45.67	28.10	38.90	38.06	3.2474	0.9758	2.2716	3.0826	0.6045	12.104	12.448
	1-2	20.21	80	17.59	45.87	28.28	39.93		3.0975	0.9914	2.1061	3.0252	0.5906	13.147	
	2-1	20.47	80	17.57	46.54	28.97	41.52		3.1354	0.8982	2.2372	3.2906	0.5927	12.684	
	2-2	20.32	80	18.00	44.34	26.34	29.63		3.2973	0.9426	2.3547	3.2417	0.6150	10.925	
	3-1	20.12	80	17.98	46.38	28.40	41.15		3.0262	0.8954	2.1308	3.3380	0.6942	13.003	
	3-2	20.55	80	18.01	46.21	28.20	37.23		3.0478	0.8963	2.1515	3.0641	0.6059	12.826	
30	1-1	20.14	80	17.59	45.39	27.8	38.03	39.26	3.1145	1.0054	2.1091	3.2206	0.7026	12.848	13.328
	1-2	20.18	80	17.55	45.25	27.7	37.26		3.1282	1.0017	2.1265	3.0775	0.6202	12.734	
	2-1	20.13	80	17.51	46.03	28.52	41.68		3.0089	0.9912	2.0177	3.0703	0.623	13.826	
	2-2	20.13	80	17.58	45.5	27.92	38.70		3.0219	1.0243	1.9976	3.0431	0.6225	13.665	
	3-1	20.10	80	18.02	45.91	27.89	38.76		3.0502	0.9926	2.0576	3.1973	0.6258	13.250	
	3-2	20.12	80	17.58	45.98	28.4	41.15		3.0014	0.9649	2.0365	3.0473	0.6154	13.643	
60	1-1	20.19	80	18.63	48.02	29.39	45.57	44.97	3.0282	0.9982	2.0300	3.0104	0.5931	14.186	13.765
	1-2	20.13	80	18.64	46.79	28.15	39.84		3.1466	1.1308	2.0158	3.1740	0.6562	13.639	
	2-1	20.14	80	18.52	47.59	29.07	44.34		3.0227	0.9814	2.0413	3.0427	0.6139	13.940	
	2-2	20.11	80	18.65	47.94	29.29	45.65		3.3188	1.0236	2.2952	3.0558	0.6247	12.489	
	3-1	20.13	80	18.63	49.22	30.59	51.96		3.0763	1.0197	2.0556	3.1370	0.6356	14.572	
	3-2	20.11	80	18.63	47.28	28.65	42.47		3.0480	1.0116	2.0364	3.0817	0.6190	13.765	
90	1-1	20.13	80	17.58	46.23	28.65	42.32	41.28	3.2768	1.0261	2.2507	3.0671	0.6231	12.453	13.017
	1-2	20.13	80	17.99	46.12	28.13	39.74		3.0939	0.9735	2.1254	3.1826	0.6318	12.938	
	2-1	20.14	80	17.54	45.72	28.18	39.92		3.0384	0.9773	2.0611	3.0599	0.6338	13.365	
	2-2	20.13	80	17.57	45.64	28.07	39.44		3.3396	1.0641	2.2755	3.1427	0.6522	12.049	
	3-1	20.20	80	17.53	46.63	29.1	44.06		3.1349	1.1310	2.0039	3.0836	0.6525	14.196	
	3-2	20.16	80	18.72	47.38	28.66	42.16		3.1672	1.0239	2.1433	3.0265	0.5761	13.103	
120	1-1	20.10	80	17.59	46.59	29	44.28	44.74	3.2817	1.0844	2.1973	3.0329	0.5838	12.932	13.824
	1-2	20.32	80	17.55	47.17	29.62	45.77		3.0338	0.9839	2.0499	3.0160	0.5704	14.171	
	2-1	20.20	80	17.51	47.03	29.52	46.14		3.0090	0.9804	2.0286	3.0292	0.5976	14.257	
	2-2	20.20	80	18.02	46.69	28.67	41.93		3.0597	1.0055	2.0542	3.2228	0.6043	13.663	
	3-1	20.21	80	17.58	46.69	29.11	44.04		3.0896	1.0172	2.0724	3.0191	0.5961	13.759	
	3-2	20.30	80	17.58	47.28	29.7	46.31		3.0541	0.9989	2.0552	3.0867	0.5893	14.164	

ภาคผนวก ง

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

- คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง. 1 ข้อมูลคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของปลาทูน่าพันธ์โอดำให้ความร้อนที่ 90°C

Cooked Time	Panel	Color	Tenderness	Juiciness	Fish Flavour	Cooked flavour
0	1	0.74	1.05	8.87	6.86	5.80
	2	0.29	2.50	8.37	9.05	1.65
	3	2.45	2.10	7.50	8.20	2.29
	4	0.65	1.20	8.56	8.50	0.95
	5	0.30	1.30	8.05	6.02	1.01
	6	1.85	8.23	7.93	7.00	8.87
	7	1.13	2.47	6.49	8.40	2.30
	8	2.74	2.68	7.50	9.50	1.11
	9	0.15	0.11	7.90	0.60	0.35
	10	6.66	1.81	1.92	4.50	3.25
120	1	8.05	5.39	1.69	8.64	2.39
	2	3.31	3.90	6.10	5.85	4.06
	3	7.90	7.35	1.55	2.15	7.65
	4	7.10	3.40	8.35	7.90	4.15
	5	5.60	3.80	4.42	3.30	2.91
	6	3.70	5.82	5.91	4.40	5.50
	7	2.76	4.92	4.79	6.10	3.45
	8	2.74	5.35	4.40	7.40	2.93
	9	0.60	9.55	6.45	5.90	2.60
	10	6.66	2.71	5.10	6.37	4.85
240	1	4.79	9.02	2.59	5.47	6.40
	2	3.70	3.61	5.55	5.10	3.36
	3	6.10	6.00	3.10	3.60	6.26
	4	8.03	8.55	6.80	4.30	9.15
	5	4.89	2.70	6.56	4.90	1.95
	6	8.02	1.76	0.95	1.67	1.65
	7	6.15	7.48	0.89	2.52	6.24
	8	1.20	6.42	3.05	6.10	5.80
	9	1.64	5.92	4.70	8.17	3.76
	10	2.57	3.90	3.74	7.30	5.70
360	1	7.00	6.67	3.64	5.55	4.05
	2	5.50	6.35	2.40	2.20	5.95
	3	4.30	4.55	4.73	5.05	5.24
	4	8.96	9.50	1.97	0.70	8.70
	5	6.20	6.40	3.41	3.60	4.94
	6	6.24	4.14	4.65	3.22	2.86
	7	4.47	5.52	1.95	4.10	4.84
	8	5.75	5.95	3.75	7.40	2.33
	9	5.31	7.30	2.10	8.17	5.82
	10	4.16	7.10	7.31	3.11	3.25
480	1	6.04	3.80	7.12	2.96	1.24
	2	6.05	2.91	2.10	1.85	6.40
	3	3.95	3.30	6.20	6.56	3.84
	4	1.50	0.25	9.26	9.08	3.30
	5	7.00	7.76	1.88	1.30	6.50
	6	7.75	3.20	3.84	1.95	4.20
	7	8.25	8.80	0.17	0.72	8.81
	8	6.91	7.90	2.24	1.80	7.70
	9	6.15	1.15	5.95	1.55	1.66
	10	1.60	3.90	7.31	3.11	2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง. 2 ข้อมูลคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของปลาทูน่าพันธ์โอดำให้ความร้อนที่ 100°C

Cooked Time	Panel	Color	Tenderness	Juiciness	Fish Flavour	Cooked flavor
0	1	2.10	2.30	6.51	6.55	3.20
	2	4.50	8.85	9.30	9.31	0.45
	3	1.10	7.95	7.69	7.60	2.19
	4	8.60	9.46	0.68	0.20	9.30
	5	0.60	2.21	8.11	7.80	2.12
	6	1.76	2.40	7.80	8.35	1.30
	7	0.35	0.82	8.90	8.76	1.25
	8	1.31	4.20	5.91	9.30	0.50
	9	0.81	0.81	9.51	6.40	1.90
	10	4.33	1.69	7.30	7.42	1.90
90	1	3.05	5.95	3.82	5.30	2.65
	2	3.82	0.91	3.31	5.02	5.41
	3	6.70	2.46	1.80	1.65	7.51
	4	0.93	2.21	8.62	8.31	1.21
	5	4.21	3.50	6.46	5.65	3.75
	6	9.02	8.40	1.55	2.25	7.62
	7	5.09	4.08	5.05	5.60	5.85
	8	0.60	2.08	7.00	6.40	2.00
	9	1.25	3.20	8.20	4.91	1.30
	10	1.20	2.59	7.30	7.42	2.79
180	1	6.65	5.95	4.75	2.75	6.70
	2	2.15	6.08	6.04	3.21	3.78
	3	3.75	5.09	5.10	5.00	4.90
	4	0.41	1.12	9.30	9.35	0.65
	5	3.76	5.95	3.38	5.83	3.08
	6	2.39	4.68	3.96	6.90	4.46
	7	6.75	5.80	3.09	3.55	7.46
	8	0.15	2.80	2.45	7.71	2.00
	9	2.50	2.15	6.60	1.69	3.41
	10	6.90	6.00	2.71	4.21	7.09
270	1	6.65	6.21	4.75	2.75	7.10
	2	3.15	0.50	1.09	2.45	8.90
	3	2.26	6.65	6.45	6.31	3.55
	4	9.11	2.82	2.36	2.40	2.60
	5	7.48	5.20	5.39	4.60	5.55
	6	7.75	6.40	5.90	2.51	6.35
	7	3.28	2.51	6.70	7.30	3.60
	8	6.90	5.90	1.30	2.00	7.41
	9	2.81	4.40	7.30	2.45	4.70
	10	6.90	6.00	2.00	3.50	7.85
360	1	3.05	4.40	2.86	3.65	7.10
	2	3.64	0.91	3.51	2.95	6.05
	3	5.33	3.80	3.00	2.05	6.51
	4	5.29	8.72	0.64	1.00	4.45
	5	7.30	6.95	1.70	3.55	7.20
	6	3.51	5.75	4.78	5.10	5.60
	7	8.35	7.70	1.21	1.55	8.75
	8	6.90	5.18	1.30	2.00	6.90
	9	1.25	5.80	5.70	3.61	5.51
	10	5.80	4.90	5.70	6.51	3.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง. 3 ข้อมูลคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของปลาทูน่าพันธ์โอดำให้ความร้อนที่ 110°C

Cooked Time	Panel	Color	Tenderness	Juiciness	Fish Flavour	Cooked flavor
0	1	1.61	1.48	8.12	7.39	2.54
	2	0.25	8.71	8.20	8.79	1.19
	3	1.76	4.12	1.20	8.43	1.51
	4	0.60	2.88	8.49	8.69	2.50
	5	1.05	2.85	8.70	8.50	1.35
	6	1.29	1.28	8.10	7.40	7.46
	7	1.83	1.42	6.40	7.60	1.12
	8	0.35	0.51	0.00	0.51	9.85
	9	0.00	0.78	9.35	8.76	0.55
	10	1.95	1.50	0.41	1.56	1.71
60	1	7.00	6.90	3.08	3.65	7.20
	2	4.23	6.25	6.35	3.70	6.89
	3	1.76	0.89	1.20	8.43	1.51
	4	1.15	3.30	8.00	8.35	1.97
	5	3.00	3.39	5.50	6.96	5.10
	6	3.40	6.05	2.10	5.93	5.08
	7	3.59	2.76	6.88	5.70	3.38
	8	2.35	7.78	1.79	3.80	8.80
	9	0.00	2.30	2.80	7.77	1.90
	10	1.50	1.50	1.30	1.56	1.71
120	1	7.24	7.32	2.89	2.97	7.20
	2	5.19	6.25	5.88	3.70	7.12
	3	7.60	6.01	3.18	1.47	3.50
	4	5.29	4.21	4.72	6.22	6.42
	5	6.00	6.10	2.92	2.96	7.65
	6	6.70	7.38	6.95	4.45	4.30
	7	4.88	4.47	5.12	4.12	5.09
	8	4.98	6.66	3.75	1.42	6.27
	9	4.96	5.13	4.36	1.98	8.40
	10	2.62	5.65	6.31	5.11	3.90
180	1	9.85	8.90	0.90	2.50	9.68
	2	3.62	3.99	5.91	1.95	6.56
	3	9.85	9.19	1.91	0.48	0.00
	4	7.76	4.24	6.77	3.74	7.46
	5	9.69	8.12	1.16	3.00	9.13
	6	8.40	7.30	7.90	3.48	7.50
	7	7.61	4.92	2.70	4.23	7.05
	8	4.65	5.30	4.34	2.66	5.63
	9	5.15	3.60	3.32	3.51	5.70
	10	3.82	3.28	1.36	4.66	4.20
240	1	6.23	8.05	8.94	4.71	7.61
	2	9.31	0.76	7.83	0.31	9.46
	3	9.85	9.19	1.04	0.48	0.00
	4	8.37	1.67	6.54	3.00	8.00
	5	9.25	4.89	2.40	2.92	9.04
	6	9.30	8.21	1.70	3.05	8.40
	7	9.50	9.85	0.00	2.71	9.32
	8	9.85	8.90	0.56	0.00	9.85
	9	7.70	1.67	4.71	2.66	7.84
	10	8.37	2.50	7.05	1.51	8.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง. 4 ข้อมูลคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของปลาทูน่าพันธ์โอดำให้ความร้อนที่ 120°C

Cooked Time	Panel	Color	Tenderness	Juiciness	Fish Flavour	Cooked flavor
0	1	0.00	0.73	4.00	9.85	1.50
	2	0.00	9.30	2.31	9.34	1.49
	3	1.46	4.25	6.82	4.62	7.73
	4	0.26	1.55	9.70	6.96	1.13
	5	0.65	1.00	8.90	9.52	1.10
	6	5.02	1.02	5.06	6.19	3.41
	7	0.00	1.20	8.37	8.45	3.10
	8	2.00	1.65	9.85	8.80	1.46
	9	0.00	0.56	8.89	8.61	0.60
	10	1.26	1.90	8.63	6.00	2.86
30	1	0.00	3.52	8.12	8.32	3.70
	2	2.20	3.12	2.80	8.35	3.42
	3	3.66	5.95	4.50	2.10	6.62
	4	0.70	4.10	7.83	6.05	2.24
	5	4.90	4.55	5.00	7.40	8.25
	6	1.90	4.85	2.66	5.30	1.91
	7	0.76	0.00	9.85	9.85	2.85
	8	2.00	2.66	7.05	7.30	2.50
	9	1.85	1.12	7.72	7.90	1.26
	10	2.28	4.92	3.16	2.90	6.70
60	1	6.23	5.81	2.71	3.85	8.36
	2	3.35	4.90	6.15	2.21	6.13
	3	3.66	3.12	7.45	2.73	8.60
	4	8.15	3.41	8.05	3.84	7.71
	5	8.93	1.85	6.57	4.86	7.50
	6	7.21	2.09	6.75	4.20	6.41
	7	7.85	3.90	6.25	3.75	7.55
	8	2.91	4.35	5.25	3.00	5.63
	9	6.00	4.59	2.30	2.84	6.59
	10	3.82	3.28	4.45	3.79	5.90
90	1	9.85	8.90	0.90	2.50	9.68
	2	3.62	3.99	5.91	1.95	6.56
	3	9.85	9.19	1.91	0.48	0.00
	4	7.76	4.24	6.77	3.74	7.46
	5	9.69	8.12	1.16	3.00	9.13
	6	8.40	7.30	7.90	3.48	7.50
	7	7.61	4.92	2.70	4.23	7.05
	8	4.65	5.30	4.34	2.66	5.63
	9	5.15	3.60	3.32	3.51	5.70
	10	3.82	3.28	1.36	4.66	4.20
120	1	6.23	8.05	8.94	4.71	7.61
	2	9.31	0.76	7.83	0.31	9.46
	3	9.85	9.19	1.04	0.48	0.00
	4	8.37	1.67	6.54	3.00	8.00
	5	9.25	4.89	2.40	2.92	9.04
	6	9.30	8.21	1.70	3.05	8.40
	7	9.50	9.85	0.00	2.71	9.32
	8	9.85	8.90	0.56	0.00	9.85
	9	7.70	1.67	4.71	2.66	7.84
	10	8.37	2.50	7.05	1.51	8.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี Multiple Regression Analysis

- คุณภาพสีเหลืองของปลาทูน่าท้องแถบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 ค่า Coefficient และ significance level ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Multiple Regression Analysis

	Var 1	Var 2	Var 3
Var 1	1.0000 ** (0.0000)	-0.1961 * (0.0162)	0.2200 ** (0.0068)
Var 2	-0.1961 * (0.0162)	1.0000 ** (0.0000)	0.5329 ** (0.0000)
Var 3	0.2200 ** (0.0068)	0.5329 ** (0.0000)	1.0000 ** (0.0000)
Var1 * Var2	-0.1270 NS (0.1215)	0.9963 ** (0.0000)	0.5713 ** (0.0000)
Var1 * Var1	1.0000 ** (0.0000)	-0.1961 * (0.0162)	0.2200 ** (0.0068)
Var2 * Var2	-0.2645 ** (0.0011)	0.9509 ** (0.0000)	0.4096 ** (0.0000)

เมื่อ Var 1 คือ อุณหภูมิ (°C)

Var 2 คือ เวลาที่ให้ความร้อน (นาที)

Var 3 คือ ค่าสีเหลืองของปลาทูน่าท้องที่ที่ทำการทดลองที่ 90 และ 100 °C

เลขตัวบน คือ ค่า Coefficient

เลขตัวล่าง คือ significance level

** คือ มีนัยสำคัญทางสถิติมากกว่าหรือเท่ากับ 99 %

* คือ มีนัยสำคัญทางสถิติมากกว่า 95 % แต่ไม่ถึง 99 %

NS คือ มีนัยสำคัญทางสถิติน้อยกว่า 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้ความรู้ ความช่วยเหลือ ตลอดจนคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่างๆเสมอมา จนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ อาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมอาหาร สจล. ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์รวมทั้งให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คูแลช่วยเหลือในทุกๆด้านตลอดมา

ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่อนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

ขอขอบคุณ คุณ ศศิวรรณ ตันติธนสุนทร ที่อนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ากระป๋อง

ขอขอบคุณ บ. Royal Cans Industry จำกัด ที่อนุเคราะห์กระป๋องบรรจุอาหารเพื่อใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณ บ. SPI Canning จำกัด และ บ. T.C. Union Groups จำกัด ที่อนุเคราะห์ปลาทูน่าแช่แข็งเพื่อใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ในภาควิชาวิศวกรรมอาหารและภาควิชาอื่นๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำแก่คณะผู้วิจัย

และท้ายที่สุดคุณประโยชน์ของงานวิจัยนี้ที่พึงมี คณะผู้วิจัยขอมอบความดีทั้งหมดนี้ให้แก่ บิดา มารดา และครูอาจารย์ทั้งในอดีตและปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กาญจนารัตน์. 29-31 ตุลาคม 2539. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง "กระบวนการฆ่าเชื้อ อาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำด้วยความร้อน".

นงลักษณ์ สุทธิวนิช. 2531. คุณภาพสัตว์น้ำ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. หน้า 23–35.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง มอก. 142–2536. กระทรวงอุตสาหกรรม. หน้า 6-7

หน่วยงานสถิติการประมง. 2543. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย. กรมประมง.

อัญชลี บุญมาส่ง. 2541. การวิเคราะห์การส่งออกปลาทูน่ากระป๋องของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. หน้า 21-51

Banga J.R., A.A. Alonso, J.M. Gallardo and R.I. Perez-Martin. 1992. Degradation kinetics of protein digestibility and available lysine during thermal processing of tuna. Journal of Food Science, Vol.57, No.4 , p.913-915.

Chen H.C. , M.W. Mood and Z.T. Jiang. 1990. Changes in Biochemical and Bacteriological quality of grass prawn during transportation by icing and oxygenating. Journal of Food science 33 : p 670-673

CODEX STAN 70 – 1981. Codex Standard for Canned Tuna and Bonito. p.15 - 21

Hayakawa K.I. and G.E. Timbers. 1977. Influence of heat treatment on the quality of vegetables : Changes in visual green color. Journal of Food Science, Vol.42, No. 3 , p.778–781.

Holdsworth S.D. 1985. Optimization of thermal processing – a review. Chapman & Hall. London , UK. p.91-115.

Holdsworth S.D. 1997. Thermal processing of packaged foods. Chapman & Hall. London , UK. p.264 – 265.

Love R.M. 1988. The food fisher : Their intrinsic variation and practical implications. Farrand Press, London, UK. p.4–7.

Nilsosan S. and S. Holmgren. 1986. Fishes Physiology. Croom Helm, London , UK. p.102–103.

Ohlsson T. 1980. Temperature dependence of sensory quality changes during thermal processing. Journal of Food Science, Vol.45. p.836-839.

Shin S. and S.R. Bhowmilk. 1995. Thermal Kinetics of color changes in pea puree. Journal of Food Engineering, Vol.24. p.77-86.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sikorski Z.E. 1990. Seafood : Resource, Nutritional composition and preservation. CRC Press, Florida , USA. p.29–41.

Stanby E.M. 1963. Industrial Fishery Technology. Reinhold Publisher, New York. p.195–196.

Van Loey A. , A. Fransis , M. Heandrickx , G. Maesmans , P. Tobback. 1995. Kinetics of quality changes of green peas and white beans during thermal processing. Journal of Food Engineering, Vol.24. p.361-377.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้