สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของการฉายรังสีต่ออายุการเก็บรักษาแหนมปลาจากปลาดุกและปลานิล

STUDY EFFECT OF IRRADIATION SHELFLIFE OF FERMENTED FISH CAKE (*Nham-Pla*) FROM CATFISH (*Clarias batrachus*) AND NILE TILAPIA (*Oreochromis nilotcus*)

T110611

ศันสนีย์ ทิมทอง

SANSANEE THIMTHONG

วน.
ต336ผ
2553

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 110611
วัน,เดือน,ปี - 9 พ.ย. 2553

b 12255853
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและการบริการอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2553
KMITL-2010-AI-M-055-083

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY EFFECT OF IRRADIATION SHELFLIFE OF FERMENTED FISH CAKE (*Nham-Pla*) FROM CATFISH (*Clarias batrachus*) AND NILE TILAPIA (*Oreochromis nilotcus*)

SANSANEE THIMTHONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FOOD CATERING TECHNOLOGY
FACULTY OF AGRO-INDUSTRY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2010

KMITL-2010-AI-M-055-083

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2010

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการฉายรังสีต่ออายุการเก็บรักษาแหนมปลาจากปลาดุกและปลานิล
นักศึกษา	ศันสนีย์ ทิมทอง
รหัสประจำตัว	48068610
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
พ.ศ.	2553
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของการฉายรังสีต่ออายุการเก็บรักษาแหนมปลาจากปลาดุกและปลานิล โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านเคมี จุลินทรีย์ และด้านประสาทสัมผัส เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน คือ ในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) และที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เมื่อเก็บในตู้เย็น พบว่าปัจจัยหลักคือระยะเวลาเก็บและสภาวะฉายรังสี รวมทั้งอิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัยนี้มีผลทำให้ค่า TBA ค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณกรดแลกติก ของแหนมปลาทั้ง 2 ชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นและตัวอย่างที่ฉายรังสีมีค่า TBA สูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี นอกจากนั้น ปริมาณกรดแลกติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในขณะที่ค่าความเป็นกรดด่างจะลดลง ตัวอย่างที่ฉายรังสีจะมีปริมาณกรดแลกติกต่ำกว่าและมีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี ด้านคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นปริมาณยีสต์และรามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างที่ฉายรังสีไม่เกินค่าในมาตรฐาน ขณะที่ตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสีจะมีปริมาณสูงกว่า ปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* จะคงที่เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น แต่ตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสีพบว่าปริมาณมีแนวโน้มลดลง ด้านคุณภาพด้านประสาทสัมผัส พบว่าระยะเวลาเก็บรักษามีผลทำให้คะแนนของทุกลักษณะที่ทดสอบลดลง โดยผู้บริโภคให้การยอมรับตัวอย่างที่ฉายรังสีมากกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis title	Effect of Irradiation on Shelf Life of Fermented Fish Cake (*Nham Pla*) from Catfish (*Clarias batrachus*) and Nile Tilapia (*Tilapia nilotica*)
Student	Miss Sansanee Thimthong
Student ID.	48068610
Degree	Master of Science
Program	Technology Foods Catering
Year	2010
Thesis advisor	Associated Professor Dr. Kittiphong Huangrak

ABSTRACT

From the study on irradiation effects on shelf life of fermented fish cake (*Nham Pla*) from catfish (*Clarias batrachus*) and nile tilapia (*Tilapia nilotica*). Changes in chemical properties, microbiological properties and sensory evaluation when keeping at different temperatures, i.e., in refrigerator (4±2°C) and room temperature (30±2°C) were studied. When keeping in refrigerator, it was found that main effects, i.e., storage time and irradiation, and their interaction significantly affected TBA value, pH and acidity of both irradiated and non-irradiated fish cake. Increasing of the keeping time, TBA value tended to increase. Irradiated sample gave higher TBA value than non-irradiated samples. Moreover, the acidity of non-irradiated fish cake tended to increase while their pH decreased. Irradiated samples gave lower lactic acid content and higher pH. For microbiological properties, the result showed that with the increasing of storage time, yeast and mold tended to increase but not higher than standard value, while the amount in non-irradiated samples were higher. Coliform, feacal coliform and *E. coli* were not change with storage time but in non-irradiated samples the amount tended to decrease. For sensory properties, it was found that storage time decreased sensory evaluation score of all attributes. Panelists showed higher accept of irradiated samples than non-irradiated ones.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาโทของสาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ ฝ่ายวิจัยและพัฒนานิวเคลียร์ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ได้ฉายรังสีตัวอย่างทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ ที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค และเจ้าหน้าที่ของคณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ช่วยเหลืองานวิจัยนี้

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

ศันสนีย์ ทิมทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญภาพ X

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 1

บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2

2.1 การแปรรูปผลิตภัณฑ์โดยวิธีการหมัก 2

2.1.1 การหมัก 2

2.1.2 จุลินทรีย์ในกระบวนการหมัก 4

2.2 แหนมปลา 6

2.2.1 วัตถุดิบหลักในการผลิตแหนมปลา 7

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการหมัก 12

2.2.3 ลักษณะที่ต้องการของแหนมปลา 13

2.2.4 แหล่งของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์แหนมปลา 14

2.3 การใช้รังสีในการถนอมอาหาร 14

2.3.1 ลักษณะของรังสีที่ใช้ในการถนอมอาหาร 15

2.3.2 การฉายรังสีเพื่อวัตถุประสงค์ที่ต้องการ 16

2.3.3 เครื่องฉายรังสีอาหาร 18

2.3.4 หลักการในการทำลายจุลินทรีย์โดยการฉายรังสี 19

2.3.5 ผลของการฉายรังสี 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.6 ความปลอดภัยในการบริโภคอาหารฉายรังสี 21

2.3.7 ประโยชน์ของการฉายรังสีอาหาร 22

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 24

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ 24

3.2 วัตถุดิบ 25

3.3 สารเคมี 25

3.4 วิธีการทดลอง 25

3.4.1 กระบวนการผลิตแหนมปลาดุกและแหนมปลานิล 25

3.4.2 ศึกษาผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลาเมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน 25

3.4.2.1 แหนมปลาดุก 25

3.4.2.2 แหนมปลานิล 26

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 27

4.1 ศึกษาผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลาดุก 27

4.1.1 ผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลาดุกในตู้เย็น 27

4.2.1 ผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลาดุกที่อุณหภูมิห้อง 38

4.2 ศึกษาผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลาดุก 47

4.2.1 ผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลาดุกในตู้เย็น 47

4.2.2 ผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลาดุกที่อุณหภูมิห้อง 59

4.3 เปรียบเทียบผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลาดุกและแหนมปลานิล 68

4.3.1 อายุการเก็บรักษาและผลของการฉายรังสีต่อคุณภาพแหนมปลาดุกและแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) 68

4.3.2 อายุการเก็บรักษาและผลของการฉายรังสีต่อคุณภาพแหนมปลาดุกและแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 77

บรรณานุกรม 79

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณภาพ 83
ภาคผนวก ข แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัส 86
ภาคผนวก ค มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแหนมปลา 87

ประวัติผู้เขียน 91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การใช้รังสีกับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อวัตถุประสงค์ที่ต้องการ 17

4.1 ค่า p-value จากการวิเคราะห์ทางสถิติของระยะเวลาเก็บและสภาวะฉายรังสีรวมทั้งอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสอง ต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น(อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส)..... 27

4.2 ผลของระยะเวลาการเก็บ ต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่าง เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น(อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) 28

4.3 ผลของการฉายรังสี ต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่าง เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น(อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน 29

4.4 ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลาดุกที่ไม่ฉายรังสีและที่ฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส)..... 32

4.5 ปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* ที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสี เก็บรักษาในตู้เย็น(อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) 34

4.6 ผลการทดสอบทาประสาทสัมผัสของแหนมปลาดุกที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสี และเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) 37

4.7 ค่า p-value จากการวิเคราะห์ทางสถิติของระยะเวลาเก็บและสภาวะฉายรังสีรวมทั้งอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) 38

4.8 ผลของระยะเวลาการเก็บ ต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)..... 39

4.9 ผลของสภาวะการฉายรังสีต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)เป็นเวลา 12 วัน..... 40

4.10 ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลาดุกที่ไม่ผ่านและผ่านการฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) 42

4.11 ปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* ของแหนมปลาดุกที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)..... 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.12 ผลการทดสอบทาประสาทสัมผัสของแหนมปลาดุกที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) 46

4.13 ค่า p-value จากการวิเคราะห์ทางสถิติของระยะเวลาเก็บและสภาวะฉายรังสีรวมทั้งอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) 48

4.14 ผลของระยะเวลาการเก็บ ต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลานิล เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) 49

4.15 ผลของการฉายรังสี ต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลานิล เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน 50

4.16 ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) 53

4.17 ปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* ที่ฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) 55

4.18 ผลการทดสอบทาประสาทสัมผัสของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี และเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) 58

4.19 ค่า p-value จากการวิเคราะห์ทางสถิติของระยะเวลาเก็บและสภาวะฉายรังสีรวมทั้งอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) 60

4.20 ผลของระยะเวลาเก็บต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) 60

4.21 ผลของสภาวะการฉายรังสีต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาในที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.22 ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) 63

4.23 ปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* ของแหนมปลานิล ที่ฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) 65

4.24 ผลการทดสอบทาประสาทสัมผัสของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) 67

4.25 อายุการเก็บรักษาและคุณภาพด้ายกายภาพ จุลินทรีย์ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของแหนมปลาดุกและปลานิล ที่ฉายและไม่ฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น..... 69

4.2 อายุการเก็บรักษาและคุณภาพด้ายกายภาพ จุลินทรีย์ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของแหนมปลาดุกและปลานิล ฉายและไม่ฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง..... 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กระบวนการผลิตแหนมปลา	6
2.2	ปลานิล	7
2.3	ปลาดุก	7
4.1	อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อค่า TBA ของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน	30
4.2	อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อปริมาณกรดแลกติก ของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน	31
4.3	อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลาดุก เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน	31
4.4	ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลาดุกที่ไม่ฉายรังสีและที่ฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน	33
4.5	ปริมาณ coliform ของแหนมปลาดุกที่ไม่ผ่านและผ่านการฉายรังสี เก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน	35
4.6	ปริมาณ feacal coliform ของแหนมปลาดุกที่ไม่ผ่านและผ่านการฉายรังสี เก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน	35
4.7	ปริมาณ *E. coli* ของแหนมปลาดุกที่ไม่ผ่านและผ่านการฉายรังสีเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน	36
4.8	อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อค่า TBA ของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)	40
4.9	อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อปริมาณกรดแลกติก ของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)	41
4.10	อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)	41
4.11	ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลาดุกที่ไม่ผ่านและผ่านการฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.12	ปริมาณ coliform ของแหนมปลาดุกที่ไม่ผ่านและผ่านการฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน	44
4.13	ปริมาณ feacal coliform ของแหนมปลาดุกที่ไม่ผ่านและผ่านการฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน	44
4.14	ปริมาณ *E. coli* ของแหนมปลาดุกที่ไม่ผ่านและผ่านการฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน	45
4.15	อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อค่า TBA ของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน	51
4.16	อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อปริมาณกรดแลกติก ของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน	51
4.17	อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน	52
4.18	ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน	54
4.19	ปริมาณ coliform ของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน	56
4.20	ปริมาณ feacal coliform ของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน	56
4.21	ปริมาณ *E. coli* ของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน	57
4.22	อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อค่า TBA ของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน	62
4.23	อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อปริมาณกรดแลกติก ของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.24	อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน	63
4.25	ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน	64
4.26	ปริมาณ coliform ของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน	65
4.27	ปริมาณ feacal coliform ของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน	66
4.28	ปริมาณ *E. coli* ของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน	66
4.29	ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลาดุกและปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น	70
4.30	ปริมาณ coliform ของแหนมปลาดุกและปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น	71
4.31	ปริมาณ feacal coliform ของแหนมปลาดุกและปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น	71
4.32	ปริมาณ *E. coli* ของแหนมปลาดุกและปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น	72
4.33	ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลาดุกและปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	74
4.34	ปริมาณ coliform ของแหนมปลาดุกและปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	75
4.35	ปริมาณ feacal coliform ของแหนมปลานิลและปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	75
4.36	ปริมาณ *E. coli* ของแหนมปลาดุกและปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แหนมปลาเป็นผลิตภัณฑ์ประมงที่แปรรูปโดยกระบวนการหมัก นิยมผลิตจากปลาน้ำจืด โดยมีส่วนประกอบคือ เนื้อปลาบด เกลือ กระเทียมและข้าวสุก มานิต กิ่งทอง (2547) ได้พัฒนาการผลิตแหนมปลา เพื่อให้ได้ลักษณะและรสชาติใกล้เคียงกับแหนมหมู โดยการเพิ่มหนังหมูและพริกขี้หนูสด ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ซึ่งแตกต่างจากปลาส้มฟัก ปลาน้ำจืดมี 2 ประเภท คือปลามีเกล็ดและปลาไม่มีเกล็ด ในงานวิจัยนี้จึงทำการเลือกปลาทั้ง 2 ชนิด คือปลานิลและปลาดุก ซึ่งมีราคาค่อนข้างถูกและเกิดปัญหาล้นตลาด หากนำมาแปรรูปจะเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรที่มักพบกับปัญหาปลาทั้ง 2 ชนิดล้นตลาด เป็นการเพิ่มมูลค่าของปลาและเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภค

การยืดอายุการเก็บรักษาอาหารมีความสำคัญในแง่ของการเก็บรักษาไว้บริโภคให้ยาวนานสำหรับผู้บริโภคทั่วไปและสำหรับยืดอายุการวางตลาดสำหรับผู้ผลิต การยืดอายุการเก็บรักษาจึงจำเป็นที่จะต้องรักษาคุณภาพของอาหาร ทั้งในด้านคุณค่าทางโภชนาการและความปลอดภัย สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการหมักโดยทั่วไปเช่น แหนม ส้มฟัก วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาส่วนใหญ่จะใช้วิธีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ และอีกวิธีหนึ่งคือการฉายรังสีร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ การฉายรังสีเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าปลอดภัยและมีความสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค พยาธิและแมลง จึงมีส่วนดีในการยืดอายุการเก็บรักษาในการวางตลาดของอาหาร (โกวิทย์ นุชประมูล. 2542) ผลการศึกษาวิจัยไม่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการฉายรังสีอาหาร ไม่ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพผู้บริโภคแต่อย่างใด นอกจากนี้ลักษณะภายนอก กลิ่น และรสของอาหารที่ผ่านการฉายรังสียังเปลี่ยนไปน้อยมาก (อรอนงค์ มหัคฆ์พงศ์. 2548) ดังนั้นในการผลิตแหนมปลาเพื่อการค้า หากอายุการวางตลาดสั้น จะส่งผลให้ไม่สามารถขยายตลาดให้กว้างได้ การฉายรังสีอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและยังคงรักษาคุณภาพของแหนมปลาไว้ได้เป็นเวลานานขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาแหนมปลาฉายและไม่ฉายรังสี

1.2.2 ศึกษาผลของการฉายรังสีต่อสมบัติทางด้านกายภาพ จุลินทรีย์ และการยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การแปรรูปผลิตภัณฑ์โดยวิธีการหมัก

การถนอมอาหารโดยวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมกันมาช้านานเพราะเป็นวิธีง่าย ๆ โดยมีเกลือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ปฏิกิริยาในกระบวนการหมักอาศัยเอนไซม์และปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ร่วมด้วย ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ประมงที่แปรรูปที่เกิดจากกระบวนการหมักของไทย ได้แก่ กะปิ น้ำปลา ปลาร้า ปลาส้ม ปลาจ่อม ปลาเจ่า ส้มฟัก กุ้งจ่อม กุ้งเจ่า ไตปลา บูดู แหนมปลา เต็มบักนัด และปลาแป้งแดง เป็นต้น (มัทนา แสงจินดาวงษ์. 2545)

ความสามารถในการถนอมอาหารโดยวิธีการหมักขึ้นกับผลที่ได้จากการทำงานของจุลินทรีย์ที่สร้างกรดในอาหารซึ่งทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของอาหารลดลง อาหารบางชนิดผ่านกระบวนการหมักโดยเกิดเอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) ทำให้สภาพอาหารไม่เหมาะสมแก่การเจริญของจุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นโทษเช่น *Clostridium botulinum* (สายสนม ประดิษฐ์ดวง และคณะ. 2521) นอกจากนี้การหมักยังช่วยลดปริมาณของจุลินทรีย์พวก coliform faecal coliform และ*E. coli* ลงไปได้มาก (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2518) ระหว่างการหมัก จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารมิได้เพียงแต่ย่อยอาหารไปเท่านั้น แต่ยังสร้างวิตามินต่าง ๆ ขึ้นหลายชนิด เช่น วิตามินเอ รวมทั้งกลุ่มวิตามินบี การหมักยังช่วยให้องค์ประกอบของอาหารที่มีคุณค่าถูกนำไปใช้ในร่างกายได้สะดวกขึ้น เช่น พวกธัญพืช เมื่อถูกหมักด้วยเชื้อรา เชื้อราจะย่อยเซลลูโลสทำให้กระเพาะของมนุษย์และสัตว์ย่อยได้ง่ายขึ้น ปฏิกิริยาการหมักทำให้อาหารเปลี่ยนแปลงไปทั้งในด้านเนื้อสัมผัส (texture) ลักษณะปรากฏ (appearance) และกลิ่นรส (flavor) ทำให้อาหารที่ได้มีลักษณะพิเศษเฉพาะของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

2.1.1 การหมัก (fermentation)

การหมัก (fermentation) หมายถึง กิจกรรมการเปลี่ยนแปลงสับสเตรท อันเนื่องจาก เมตาบอลิซึม (metabolism) ของจุลินทรีย์ได้สารเมตาบอไลต์ (metabolite) ที่มีกลิ่นรสพึงประสงค์และช่วยให้อาหารหมักเก็บไว้ได้นานกว่าอาหารสด การถนอมอาหารด้วยการหมักอาจมีความหมายอีกอย่างว่า การปรุงแต่งอาหารให้มีรสชาติแตกต่างไปจากไปจากรสชาติเดิมตามธรรมชาติของอาหารนั้น ๆ โดยเก็บไว้ตามกรรมวิธีซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์ชั่วระยะเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นจึงค่อยนำมารับประทานหรือประกอบเป็นอาหารในรูปแบบต่าง ๆ (จารุวรรณ มณีศรี. 2551) อาหารหมักสามารถทำจากวัตถุดิบหลายชนิด เช่น เนื้อสัตว์ต่าง ๆ ผักและผลไม้ เนื้อสัตว์ที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นอาหารหมักกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างแพร่หลายอีกชนิดหนึ่งได้แก่ผลิตภัณฑ์ปลาหมัก โดยสามารถแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์ตามกระบวนการหมักออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1.1.1 การหมักโดยใช้เกลืออย่างเดียว

หลักการของการหมักโดยใช้เกลืออย่างเดียว คือ เกลือจะช่วยป้องกันไม่ให้ปลาหรือสัตว์น้ำเน่า การเปลี่ยนแปลงในระยะแรกเป็นการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดจากน้ำย่อยในกระเพาะและลำไส้ของสัตว์น้ำที่ไม่ได้เอาออกซึ่งยังคงมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายตัวเอง น้ำย่อยเหล่านี้จะทำหน้าที่ย่อยโปรตีน เรียกกระบวนการนี้ว่า โปรตีนไฮโดรไลซีส จนกระทั่งโปรตีนแปรสภาพเป็นเปปไทด์ กรดอะมิโน และแอมโมเนีย น้ำย่อยของสัตว์น้ำอาจมีจุลินทรีย์ซึ่งช่วยทำให้เกิดโปรตีนไฮโดรไลซีส ช่วยให้เกิดการย่อยสลาย และเกิดกลิ่นเฉพาะของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักโดยวิธีนี้ ได้แก่ น้ำปลา บูดู และกะปิ

ก.น้ำปลา น้ำปลาที่ดีทำจากปลาไส้ตันหรือปลากะตัก ซึ่งเป็นปลาทะเลขนาดเล็ก ปลาทะเลชนิดอื่นที่นำมาทำน้ำปลาได้แก่ ปลาซาร์ดีน ปลาน้ำจืดที่ทำน้ำปลามีคุณภาพดีคือ ปลาสร้อย ซึ่งเป็นปลาขนาดเล็กเช่นเดียวกับปลากะตัก การที่ปลาขนาดเล็กทำน้ำปลาได้ดีกว่าปลาขนาดใหญ่เพราะสัดส่วนของน้ำย่อยโปรตีนในปลาตัวเล็กต่อเนื้อปลามากกว่าปลาตัวใหญ่ น้ำย่อยเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญต่อปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสของการทำน้ำปลา การใช้ปลาทั้งตัวแทนที่จะสับหรือบดก่อน ทำให้การแทรกซึมของเกลือเข้าไปในเนื้อปลาช้าลง ทำให้การแปรสภาพของโปรตีนเนื่องจากเกลือช้าลงด้วย และทำให้น้ำย่อยโปรตีนสามารถย่อยโปรตีนได้มากขึ้น ทำให้เกิดสารประกอบโมเลกุลเล็ก เช่น เปปไทด์และกรดอะมิโน ซึ่งสามารถละลายในน้ำและน้ำเกลือที่มีความเจือจางน้อยได้มากขึ้น ปริมาณเกลือที่เหมาะแก่การหมักน้ำปลาอยู่ระหว่าง 18-22 เปอร์เซ็นต์

ข.กะปิ เป็นผลิตภัณฑ์พื้นเมืองที่นิยมรับประทานกันทั่วไปในภาคพื้นเอเชียอาคเนย์ เช่นเดียวกับน้ำปลา กะปิมีไนโตรเจนสูงกว่าน้ำปลา เป็นผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มโปรตีนและแคลเซียมในอาหารประจำวัน กะปิสามารถผลิตได้จากเคยและปลา กะปิที่ผลิตจากเคยมีสีม่วงแดง ซึ่งเป็นสีธรรมชาติของกะปิ เคยมี 3 ชนิดคือ เคยข้าวสาร เคยตาดำ และเคยสำลี กระบวนการทำจะหมักเคยกับเกลือในอัตราส่วนที่เหมาะสม แล้วนำมาผ่านกรรมวิธีทำให้แห้ง บดเป็นเนื้อเดียวกัน และหมักต่อไปอีกระยะหนึ่งเพื่อให้ได้กลิ่นและรสตามที่ต้องการ

2.1.1.2 การหมักโดยใช้เกลือผสมกับอาหารที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต

ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้มีหลายชนิด แตกต่างกันตามอัตราส่วนของ ปลา เกลือ และคาร์โบไฮเดรต รวมถึงระยะเวลาในการหมักด้วย การเติมอาหารที่เป็นคาร์โบไฮเดรตเพื่อเป็นอาหารให้แบคทีเรียแลกติก ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยว คาร์โบไฮเดรตที่นิยมใช้เป็นแหล่งคาร์บอนของแบคทีเรียแลกติก ได้แก่ ข้าวเจ้าตั้วบดละเอียด ข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวนึ่ง ข้าวหมาก (ทำจากข้าวเหนียวและลูกแป้ง) ข้าวแดง (ทำจากข้าวหมักกับ *Monacus purpureus*) และน้ำตาล ชนิดและปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของผลิตภัณฑ์ตลอดจนปัจจัยอื่น เช่น ระยะเวลาหมัก เป็นต้น ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักโดยวิธีนี้ ได้แก่ ปลาร้า ปลาจ่อม ปลาส้ม และปลาเจ่า

ก.ปลาร้า ทำโดยนำปลามาตัดแต่ง ควักไส้ ขอดเกล็ด และเอาไขมันออก ล้างน้ำ ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ จึงนำมาคลุกเกลือป่นในอัตราปลา 1 ส่วนต่อเกลือ 2 ส่วน หมักไว้ 1 คืนในภาชนะที่มีรู เช่น ตะกร้า เพื่อให้น้ำเกลือที่เกิดขึ้นไหลออกไปได้ หลังจากนั้นใส่ข้าวคั่วอีก 1 ส่วน บรรจุในไห กดให้แน่น ปิดให้สนิท หมักทิ้งไว้ 3 เดือนจึงรับประทานได้

ข.ปลาจ่อม เตรียมปลาเช่นเดียวกับการทำปลาร้า นำมาเคล้ากับเกลือในอัตราส่วน 7 ต่อ 3 บรรจุในไหหรือโอ่งอัดให้แน่น ทิ้งไว้ประมาณ 2 วัน จึงเอาออกมาผสมกับข้าวสุก นำไปบรรจุในภาชนะหมักต่อประมาณ 3 วัน เมื่อสังเกตเห็นข้าวสุกละลายจนกลายเป็นสีขาวเหมือนน้ำข้าว แสดงว่าการหมักสมบูรณ์แล้วบริโภคได้

ค.ปลาส้ม ทำได้โดยนำปลามาขอดเกล็ดควักไส้ทิ้ง ล้างให้สะอาดแล้วบั้ง ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ ผสมส่วนผสมได้แก่ เกลือ กระเทียม และข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวนึ่ง เคล้าส่วนผสมให้ทั่วตัวปลา อัดใส่ภาชนะที่สะอาด หมักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 5-7 วัน จนเกิดรสเปรี้ยวนำไปทอดก่อนรับประทาน (กรมประมง. 2545)

ง.ส้มฟัก มีส่วนผสมคือ เนื้อปลา ข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวนึ่ง เกลือป่น และกระเทียม นำปลามาขูดเอาแต่เนื้อ โขลกให้เหนียว ใส่ข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวนึ่ง เกลือป่น และกระเทียมสับละเอียด โขลกต่อให้เหนียว นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในถาด กดให้แน่นและเรียบ ตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 4 x 6 นิ้ว แล้วใส่ในถุงพลาสติก ปิดให้แน่น หมักไว้ 2-3 วัน นำไปทอดก่อนรับประทาน (จารุวรรณ มณีศรี. 2551)

การทำแหนมปลาจัดอยู่ในการหมักประเภทที่ใช้เกลือผสมกับอาหารที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต วัตถุดิบและกระบวนการหมักคล้ายกับการทำส้มฟัก ต่างกันที่แหนมปลาจะเพิ่มพริกขี้หนูสดและหนังหมูลงไปด้วยเพื่อให้มีลักษณะคล้ายแหนม

2.1.2 จุลินทรีย์ในกระบวนการหมัก

ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีกลุ่มของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการหมักแตกต่างหรือคล้ายกันขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์นั้น ๆ แต่โดยทั่วไปแล้วผลิตภัณฑ์ประมงที่ผ่านกระบวนการหมักจะมีจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง 2 กลุ่มใหญ่ได้แก่

2.1.2.1 โปรตีโอไลติกแบคทีเรีย (proteolytic bacteria) เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่สร้างน้ำย่อยสลายโปรตีน ผลิตภัณฑ์ที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับแบคทีเรียกลุ่มนี้ ได้แก่ กะปิ น้ำปลา บูดู เป็นต้น แบคทีเรียที่สำคัญในกลุ่มนี้ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล *Bacillus*

2.1.2.2 แบคทีเรียแลกติก (lactic bacteria) เป็นแบคทีเรียที่ใช้ในการถนอมอาหารกันมาเป็นเวลาช้านานแล้ว ไม่ว่าจะเป็นประเทศในยุโรป อเมริกา หรือแถบเอเชีย แบคทีเรียแลกติกเข้ามาเกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับอาหารหมักหลายประเภท เช่น แหนม ไส้กรอกเปรี้ยว นมเปรี้ยว โยเกิร์ต ผักและผลไม้ดอง เป็นต้น นอกจากจะเป็นตัวช่วยถนอมอาหารแล้ว ยังทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่มีกลิ่นและลักษณะของอาหารที่ดีด้วย ที่สำคัญเป็นแบคทีเรียที่สร้างรสเปรี้ยวให้ผลิตภัณฑ์ แบคทีเรียแลกติกจัดเป็นกลุ่มแบคทีเรียจำพวกแกรมบวก มีลักษณะเป็นแท่งหรือทรงกลม แบ่งเป็นกลุ่มแบคทีเรีย 4 สกุลคือ *Lactobacillus* sp. *Leuconostoc* sp. *Pediococcus* sp. และ *Streptococcus* sp. สามารถเปลี่ยนน้ำตาลหรือสารประกอบคาร์โบไฮเดรตเป็นกรดแลกติกซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์หลักที่แบคทีเรียกลุ่มนี้สร้างขึ้น โดยสร้างขึ้นปริมาณมากและปล่อยออกนอกเซลล์ นอกจากกรดแลกติกแล้วยังผลิตสารอื่นแต่ผลิตในปริมาณน้อย เช่น ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ไดแอซีทิล (diacetyl) และสารยับยั้งจุลินทรีย์ (ศิพัฒน์ รักเผ่า. 2539)

จากที่กล่าวข้างต้น แบคทีเรียแลกติกเป็นแบคทีเรียที่ช่วยในการถนอมอาหารและสร้างลักษณะเฉพาะให้กับผลิตภัณฑ์ หลักสำคัญคือต้องให้แบคทีเรียแลกติกเจริญได้อย่างรวดเร็วและสร้างกรดแลกติก ทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดลง เป็นผลให้แบคทีเรียชนิดอื่น ๆ ถูกกำจัดออกไป และสามารถสร้างลักษณะที่ต้องการ เช่น รสชาติ กลิ่น เป็นต้น

ลักษณะของจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการหมักควรมีดังนี้

1) เจริญได้ดีในอาหารที่ต้องการหมัก

2) เพิ่มจำนวนเซลล์ได้ปริมาณมากพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้

3) จัดสภาวะที่เหมาะสมกับการเจริญได้ง่าย เช่น เจริญได้ดีแม้ว่าอุณหภูมิจะมีการเปลี่ยนแปลงไปบ้าง

4) มีคุณสมบัติคงตัว เช่น แบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติกหรือแอลกอฮอล์ก็สร้างได้ตลอดไป

Sangjindavong *et al.* (2000) ได้ศึกษาสมบัติทางจุลชีววิทยาของแหนมปลาสวาย ปลานิล ปลาทรายแดง และปลาน้ำดอกไม้ โดยแยกแบคทีเรียแลกติก 40 สายพันธุ์ จัดจำแนกได้ดังนี้ แบคทีเรียที่พบมากที่สุดคือ *Leuconostoc mesenteroides* 23 สายพันธุ์ (57.5 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ *Lactobacillus plantarum* 6 สายพันธุ์ (15 เปอร์เซ็นต์) *Pediococcus damnosus* 3 สายพันธุ์ (7.5 เปอร์เซ็นต์) *Lactobacillus leichmannii* 3 สายพันธุ์ (7.5 เปอร์เซ็นต์) *Lactobacillus delbrueckii* 2 สายพันธุ์ (5 เปอร์เซ็นต์) *Lactobacillus brevis* 2 สายพันธุ์ (5 เปอร์เซ็นต์) *Lactobacillus acidophilus* 1 สายพันธุ์ (2.5 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนี้ยังได้ตรวจหาแบคทีเรียทั้งหมดและปริมาณแบคทีเรียแลกติกจากผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษา 2-14 วันที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส พบว่าแหนมปลามีแบคทีเรียดังกล่าวอยู่ในช่วง $5.8x10^7$-$10.4x10^7$ และ $5.1x10^7$-$19.2x10^7$ CFU/g ตามลำดับ

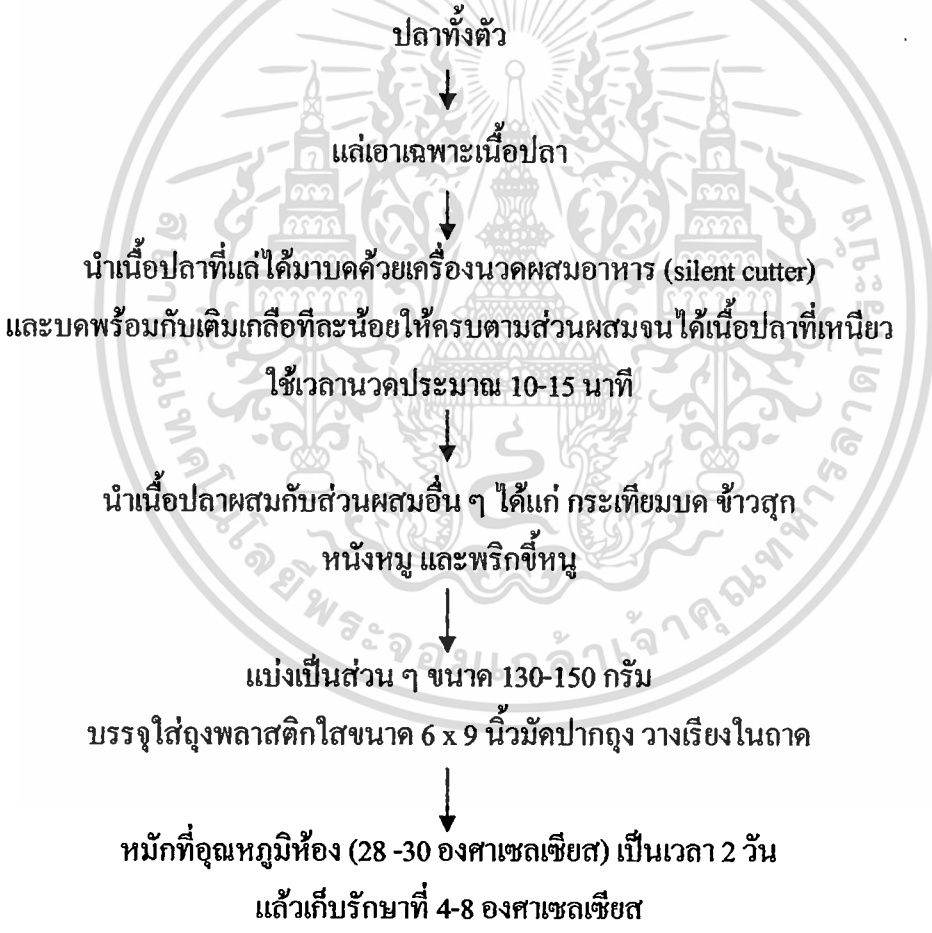
นงคราญ เรืองประพันธ์ และนิตยา พันธุ์บัว (2535) ได้สำรวจการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในแหนมจำนวน 64 ตัวอย่าง พบว่าในปี 2533 พบแหนมมีการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* 71.4 เปอร์เซ็นต์ และ *Salmonella* sp. 2.8 เปอร์เซ็นต์ การตรวจพบ *E. coli* สูงถึง 71.4 เปอร์เซ็นต์ แสดงอัตราเสี่ยงสูงที่จะบริโภคแหนมที่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหารปนอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เยาวเรศ ทองนอก และคณะ (2545) ได้วิเคราะห์จุลินทรีย์ปนเปื้อนในแหนมปลาในบริเวณกรุงเทพมหานคร พบว่าแหนมปลา 43 ตัวอย่าง ไม่ถูกสุขลักษณะเนื่องจากมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ 34 ตัวอย่าง โดยแยกเป็นจุลินทรีย์แต่ละชนิด คือ *Salmonella* sp. 26 เปอร์เซ็นต์ *Clostridium perfringens* 2 เปอร์เซ็นต์ และเชื้อรา 65 เปอร์เซ็นต์

2.2 แหนมปลา

แหนมปลา หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำปลาสด มาขอดเกล็ด แยกก้าง แล่เอาเฉพาะเนื้อ อาจแช่น้ำซาวข้าว แล้วนำมาสับหรือบดละเอียด เติมเกลือ ข้าวเจ้าสุกหรือข้าวเหนียวนึ่ง กระเทียม ผสมให้เข้ากัน อาจเติมพริกสด ห่อเป็นมัด หรือบรรจุในภาชนะบรรจุที่เหมาะสม หมักจนมีรสเปรี้ยว (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547) ซึ่งมีกระบวนการผลิตดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตแหนมปลา

ที่มา : Sangjindavong *et al.* (2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหนมปลาเป็นผลิตภัณฑ์ที่เก็บได้ไม่นานเพราะจะเกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ง่าย ปกติจะเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้เพียง 2-3 วัน หลังจากนั้นต้องเก็บรักษาในตู้เย็น เพื่อไม่ให้แหนมมีรสเปรี้ยวมากเกินไป สามารถเก็บแหนมไว้ในตู้เย็นได้นานประมาณ 7 วัน โดยรสชาติไม่เปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามการเก็บแหนมนานเป็นเดือนในตู้เย็นก็สามารถทำได้ แต่อาจทำให้รสชาติและเนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงไป แหนมจะเปรี้ยวมากขึ้น เนื้อสัมผัสเหนียวน้อยลง เนื้อยุ่ย (อรนุช อุตรภิชผฟาติ. 2530)

คนทั่วไปนิยมบริโภคแหนมดิบโดยไม่ผ่านความร้อนเพราะจะทำให้กลิ่นรสซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะเปลี่ยนแปลงไป จุลินทรีย์ต่าง ๆ หรือพยาธิบางชนิดที่อาจปนเปื้อนมากับเนื้อปลา และวัตถุดิบอื่น ๆ หรือจากตัวผู้ผลิตที่ยังไม่ได้ถูกทำลาย ถ้าเป็นจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมักก็ไม่เป็นปัญหา แต่หากเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อนอยู่ในแหนม จะเป็นปัญหาสำคัญของผู้บริโภคเป็นอย่างยิ่ง ผู้บริโภคแหนมมีโอกาสเสี่ยงที่จะได้รับอันตรายจากพยาธิและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่ปนเปื้อนมากับแหนมได้

2.2.1 วัตถุดิบหลักในการผลิตแหนมปลา

2.2.1.1 ปลา ปลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มาจากปลามีเกล็ดและไม่มีเกล็ด ได้แก่ ปลานิลและปลาดุก

ก. ปลานิล

ภาพที่ 2.2 ปลานิล
ที่มา : กรมประมง (2551)

ชื่อสามัญ NILE TILAPIA
ชื่อวิทยาศาสตร์ *Tilapia nilotica*
ลักษณะทั่วไป มีรูปร่างลักษณะคล้ายปลาหมอเทศ แตกต่างกันที่ปลานิลมีลายสีดำและจุดสีขาวสลับกันที่บริเวณครีบหลัง ครีบหางและก้านครีบ ลำตัวสีเขียวปนน้ำตาลและมีลายสีดำจาง ๆ พาดขวางตามลำตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถิ่นอาศัย ปลานิลเข้าสู่ประเทศครั้งแรกโดยเจ้าชายอากิฮาโต เมื่อครั้งดำรงตำแหน่งมกุฎราชกุมารแห่งประเทศญี่ปุ่นได้ทรงส่งเข้ามาทูลเกล้าถวายพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2508 จำนวน 50 ตัว ครั้งนั้นได้ทรงโปรดเกล้าให้ทดลองเลี้ยงปลานิลในบ่อที่สวนจิตรลดา ปลานิลได้เจริญเติบโตและแพร่ขยายพันธุ์ได้เป็นอย่างดี ต่อมาจึงได้พระราชทานชื่อว่า "ปลานิล" และได้พระราชทานพันธุ์แจกจ่ายแก่พสกนิกรและปล่อยไว้ตามแหล่งน้ำต่าง ๆ

อาหาร กินได้ทุกชนิด เช่น ไรน้ำ ตะไคร่น้ำ ตัวอ่อนของแมลงและสัตว์น้ำเล็ก

ขนาด ความยาวประมาณ 10-30 เซนติเมตร

ข. ปลาดุก

ภาพที่ 2.3 ปลาดุก
ที่มา : กรมประมง (2551)

ชื่อสามัญ CATFISH

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Clarias batrachus*

ลักษณะทั่วไป ลักษณะเด่นของปลาดุกคือ ส่วนหัวกลม แบนราบ ตาเล็กอยู่ด้านข้างของหัว ปากเล็กอยู่ตอนปลายสุดของจะงอยปาก มีหนวดรอบปาก 4 คู่ยาวเท่า ๆ กัน ครีบอกมีก้านแข็งแหลมคม ครีบหลังไม่มีก้านครีบแข็งและมีความยาวเกือบเท่าลำตัวเช่นเดียวกับครีบก้น ครีบหลังและครีบท้องมีขนาดเล็กปลายมน ปลาดุกมีอวัยวะพิเศษคล้ายก้อนฟองน้ำสีแดงสดอยู่ในช่องเหงือกตอนบนสำหรับช่วยหายใจ จึงทำให้ปลาดุกอยู่เหนือน้ำได้นานกว่าปลาชนิดอื่น ปลาดุกมีการวางไข่โดยการขุดโพรงหรือทำรัง

ถิ่นอาศัย พบตามแหล่งน้ำไหลและน้ำนิ่ง พบได้ทุกภาค

อาหาร กินพืชเมล็ด พืชตระกูลหญ้า โดยเฉพาะข้าว สาหร่าย ตะไคร่น้ำ ซากสัตว์และพืชที่เน่าเปื่อย แพลงค์ตอน ไรน้ำ

ขนาด ความยาวประมาณ 20-25 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลาที่ใช้ทำแหนมปลาจะต้องสดที่สุด จึงจะได้แหนมปลาที่มีความเหนียว องค์ประกอบของเนื้อปลาส่วนที่บริโภคได้จะขึ้นกับรูปร่าง อายุ ช่วงเวลาของการจับปลาว่าเป็นช่วงก่อนหรือหลังฤดูกาลวางไข่ แต่โดยเฉลี่ยแล้วพบว่าส่วนที่นำมาบริโภคได้คิดเป็น 45-50 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักปลาทั้งตัว

2.2.1.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลา

ในเนื้อปลาประกอบด้วยโปรตีน 15-24 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.1-22 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 1-3 เปอร์เซ็นต์ สารประกอบอินทรีย์ 0.8-2 เปอร์เซ็นต์ และน้ำ 66-84 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนในเนื้อปลาประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจนและบางครั้งก็พบว่ามีกำมะถันปนอยู่ด้วย ถ้าจะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ของธาตุต่าง ๆ จะได้ธาตุคาร์บอนประมาณ 45-55 เปอร์เซ็นต์ ไฮโดรเจนประมาณ 6-8 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจนประมาณ 19-25 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนประมาณ 14-20 เปอร์เซ็นต์ และกำมะถันประมาณ 0-4 เปอร์เซ็นต์ กล้ามเนื้อปลาแตกต่างจากกล้ามเนื้อของสัตว์อื่นตรงที่ประกอบขึ้นด้วยเซลล์ขนาดสั้น ๆ ไม่เกิน 3 เซนติเมตร และที่ปลายของมัดกล้ามเนื้อจะมีแผ่นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันหุ้ม แผ่นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันนี้เรียกว่าไมโอคูมาทา (myocumata) เมื่อทำให้ปลาสุกด้วยความร้อน จะเห็นว่าเนื้อปลาจะแยกออกเป็นชิ้น ๆ นอกจากนั้นปลายังมีกล้ามเนื้อสีแดงที่อยู่สองข้างของตัวปลาตามเส้นข้างตัว (lateral lines) กล้ามเนื้อแดงนี้มี ฮีโมโปรตีน (haemoprotein) เป็นองค์ประกอบอยู่มาก สารนี้เป็นโปรออกซิแดนซ์ (pro-oxidant) ทำให้บริเวณที่มีไขมันอยู่มากเกิดการเน่าเสียได้ง่ายเมื่อปลาตายไปแล้ว

2.2.1.1.2 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี เมื่อปลาตายจะเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยเกิดขึ้นเป็นลำดับดังนี้

1) ระยะก่อนการเกร็งตัว (pre-rigor mortis stage)

เริ่มตั้งแต่ปลาตาย การขนส่งออกซิเจนจะหยุดชะงักทำให้เนื้อเยื่อขาดออกซิเจน แต่เซลล์เนื้อเยื่อที่ยังมีชีวิตต้องการพลังงานเพื่อใช้ในการหดตัว ซึ่งพลังงานนี้สะสมอยู่ในรูปของ ATP (adenosine triphosphate) ดังนั้น ATP จะถูกใช้ไปโดยเกิดกระบวนการ ATP hydrolysis และมีการสร้าง ATP ใหม่ขึ้นมาชดเชยจึงทำให้ปริมาณ ATP ในเนื้อเยื่อมีปริมาณคงที่อยู่ชั่วเวลาหนึ่ง ระยะที่ระดับ ATP ในเนื้อเยื่อคงที่นี้ กล้ามเนื้อยังไม่เกิดการเกร็งตัว จึงเรียก ระยะก่อนการเกร็งตัว การขาดออกซิเจนของเนื้อเยื่อทำให้เกิดการสร้าง ATP จากกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งเป็นผลให้ค่าความเป็นกรดด่าง ของเนื้อเยื่อลดต่ำลงเนื่องจากมีกรดแลกติกเกิดขึ้น สรุปปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

2) ระยะการเกร็งตัว (rigor mortis stage)

คือการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อภายหลังจากสัตว์ตายแล้วเกิดขึ้นเนื่องจากโปรตีนที่ประกอบอยู่ในเส้นใยเนื้อ คือแอคติน (actin) รวมตัวกับไมโอซิน (myosin) ได้แอคโทไมโอซิน (actomyosin) ซึ่งการรวมตัวนี้อาศัยพลังงานจาก ATP ด้วยเหตุที่ปริมาณ ATP ในเนื้อเยื่อของสัตว์เริ่มลดต่ำลงซึ่งทำให้เกิดการรวมตัวอย่างถาวรของ แอคโทไมโอซิน เพิ่มมากขึ้น เป็นผลให้กล้ามเนื้อเริ่มเกิดการเกร็งแข็งและสูญเสียความสามารถในการยืดตัว (extensibility) ซึ่งความสามารถในการยืดตัวนี้มีมากที่สุดในระยะก่อนการเกร็งตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ระยะหลังการเกร็งตัว (post rigor stage)

เมื่อสิ้นสุดระยะการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อจะค่อย ๆ อ่อนตัวลง ทั้งนี้เป็นผลจากการย่อยสลายของเอนไซม์ภายในเนื้อนั่นเอง นอกจากนั้นอาจมีปฏิกิริยาจากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเนื้อเยื่อเกิดรวมด้วย เนื้อที่ทิ้งไว้ในระยะนี้เป็นเวลานานจะเกิดการอ่อนตัวและยุ่ยละไปในที่สุด ทั้งนี้ระยะเวลาจะขึ้นกับอุณหภูมิในการเก็บรักษาเนื้อนั้น นอกจากนั้นในระยะนี้จะพบสารประกอบโมเลกุลเล็กเกิดขึ้นมากมาย ทำให้เกิดสี กลิ่นและรสแตกต่างไปตามชนิดของสารนั้น

ในระยะของการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ น้ำย่อยจากตัวปลาและจุลินทรีย์จะเข้าทำลายเนื้อเยื่อได้ยาก ดังนั้นถ้าสามารถยืดเวลานี้ให้นานขึ้นจะทำให้รักษาคุณภาพของสัตว์น้ำไว้ได้นานขึ้นด้วย โดยทั่วไปปลาและสัตว์น้ำอื่นจะมีช่วงระยะของการเกร็งตัวสั้นกว่าในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม อุณหภูมิ ชนิด ขนาดของสัตว์ ปริมาณไกลโคเจนและ ATP ในเนื้อเยื่อเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อระยะเวลาของการเกร็งตัว ดังนั้นปลาซึ่งตายโดยไม่ได้ดิ้นรนมากจะมีระยะของการเกร็งตัวยาวกว่าปลาซึ่งตายด้วยอาการดิ้นทุรนทุราย

การทำแหนมขึ้นอยู่กับสภาพการเป็นเจลของเนื้อปลา การที่เนื้อปลาจะเหนียวหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับปริมาณไมโอซิน ที่มีอยู่ในโปรตีน ในส่วนผสมของแหนม เกลือเป็นตัวช่วยสกัดเอาไมโอซินออกจากกล้ามเนื้อปลา ความเข้มข้นของเกลือที่พอเหมาะในการสกัดไมโอซินอยู่ระหว่าง 1.2-1.5 องศาโบเม่ แต่ในทางปฏิบัติ จะใช้เกลือที่มีความเข้มข้นสูงอย่างนี้ไม่ได้เพราะจะทำให้แหนมเค็มจัดเกินไป. ดังนั้นการที่จะทำให้ได้ไมโอซินออกมามากที่สุด เพื่อให้แหนมปลามีความเหนียวจึงต้องพิจารณาปัจจัยอื่นประกอบด้วย เช่น ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อปลา ถ้าเนื้อปลามีค่าความเป็นกรดด่างต่ำ จะสกัดไมโอซินออกมาได้มาก แต่ถ้าค่าค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่า 7.5 เนื้อปลาจะไม่เหนียว อุณหภูมิที่ใช้ก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับความเหนียวของเนื้อปลา ถ้าใช้อุณหภูมิสูงกว่า 9 องศาเซลเซียส เนื้อปลาจะยุ่ยเนื่องจากโปรตีนแปรสภาพไปแล้ว

2.2.1.2 เกลือ

เกลือที่ใช้อยู่ในรูปของโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) หรือที่ทราบกันในชื่อของเกลือแกง นิยมใช้ในการประกอบอาหารโดยเติมเพียงเล็กน้อยในรูปของสารปรุงรส แต่ถ้าจะใช้เพื่อการถนอมอาหารจะต้องใช้ในปริมาณสูง เกลือที่เหมาะสมในการหมักเนื้อสัตว์ควรเป็นเกลือที่สะอาดและผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้ว นิยมใช้เกลือสินเธาว์ที่ปราศจากโลหะหนักมากกว่าเกลือสมุทร เนื่องจากเกลือสมุทรอาจมีแบคทีเรียที่ทนความเค็มสูง (halophilic bactria) และมีอนุมูลของสารพวกแคลเซียม แมกนีเซียม ซึ่งมีผลต่อการดูดซึมของน้ำเกลือ ทำให้ความสามารถในการละลายของโปรตีนลดลง โลหะหนักที่มักพบในเกลือสมุทรคือทองแดง หากมีอยู่ในเกลือที่ใช้หมักเนื้อจะเร่งปฏิกิริยาการหืนของไขมัน แต่ถ้าผ่านกระบวนการกำจัดสิ่งไม่พึงประสงค์แล้วสามารถนำมาใช้ในการหมักเนื้อได้ เกลือที่เติมไอโอดีนไม่เหมาะที่จะใช้ในการหมักเนื้อ ซึ่งหากใช้ร่วมกับไนเตรท ไอโอดีนจะเป็นตัวยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ช่วยเร่งการเปลี่ยนไนเตรทให้เป็นไนไตรท์ เป็นผลให้มีสารไนเตรทตกค้างในผลิตภัณฑ์มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2.1 บทบาทของเกลือที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ คือ

1) เกลือเป็นสารพื้นฐานในส่วนผสมที่ใช้หมักเนื้อ มีผลต่อการลดน้ำในผลิตภัณฑ์ เมื่อเกลือละลายน้ำจะแตกตัวเป็นอิออนจับกับโมเลกุลของน้ำ ทำให้ความดันออสโมซิสเปลี่ยน เป็นผลทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถนำน้ำไปใช้ได้เต็มที่ จึงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และจำกัดจำนวนแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ถ้าใช้ความเข้มข้นของเกลือในปริมาณสูงจะทำให้ปริมาณน้ำอิสระในอาหารลดลง ที่จุดอิ่มตัวจะไม่มีปริมาณน้ำอิสระเหลือ จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Kramlich *et al.* 1973)

2) ผลของเกลือต่อลักษณะเนื้อสัมผัส กล่าวคือเมื่อเกลือเข้าไปยังเนื้อเยื่ออาหาร เช่น ปลาเนื้อสัตว์ โปรตีนซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อสัตว์เกิดการจับตัวเป็นก้อน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการหมักมีลักษณะเหนียวแข็ง

3) ผลของเกลือต่อกลิ่นรส เกลือทำให้เกิดรสเค็มและช่วยขับรสชาติเฉพาะตัวของเนื้อสัตว์ให้โดดเด่น ความบริสุทธิ์ของเกลือเป็นปัจจัยสำคัญต่อกลิ่นรส แคลเซียมซัลเฟตกับแคลเซียมคลอไรด์และแมกนีเซียมคลอไรด์ในปริมาณเล็กน้อยจะทำให้เกิดรสขมในผลิตภัณฑ์ ระดับเกลือที่ยอมรับจากผู้บริโภคและระดับเกลือที่ใช้ในการแปรรูปน้อยครั้งที่จะอยู่ในระดับเดียวกัน ระดับเกลือที่ต้องใช้ในแต่ละผลิตภัณฑ์จะแตกต่างกันไม่ว่าในแง่ของคุณสมบัติ หน้าที่ หรือผลกระทบต่อกลิ่นรส บทบาทของเกลือต่อการเกิดกลิ่นรสในเนื้อหมักยังไม่ชัดเจน แต่ความเข้มข้นของเกลือมีความสัมพันธ์กับการเกิดกลิ่นรสในเนื้อหมัก การเกิดกลิ่นรสที่ต้องการนั้นอาจเนื่องมาจากปฏิกิริยาระหว่างเกลือกับเนื้อหรือเนื้อเยื่อไขมัน

Ingram และ Kitchell (1998) พบว่าเกลือที่ความเข้มข้นต่ำจะมีผลกระตุ้นจุลินทรีย์ แต่ที่ความเข้มข้นสูงจะยับยั้งจุลินทรีย์ ช่วงความเข้มข้นดังกล่าวจะแตกต่างกันสำหรับจุลินทรีย์แต่ละชนิด เช่น *Pseudomonas* sp. ไม่สามารถเจริญในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ *Micrococcus* ยังสามารถเจริญได้

2.2.1.3 กระเทียม

กระเทียมเป็นเครื่องเทศที่คนไทยนิยมนำมาประกอบอาหาร เป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มรสชาติให้ผลิตภัณฑ์แหนมและช่วยลดกลิ่นคาวของเนื้อสัตว์ กระเทียมยังมีความสำคัญต่อการเจริญของกล้าเชื้อแบคทีเรียแลกติกที่ใช้ผสมในผลิตภัณฑ์แหนม มีส่วนเร่งในกระบวนการหมักของเชื้อแบคทีเรียแลกติกโดยไปเร่งการผลิตกรดแลกติกในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักชนิด dry sausage รวมทั้งแหนม (Swetwiwathana *et al.*, 1990) นอกจากนั้นยังสามารถยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เน่าเสียรวมถึงจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ โดยกระเทียมจะสร้างสารยับยั้งที่เรียกว่า allicin (S-allyl-L-cysteine-S-oxide) โดยกระบวนการไฮโดรไลซีสของสาร allicin นี้จะเกิดขึ้นหลังจากที่กลีบกระเทียมถูกทำให้แตก เช่น การบดหรือสับ (อดิศร เสวตวิวัฒน์. 2533)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wiriyacharee *et al.* (1990) กล่าวว่าเครื่องเทศที่เติมลงส่วนผสมแหนมนอกจากเป็นส่วนประกอบที่ให้รสชาติและกลิ่นแก่ผลิตภัณฑ์แล้ว ยังพบว่าเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการผลิตกรดที่ดีโดยเฉพาะกระเทียมสด นอกจากนี้เครื่องเทศธรรมชาติที่ใช้ยังมีผลโดยตรงต่ออัตราเร็วของการหมักโดยจะเป็นตัวกระตุ้นให้แบคทีเรียที่ผลิตกรดได้มีการสร้างกรดอย่างมีประสิทธิภาพ

อดิศร เสวตวิวัฒน์ (2542) ศึกษาผลของสารสกัดกระเทียมต่อการเจริญของกล้าเชื้อแบคทีเรียแลกติกในผลิตภัณฑ์เนื้อและเชื้อโรคอาหารเป็นพิษที่พบมากในแหนม พบว่า ที่ความเข้มข้น 1 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อการยับยั้งปริมาณเชื้อ *Salmonella anatum* และ *Staphylococcus aureus* ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ โดยความเข้มข้นที่เพิ่มสูงขึ้นจะลดปริมาณเชื้อโรคอาหารเป็นพิษได้เร็วขึ้น จากการศึกษายังพบว่าสารดังกล่าวไม่มีผลต่อการลดจำนวนของกล้าเชื้อแบคทีเรียแลกติกที่ใช้ในการศึกษา แต่ในทางกลับกัน สาร allicin ที่เกิดขึ้นน่าจะมีผลต่อการทำลายและลดจำนวนเชื้อโรคอาหารเป็นพิษทั้งสองสายพันธุ์ที่พบว่าเป็นปัญหาในการผลิตแหนมได้ดี

อย่างไรก็ตามการใช้เครื่องเทศในปริมาณปกติของการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ไม่มีผลเพียงพอที่จะใช้ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ เพราะการใช้เครื่องเทศไม่มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นสารกันบูด แต่ใช้เพื่อกลบกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ เช่น ดับกลิ่นคาวหรือกลิ่นจากการทำลายของจุลินทรีย์ (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529)

2.2.1.4 คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตคือสารประกอบอินทรีย์พวกอัลดีไฮด์หรือคีโตนซึ่งมีหมู่ไฮดรอกซิล(hydroxyl group) เกาะที่อะตอมของคาร์บอน (C-atom) เป็นจำนวนมาก จุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรียสามารถทำให้คาร์โบไฮเดรตเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยกระบวนการคาแทบอลิซึม (catabolism) เพื่อใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งคาร์บอนและแหล่งพลังงาน

คาร์โบไฮเดรตที่นิยมใช้เป็นแหล่งคาร์บอนของแบคทีเรียแลกติกในการหมักผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเปรี้ยวและให้กลิ่นที่ดี ได้แก่ ข้าวเหนียวหรือข้าวสุกบดละเอียด ปริมาณการใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ตลอดจนปัจจัยอื่น เช่นระยะเวลาหมักเป็นต้น

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการหมัก

มัทนา แสงจินดาวงษ์ (2545) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ควรพิจารณาในการสร้างแบคทีเรียแลกติกในแหนมปลา ซึ่งหลักสำคัญคือต้องให้แบคทีเรียแลกติกเจริญได้อย่างรวดเร็วและสร้างกรดแลกติกทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดลงเป็นผลให้แบคทีเรียชนิดอื่น ๆ ถูกกำจัดออกไปและสามารถสร้างลักษณะที่ต้องการเช่น รสชาติ กลิ่น เป็นต้น ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักแหนมปลามีดังนี้

1. ชนิดและปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมในการหมัก เช่น ข้าวเหนียวหรือข้าวสุก และมีค่าความเป็นกรดด่างและเป็นกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สารอินทรีย์ที่ช่วยในการเจริญของแบคทีเรีย ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ กรดอะมิโนจากเนื้อปลา (สัตว์น้ำ)

3. สภาพไร้อากาศ (anaerobiosis)

4. อุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการหมัก ซึ่งต้องใช้อุณหภูมิค่อนข้างสูงประมาณ 20-35 องศาเซลเซียส

5. ความเข้มข้นของเกลือที่เหมาะสม (3 เปอร์เซ็นต์)

6. ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์และค่าความเป็นกรดด่าง 3.5-4.5

7. ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์สูง เพราะพวกแบคทีเรียแลกติกมีความทนทานต่อคาร์บอนไดออกไซด์

8. สารประกอบอื่นที่เกิดขึ้นมีผลยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแลกติก

9. ปริมาณแบคทีเรียแลกติกในตอนเริ่มต้นควรมีมาก

10.ปริมาณของแบคทีเรียชนิดอื่นที่เป็นคู่แข่งในตอนเริ่มต้นหมักควรมีน้อย

2.2.3 ลักษณะที่ต้องการของแหนมปลา (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547)

2.2.3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องมีการกระจายตัวของส่วนประกอบที่ใช้อย่างสม่ำเสมอ ไม่มีโพรงอากาศ และมีน้ำที่เกิดจากการหมักได้เล็กน้อย

2.2.3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้

2.2.3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติที่เกิดจากการหมักของส่วนประกอบที่ใช้ รสเปรี้ยวพอเหมาะ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นเหม็น รสขม

2.2.3.4 ลักษณะเนื้อ

ต้องแน่น ไม่ยุ่ย เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนน ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 2 คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

2.2.3.5 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

2.2.3.7 ค่าความเป็นกรดด่าง

ต้องไม่เกิน 4.6

2.2.3.8 จุลินทรีย์

ก. *Salmonella* sp. ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. *Staphylococcus aureus* ต้องน้อยกว่า 100 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ค. *Clostridium perfringens* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม

ง. *E. coli* โดยวิธี MPN ต้องน้อยกว่า 10 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

จ. รา ต้องไม่เกิน 2 log CFU/g

2.2.3.9 พยาธิ

ต้องไม่พบ

2.2.3.10 การบรรจุ

วัสดุที่ห่อหุ้มแหนมต้องสะอาด ห่อหุ้มได้เรียบร้อย และป้องกันสิ่งแปลกปลอมได้ โดยส่วนที่สัมผัสกับแหนมต้องไม่มีสีหรือสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ

2.2.4 แหล่งของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์แหนมปลา

2.2.4.1 วัตถุดิบ จุลินทรีย์ที่ติดมากับวัตถุดิบ มีทั้งจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์และโทษ ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อจุลินทรีย์และปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์มากน้อยเพียงใด

2.2.4.2 ภาชนะเครื่องมือเครื่องใช้ ภาชนะเครื่องมือเครื่องใช้ที่ไม่สะอาดและผลิตในสถานที่ที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาล

2.2.4.3 ปริมาณของแบคทีเรียแลกติก ในการหมักแหนมปลาปริมาณของแบคทีเรียแลกติกอาจไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการหมักอย่างสมบูรณ์ได้ ทำให้จุลินทรีย์ชนิดเป็นพิษที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบนั้นสามารถเจริญและสร้างสารพิษก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้

2.2.4.4 พนักงานผู้ผลิตไม่ปฏิบัติตามหลักสุขาภิบาล

2.2.4.5 พฤติกรรมการบริโภคแหนม ผู้บริโภคนิยมบริโภคในรูปแบบแหนมดิบที่ไม่ผ่านความร้อนทำให้ไม่สามารถทำลายหรือลดจำนวนจุลินทรีย์ชนิดเป็นพิษที่ปนเปื้อนในแหนมได้

2.3 การใช้รังสีในการถนอมอาหาร

การฉายรังสีอาหารคือ การนำเอาอาหารที่บรรจุในภาชนะหรือหีบห่อที่เหมาะสมไปผ่านการฉายรังสีแกมมา รังสีเอ็กซ์ หรืออิเล็กตรอน ในห้องกำบังรังสี ด้วยปริมาณรังสีที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ของการฉายรังสี เช่น การฆ่าเชื้อโรคและพยาธิ การยับยั้งการทำลายของแมลง เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา การยับยั้งการงอกและชะลอการสุก (สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. 2541) สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (2534) มีรายงานว่า ในปี พ.ศ.2531 มีประเทศต่าง ๆ ถึง 35 ประเทศยอมรับอาหารฉายรังสีชนิดต่าง ๆ 30 ชนิดด้วยกัน ในระยะแรกนักวิทยาศาสตร์สนใจศึกษารังสีแกมมาในแง่ที่มีผลกระทบต่อชีววัตถุโดยทั่วไป เช่น ศึกษาอันตรายของรังสีดังกล่าวต่อสิ่งมีชีวิต กระบวนการต่าง ๆ ทางสรีระที่เปลี่ยนแปลงไป และศึกษาการใช้รังสีเพื่อชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของพืชและสัตว์ในแง่การเพิ่มผลผลิต คุณภาพ และความต้านทานโรค แต่การศึกษาและวิจัยเพื่อนำรังสีมาใช้ประโยชน์ในการถนอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารนั้นเริ่มจริงจังเมื่อปี พ.ศ. 2483 โดย Procter เป็นบุคคลแรกที่รายงานการเก็บรักษาแฮมเบอร์เกอร์ได้นานขึ้นเมื่อนำไปฉายรังสีเอ็กซ์ ต่อมาอีก 2-3 ปีทางสถาบัน MIT (Massachusetts Institute of Technology) ได้ให้ความสนใจและได้ศึกษาเพิ่มเติม จึงทำให้งานด้านนี้ขยายตัวกว้างขึ้นจนถึงระดับอุตสาหกรรม

ประเทศไทยมีศูนย์ฉายรังสีอาหารและผลิตผลทางการเกษตรขึ้นกับสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ เปิดเป็นทางการตั้งแต่ พ.ศ. 2532 โดยใช้รังสีจากไอโซโทปโคบอลต์-60 ปัจจุบันผู้บริโภคสามารถมั่นใจในความปลอดภัยของอาหารฉายรังสีได้ เนื่องจากมาตรการควบคุมความปลอดภัยในอาหารร่วมกันระหว่างประเทศ ได้แก่ ข้อกำหนดและประกาศขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) องค์การอนามัยโลก (WHO) และทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA) รับรองว่ารังสีที่อาหารที่ได้รับต้องไม่เกิน 10 กิโลเกรย์ (kGray) ไม่มีรังสีตกค้างในอาหาร ไม่ทำให้อาหารนั้นกลายเป็นสารกัมมันตภาพ และมีความปลอดภัยในการบริโภค (สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. 2532)

กระทรวงสาธารณสุข (2529) ได้ระบุการใช้รังสีกับแหนม วัตถุประสงค์เพื่อทำลายพยาธิและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ปริมาณรังสีที่อนุญาตคือ 4 กิโลเกรย์ เกรย์เป็นหน่วยดูดกลืนรังสีกำหนดว่า 1 เกรย์ เท่ากับพลังงานจำนวน 1 จูลที่ถ่ายเทให้กับวัตถุหนัก 1 กิโลกรัม

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (2536) ได้ทำการวิจัย พบว่ารังสีปริมาณ 2 กิโลเกรย์ สามารถทำลายเชื้อโรคท้องร่วง *Salmonella* sp. ที่อาจติดมากับเนื้อที่ใช้ทำแหนมได้ นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของแหนมให้ดีขึ้นอีกด้วย ในด้านพยาธิ คณะสัตวแพทย์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์พบว่า รังสีแกมมาสามารถทำลายพยาธิที่ติดมากับเนื้อสัตว์ได้หมด แหนมที่นำมาฉายรังสีจะต้องผ่านการหมักมาแล้วอย่างน้อย 1 วัน จึงจะได้แหนมฉายรังสีที่มีรสชาติดี ในการฉายรังสีต้องมีการตรวจสอบปริมาณรังสีที่ฉายทุกครั้ง ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าแหนมที่ผ่านการฉายรังสีได้รับปริมาณรังสีตามที่กำหนด แหนมฉายรังสีสามารถเก็บไว้ได้นาน 10 วันที่อุณหภูมิห้องและนาน 2 เดือนในตู้เย็น

2.3.1 ลักษณะของรังสีที่ใช้ในการถนอมอาหาร

รังสีที่ใช้ในการถนอมอาหารนั้นอาจใช้รังสีใดรังสีหนึ่งดังนี้

2.3.1.1 รังสีแกมมา เป็นรังสีที่นิยมใช้มากในการถนอมอาหาร สารที่เป็นต้นกำเนิดรังสีนี้ คือ ไอโซโทปโคบอลต์-60 หรือซีเซียม-137

2.3.1.2 รังสีเอ็กซ์ ได้จากเครื่องผลิตรังสีเอ็กซ์ที่ทำงานด้วยระดับพลังงานที่ต่ำกว่า หรือเท่ากับ 5 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์

2.3.1.3 รังสีอิเล็กตรอน ได้จากเครื่องผลิตรังสีอิเล็กตรอนที่ทำงานด้วยระดับพลังงานที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 10 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยวัดปริมาณรังสีที่เกี่ยวข้องกับอาหารฉายรังสี โดยกำหนดปริมาณรังสีที่อาหารรับไว้ได้ (radiation absorbed dose-rad) ดังนี้

1 แรด (rad) = การดูดกลืนพลังงานรังสี 10 เอิร์ก (ergs) ต่อกรัมของสสาร

1 เกรย์ (Gray) (Gy) = 100 แรด

= 1 จูลต่อกิโลกรัม (J/kg)

1 กิโลเกรย์ (kGray) = 1000 เกรย์

2.3.2 การฉายรังสีเพื่อวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

ปริมาณรังสีที่ใช้ในการถนอมอาหารจะแตกต่างกันตามประเภทของอาหารและวัตถุประสงค์ในการถนอมอาหาร จึงได้มีการจัดแบ่งประเภทของการถนอมอาหารด้วยการฉายรังสีตามข้อตกลงขององค์กร 3 องค์กร คือ องค์กรอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ ทบวงการปรมาณูระหว่างประเทศ และองค์การอนามัยโลกไว้ดังนี้คือ

2.3.2.1 การฉายรังสีระดับปลอดเชื้อ (radappertization หรือ radiation sterliization) เป็นวิธีการถนอมอาหารด้วยรังสีปริมาณสูงอยู่ในช่วง 10-50 กิโลเกรย์ เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ลงให้เหลือน้อยที่สุด เป็นผลให้สามารถเก็บรักษาอาหารได้นานโดยไม่เน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ การฉายรังสีแบบนี้มีการนำมาใช้ในกระบวนการปลอดเชื้อในระดับการค้า และใช้ในการกำจัดไวรัส ปัจจุบันในหลายประเทศได้มีการฉายรังสีเครื่องเทศเป็นการค้าโดยใช้รังสีมากกว่า 10 กิโลเกรย์ เช่น ประเทศเบลเยียม ฮังการี เนเธอร์แลนด์ และสหรัฐอเมริกา

2.3.2.2 การฉายรังสีเพื่อยืดอายุการเก็บ (radurization หรือ radiation pasteurization) อาหาร เช่น อาหารทะเล เนื้อสัตว์ และผลไม้ มีอายุการเก็บรักษาสั้น เสื่อมคุณภาพเร็วเนื่องจากการเจริญของจุลินทรีย์ และจากการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางชีวเคมี การฉายรังสีอาหารทะเลและเนื้อสัตว์ด้วยปริมาณรังสี 1-3 กิโลเกรย์ จะช่วยลดจุลินทรีย์ลงได้หลายเท่า ทำให้เก็บรักษาได้นานขึ้น แต่ต้องใช้ความเย็นร่วมด้วยหลังจากการฉายรังสี

2.3.2.3 การฉายรังสีเพื่อฆ่าเชื้อโรค (radicidation หรือ radiation disinfection) เป็นวิธีการถนอมอาหารด้วยรังสีปริมาณปานกลาง คืออยู่ในช่วง 1-10 กิโลเกรย์เพื่อกำจัดเชื้อโรคชนิดที่ไม่สร้างสปอร์ในอาหาร เป็นผลให้เกิดความปลอดภัยในการบริโภคอาหาร ปัจจุบันได้มีการฉายรังสีเพื่อกำจัดเชื้อโรคในอาหารสัตว์เป็นการค้าในเบลเยียม

2.3.2.4 การฉายรังสีเพื่อกำจัดแมลง (radicidation disinfestation) เป็นวิธีการถนอมอาหารด้วยรังสีปริมาณต่ำอยู่ในช่วงไม่เกิน 1 กิโลเกรย์ เพื่อกำจัดแมลงที่เจาะกินอาหารประเภทธัญพืช ผลไม้ และอื่น ๆ การกำจัดแมลงด้วยวิธีการอื่นที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันคือ การใช้สารเคมีพวก ethylene dibromide (EDB) รมผักและผลไม้เพื่อกำจัดแมลง ในสหรัฐอเมริกาได้มีกฎหมายห้ามใช้สาร EDB รม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผักและผลไม้ในปี 1981 โดย U.S EPA (The United State Environmental Protection Agency) เนื่องจากพบว่าสาร EDB สามารถก่อให้เกิดมะเร็งและเกิดความพิการในรุ่นลูก

2.3.2.5 การฉายรังสีเพื่อยับยั้งการงอก (radicidation sprout inhibition) เป็นวิธีการถนอมอาหารด้วยรังสีปริมาณต่ำอยู่ในช่วงไม่เกิน 1 กิโลเกรย์ เพื่อยับยั้งการงอกของพืชประเภทหัว เช่น หอมหัวใหญ่ มันฝรั่ง ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานกว่า 6 เดือน ปัจจุบันได้มีการฉายรังสีหอมหัวใหญ่และมันฝรั่งเป็นการค้าในประเทศฮังการี อิตาลี ญี่ปุ่น แอฟริกาใต้

กระทรวงสาธารณสุข (2529) ได้ระบุชนิดของอาหาร วัตถุประสงค์ และปริมาณรังสีที่อนุญาตซึ่งได้แสดงในตารางที่ 2.1

110611

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การใช้รังสีกับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

ชนิดของอาหาร	วัตถุประสงค์	ปริมาณรังสีเฉลี่ยสูงสุดที่อนุญาต (กิโลเกรย์)
ไก่	-ยืดอายุการเก็บรักษา	7
	-ลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	7
พุทราแห้ง	-ควบคุมการแพร่พันธุ์ของแมลงระหว่างการเก็บรักษา	1
มะม่วง	-ควบคุมการแพร่พันธุ์ของแมลงระหว่างการเก็บรักษา	1
	-ชะลอการสุก	1
	-ลดปริมาณจุลินทรีย์โดยใช้ร่วมกับการใช้ความร้อน	1
หอมหัวใหญ่	-ยับยั้งการงอก	0.15
มะละกอ	-ควบคุมการแพร่พันธุ์ของแมลง	1
	-ชะลอการสุก	1
มันฝรั่ง	ยับยั้งการงอกในระหว่างการเก็บรักษา	0.15
ถั่ว	-ควบคุมการแพร่พันธุ์ของแมลงในระหว่างการเก็บรักษา	1
ข้าว	-ควบคุมการแพร่พันธุ์ของแมลงในระหว่างการเก็บรักษา	1
เครื่องเทศ	-เพื่อควบคุมการแพร่พันธุ์ของแมลง	1
เครื่องปรุงรสหอมแห้ง	-ลดปริมาณจุลินทรีย์	1
และหอมผง	-ลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	10
สตรอเบอร์รี่	-ยืดอายุการเก็บรักษาโดยการลดจุลินทรีย์ที่ทำให้เสื่อมเสียลงบางส่วน	3
ข้าวสาลีและผลิตภัณฑ์	-ควบคุมการแพร่พันธุ์ของแมลงในระหว่างการเก็บรักษา	1
กุ้งแช่แข็ง	-ลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	5
แหนม	-ทำลายพยาธิและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	4
กระเทียม	-ยับยั้งการงอก	0.15
หมูยอ	-ทำลายพยาธิและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและยืดอายุการเก็บรักษา	5
ไส้กรอก	-ลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	5
ปลาและผลิตภัณฑ์ปลา	-ควบคุมการแพร่พันธุ์ของแมลงในปลาแห้งระหว่างการเก็บรักษา	1
	-ลดปริมาณจุลินทรีย์ในปลาที่บรรจุภาชนะหรือยังไม่บรรจุภาชนะ	2.2

ที่มา : กระทรวงสาธารณสุข (2529)

2.3.3 เครื่องฉายรังสีอาหาร (radiation sources)

เครื่องฉายรังสีอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำเนินงานเกี่ยวกับการฉายรังสีอาหาร การกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอของรังสีเพื่อให้อาหารได้รับรังสีอย่างสม่ำเสมอเป็นเรื่องที่ต้องคำนึงถึงมากในการออกแบบเครื่องฉายรังสี เครื่องมือควรใช้ได้กับผลิตภัณฑ์หลายชนิด ส่วนใหญ่เครื่องฉายรังสีอาหารจะประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญคือ

2.3.3.1 แหล่งกำเนิดของรังสี (radiation sources) เลือกแหล่งให้เหมาะสมว่าจะใช้แบบใด โดยมองในเรื่องของพลังงานที่ออกมาได้ในระดับที่ต้องการใช้อย่างเหมาะสมและระบบเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่ไม่ได้ใช้งาน รวมถึงความปลอดภัยด้วย ตามปกตินิยมเก็บไว้ใต้ดินที่มีคอนกรีตหนาหรืออาจเก็บในบ่อน้ำที่มีความลึกเพียงพอที่จะกำบังรังสีได้

2.3.3.2 ระบบนำอาหารเข้าสู่บริเวณการฉายรังสี โดยทั่วไปนิยมใช้ระบบสายพานให้หมุนไปรอบ ๆ แหล่งกำเนิดรังสี ความเร็วของสายพานต้องอยู่ในอัตราที่เหมาะสมที่จะทำให้การกระจายตัวของรังสีและการดูดซับรังสีของอาหารนั้น ๆ เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในเรื่องนี้ที่ควรคำนึงถึงคือรูปแบบของอาหารที่นำเข้าสู่บริเวณฉายรังสีว่าอยู่ในสภาพที่ไม่ได้บรรจุหีบห่อหรืออยู่ในสภาพที่บรรจุหีบห่อเรียบร้อยและมีลักษณะใด และอาหารที่นำเข้าไปฉายรังสีจะต้องคำนึงถึงความหนาแน่นของอาหารนั้น ๆ ด้วย

2.3.3.3 ระบบควบคุมเรื่องความปลอดภัย นับว่าเป็นเรื่องที่สำคัญมากสำหรับผู้ประกอบการด้านนี้และควรเป็นผู้มีระเบียบวินัยในการปฏิบัติงานอย่างเคร่งครัด เพราะภัยที่เกิดขึ้นมิใช่เฉพาะแต่ผู้ดำเนินงานเท่านั้น ผู้คนภายนอกบริเวณข้างเคียงอาจได้รับภัยได้โดยไม่รู้ตัว

2.3.4 หลักการในการทำลายจุลินทรีย์โดยการฉายรังสี

มีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้องกับการทำลายจุลินทรีย์โดยการฉายรังสีซึ่งได้แก่

2.3.4.1 ชนิดของจุลินทรีย์ จากการศึกษาพบว่าแบคทีเรียแกรมบวกจะทนรังสีได้มากกว่าพวกแกรมลบ พวกที่สร้างสปอร์โดยทั่วไปจะทนต่อรังสีมากกว่าพวกที่ไม่สร้างสปอร์ยกเว้น *Micrococcus radiodurans* ซึ่งทนรังสีได้มากที่สุด ในพวกแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ พบว่า *Bacillus larvae* จะทนรังสีได้มากที่สุด ในบรรดาแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ที่ต้องการออกซิเจน และ *Clostridium botulinum type A* จะทนต่อรังสีได้ดีกว่า *Clostridium* ชนิดอื่น ๆ นอกจากพวก *Micrococcus radiodurans* แล้วจะพบว่ามีแบคทีเรียที่ทนต่อรังสีได้ดีคือ *Streptococcus faecalis, Micrococci* และพวก *Homofermentative lactobacilli* ส่วนแบคทีเรียที่มีความไวต่อรังสีได้แก่กลุ่ม *Pseudomonas* และ *Flavobacteria* ราและยีสต์จะทนต่อรังสีได้มากกว่าพวกแบคทีเรียแกรมบวก แต่ยีสต์จะทนต่อรังสีได้มากกว่ารา

2.3.4.2 จำนวนของจุลินทรีย์ ถ้าจุลินทรีย์มีจำนวนมากจะถูกทำลายได้ยากกว่าเมื่อมีจำนวนน้อย

2.3.4.3 ส่วนประกอบของอาหาร ปกติจุลินทรีย์จะมีความไวต่อรังสีเมื่ออยู่ในสารละลายบัฟเฟอร์มากกว่าอยู่ในอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน โดยโปรตีนจะมีสมบัติในการป้องกันรังสีได้เช่นเดียวกับความร้อนและสารเคมี

2.3.4.4 ออกซิเจน จุลินทรีย์จะทนต่อรังสีได้ดีถ้าไม่มีออกซิเจน เช่น เมื่อนำออกซิเจนออกจากซัสเพนชันของ *E. coli* พบว่าทำให้ *E. coli* ทนรังสีได้เพิ่มขึ้นถึง 3 เท่า

2.3.4.5 ลักษณะทางกายภาพ เซลล์ที่แห้งจะทนต่อรังสีได้ดีกว่าเซลล์ที่เปียก เซลล์ที่อยู่ในสภาพเยือกแข็งจะทนต่อรังสีได้ดีกว่าเซลล์ที่อยู่ในสภาพปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.6 อายุของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์จะทนต่อรังสีได้มากที่สุดเมื่ออยู่ใน lag phase ก่อนที่จะแบ่งเซลล์ และจะมีความไวหรืออ่อนแอต่อรังสีเมื่อเข้าสู่ logarithmic phase

2.3.5 ผลของการฉายรังสี

2.3.5.1 ผลของรังสีที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีของอาหาร

2.3.5.1.1 ผลของการฉายรังสีที่มีต่อน้ำ อาหารส่วนใหญ่จะมีน้ำเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นในการฉายรังสีอาหาร การเปลี่ยนแปลงของน้ำจึงมีความสำคัญต่อการฉายรังสี เมื่อฉายรังสีแกมมาแก่น้ำจะเกิดการแตกตัวเป็นอนุมูลอิสระ เกิด intermediate product ที่สำคัญ 3 ชนิด คือ

1. Hydrate electron ซึ่งเป็น reducing agent
2. Hydroxyl radical (OH°) ซึ่งเป็น oxidizing agent
3. Hydrogen atom (H°) ซึ่งเป็น oxidizing agent และ reducing agent

อนุมูลอิสระเหล่านี้จะเกิดอยู่ในเวลาที่น้อยกว่า 10^{-11} วินาที และจะทำปฏิกิริยากับสารประกอบอื่นหรือสลายไป

2.3.5.1.2 ผลของการฉายรังสีต่อองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรต ผลของรังสีแกมมาจะทำให้องค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลเล็กเหล่านี้แตกตัวต่างกันไป สารประกอบที่เป็น polysaccharide จะแตกตัวเป็นน้ำตาลโมเลกุลเล็กลง และน้ำตาลเหล่านี้จะแตกตัวต่อไปเป็นสารประกอบอื่น ๆ เช่น กรด อัลดีไฮด์ แอลกอฮอล์ เป็นต้น

2.3.5.1.3 ผลของรังสีที่มีต่อไขมัน รังสีจะทำให้เกิดการแตกตัวของโครงสร้างที่พันธะ C-C C=C C≡C ของกรดไขมัน กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวจะถูกทำลายง่ายกว่ากรดไขมันที่อิ่มตัว และหากในสภาพแวดล้อมที่มีออกซิเจนจะเกิดสารพวกเพอร์ออกไซด์ ซึ่งกระบวนการที่เกิดขึ้นนี้คล้ายกับการเกิด autoxidation ของกรดไขมันในการเกิดการหืนตามธรรมชาติ

ศรัณยา เปียแดง (2528) ศึกษาอายุการเก็บหมูยอที่ผ่านการฉายรังสี พบว่า ตัวอย่างที่ผ่านการฉายรังสีเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ค่า TBA จะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และเพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 3.47 มิลลิกรัมของมัลโลนัลดีไฮด์ต่อ 1,000 กรัมของหมูยอ และพบว่าค่า TBA อาจไม่ได้เพิ่มขึ้นจากการฉายรังสีโดยตรง อรวรรณ เลาหสินนุรักษ์ (2544) พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า TBA ของส้มฟักในระหว่างการเก็บรักษาที่ 28-30 องศาเซลเซียส และ 4 องศาเซลเซียส จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในทุกตัวอย่างที่ฉายรังสีและมีปริมาณสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ได้ฉายรังสี และพบว่าส้มฟักที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่า TBA สูงกว่าส้มฟักที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แต่ยังอยู่ในช่วงยอมรับได้คือไม่เกิน 20 มิลลิกรัมของมัลโลนัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม

2.3.5.1.4 ผลของรังสีที่มีต่อวิตามิน วิตามินเป็นสารอาหารที่ร่างกายต้องการ ในกรรมวิธีการถนอมอาหารต่าง ๆ นั้นมีการเปลี่ยนแปลงของวิตามินในด้านคุณภาพ วิตามินทุกชนิดมีความไวต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รังสีมากกว่าสารอาหารอื่น ทั้งที่ละลายในน้ำและละลายในไขมัน โดยที่วิตามินละลายในน้ำจะมีความไวต่อรังสีมากกว่า

2.3.5.1.5 ผลของรังสีที่มีต่อโปรตีน การฉายรังสีโปรตีนจะเกิด deamination การแตกตัวของเปปไทด์ (peptide) และไดซัลไฟด์บอนด์ (disulfide bond) และให้สารประกอบไนโตรเจนที่มีขนาดเล็กลง เช่น แอมโมเนีย อัลดีไฮด์ เป็นต้น

2.3.5.2 ผลของรังสีที่มีต่อจุลินทรีย์

จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีความต้านทานต่อรังสีแตกต่างกัน (International Atomic Energy Anency. 1982) รังสีแกมมาจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ทั้งจากผลของรังสีโดยตรงและโดยทางอ้อม ทำให้องค์ประกอบและสภาพแวดล้อมของจุลินทรีย์เปลี่ยนไป ซึ่งจะเป็นผลให้กิจกรรมเพื่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ เช่น การหายใจ การเคลื่อนที่ กิจกรรมทางชีวเคมีเปลี่ยนหรือหยุดดำเนินกิจกรรม ซึ่งในปริมาณรังสีที่มากพอจะทำให้จุลินทรีย์ตายไปในที่สุด (มานิต กิ่งทอง. 2547) รังสีสามารถทำลายจุลินทรีย์โดยเฉพาะพวกแกรมบวก เช่น *Salmonella* sp. ได้ง่าย สำหรับแบคทีเรียที่สร้างสปอร์อาจต้องใช้ปริมาณรังสีสูง รังสีปริมาณต่ำสามารถฆ่าแมลงและพยาธิ หรือหยุดการเจริญของเชื้อรา

2.3.5.3 ผลของรังสีต่อการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัส

การฉายรังสีทำให้กลิ่น สี และเนื้อสัมผัสของอาหารเปลี่ยนแปลงไปได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ปริมาณรังสีที่ใช้ และอุณหภูมิขณะฉายรังสี ดังนั้นปริมาณรังสีที่เหมาะสมสำหรับอาหารแต่ละชนิดจึงแตกต่างกันออกไป การฉายรังสีอาหารตามปริมาณที่กำหนดจะไม่ทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหารเปลี่ยนแปลงไปจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การใช้รังสีในการถนอมอาหารไม่สามารถใช้ได้กับอาหารทุกชนิด เพราะอาจมีการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรส สี และลักษณะเนื้อของอาหารนั้น ๆ เช่น น้ำนมไม่เหมาะที่จะนำมาฉายรังสี เนื่องจากจะเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ได้อย่างรวดเร็ว

2.3.6 ความปลอดภัยในการบริโภคอาหารฉายรังสี

อาหารฉายรังสีได้รับการยอมรับว่ามีความปลอดภัยต่อการบริโภค โดยเมื่อ พ.ศ. 2523 Join Expert Committee on Wholesomeness of Irradiated Food ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยองค์การอนามัยโลก องค์การอาหารเกษตรแห่งสหประชาชาติและทบวงปรมาณูระหว่างประเทศ ได้มีความเห็นร่วมกันว่าอาหารฉายรังสีในปริมาณไม่เกิน 10 กิโลเกรย์ มีความปลอดภัยต่อการบริโภคโดยไม่ต้องทดสอบความปลอดภัย (กองวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2529)

การศึกษาการใช้รังสีกับอาหารเป็นการเสนอทางเลือกวิธีการถนอมอาหาร สามารถที่จะใช้ทดแทนหรือลดปริมาณการใช้สารเคมีอันมีแนวโน้มที่จะเกิดพิษต่อมนุษย์ เช่นการลดใช้ไนไตรท์ในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ ซึ่งมีแนวโน้มจะเกิดสารไนโตรซามีนและทำให้เกิดมะเร็งในผู้บริโภค ทดแทนการใช้สารเคมีรมควันเพื่อฆ่าแมลงในธัญพืช ผัก และผลไม้ ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ถึงแม้การฉาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รังสีอาหารจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอาหาร แต่อาหารฉายรังสีก็ยังไม่ได้รับการยอมรับในตลาด เนื่องจากการยอมรับของผู้บริโภคยังอยู่ในวงจำกัด นอกจากนั้นการผลิตอาหารฉายรังสีและเทคโนโลยีนิวเคลียร์ก็สร้างความกลัวให้แก่ประชาชนด้วย ปัญหาที่ผู้บริโภคบางส่วนไม่ยอมรับอาหารฉายรังสีมีดังนี้

1. ผู้บริโภคคิดว่ามีการปนเปื้อนของสารรังสีในอาหารฉายรังสี

2. ผู้บริโภคมีความฝังใจอยู่กับผลของระเบิดปรมาณูว่าน่าจะเหมือนกับในอาหารฉายรังสี

3. ผู้บริโภคไม่มั่นใจว่าอาหารฉายรังสีจะปลอดภัยต่อคน เพราะว่าผลการทดลองที่เกี่ยวกับความปลอดภัยนั้นกระทำในสัตว์ทดลอง

4. ผู้บริโภคคิดว่าแหล่งกำเนิดรังสีที่ใช้คือ ไอโซโทปโคบอลต์-60 และซีเซียม-137 นั้นเป็นกากที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู ซึ่งความจริงแล้วสารทั้งสองไม่ได้เป็นกาก แต่เป็นสารที่ผลิตออกมาเพื่อใช้งาน

5. ความปลอดภัยในโรงงานฉายรังสีอาจมีไม่พอ

6. การขนส่งสารรังสีอาจมีความปลอดภัยไม่เพียงพอ

7. ผู้บริโภคไม่ทราบว่าอาหารใดได้ผ่านการฉายรังสีหรือไม่ เพราะไม่สามารถพิสูจน์ได้ง่าย

8. อาหารฉายรังสีมีราคาสูงกว่าอาหารปกติ เนื่องจากราคาของเทคโนโลยีที่เพิ่มเข้าไป

การให้ข้อมูลเกี่ยวกับอาหารฉายรังสีรวมทั้งการแสดงฉลากที่ชัดเจนทำให้ผู้บริโภคมีทัศนคติต่ออาหารฉายรังสีดีขึ้น ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์ และคณะ (2531) พบว่า ราคาของอาหารฉายรังสีที่สูงกว่าอาหารปกติไม่เป็นปัญหาต่อผู้บริโภคในการที่จะซื้ออาหารฉายรังสี เนื่องจากผู้บริโภคซื้ออาหารฉายรังสีเพราะคุณภาพของอาหารฉายรังสีดีกว่าไม่ฉายรังสี

อาหารหมักในประเทศไทยที่ได้มีการวิจัยนำมาฉายรังสีและนำออกจำหน่ายได้แก่ แหนม โดยการฉายรังสีแหนมมีจุดประสงค์เพื่อทำลายพยาธิและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคโดยใช้ปริมาณรังสีไม่เกิน 4 กิโลเกรย์ โดยที่สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสของแหนมไม่เปลี่ยนแปลง (โกวิทย์ นุชประมูล และ ไพศาล เลาห์เรณู. 2517) และสำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับอาหารหมักฉายรังสีที่ยังไม่ได้มีการนำออกจำหน่ายสู่ท้องตลาด ได้แก่ ไส้กรอกเปรี้ยวไทยฉายรังสี อรวัลภ์ สุขสุเดช (2540) รายงานว่าไส้กรอกเปรี้ยวไทยเมื่อฉายรังสีโดยใช้รังสีแกมมาปริมาณ 2 กิโลเกรย์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาไส้กรอกเปรี้ยวไว้ได้ 18 วัน

2.3.7 ประโยชน์ของการฉายรังสีอาหาร

2.3.7.1 ลดการสูญเสียคุณค่าของอาหาร

2.3.7.2 เสริมสร้างหลักประกันด้านความสะอาด ปลอดภัยจากเชื้อโรค พยาธิ และสารเคมี ทำให้สุขภาพอนามัยของประชาชนดีขึ้น

2.3.7.3 ยืดอายุการเก็บรักษาและการวางตลาด ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7.4 ประหยัดพลังงาน พลังงานจากการฉายรังสีที่ 10 กิโลเกรย์ เทียบเท่าได้กับพลังงานจากความร้อนที่ใช้ทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นเพียง 2-4 องศาเซลเซียสเท่านั้น

2.3.7.5 ไม่ทำให้ลักษณะภายนอกเปลี่ยนแปลง โดยก่อนการฉายรังสีและหลังการฉายรังสียังคงเหมือนเดิม

2.3.7.6 ขยายตลาดการค้า ทำให้สามารถส่งไปจำหน่ายในท้องที่ห่างไกลจากแหล่งผลิตได้มากขึ้น

2.3.7.7 ลดปัญหาการถูกกักกัน ทำให้ภาพลักษณ์ของสินค้าดีขึ้น

2.3.7.8 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเป็นไปตามกำหนดมาตรฐาน เป็นการส่งเสริมการส่งออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1.1	เครื่องปั่นแหนม	Serman	อิตาลี
3.1.2	เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง	Mettler AJ 100	สวิตเซอร์แลนด์
3.1.3	เครื่องมือวัดค่า pH	Suntex , SP-701	ญี่ปุ่น
3.1.4	ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ	Sanyo	ญี่ปุ่น
3.1.5	เครื่อง spectrophotometer	Shimadzu UV-1601	ญี่ปุ่น
3.1.6	ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)	Memmert	เยอรมนี
3.1.7	ตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubator)	Memmert	เยอรมนี
3.1.8	หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)	Tomy SS-320	ญี่ปุ่น
3.1.9	เครื่องตีป่นอาหาร	Seward 400	อังกฤษ
3.1.10	อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ	Memmert	เยอรมนี
3.1.11	ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar flow)	Astec microflow AS1200A	อังกฤษ

3.1.12 หลอดทดลองขนาด 16 x 150 มม. และฝาปิดหลอดทดลอง

3.1.13 จานเพาะเชื้อ

3.1.14 บีกเกอร์ขนาด 50 100 600 และ 1000 มล.

3.1.15 ปิเปตขนาด 0.1 และ 1 มล.

3.1.16 ขวดรูปชมพู่

3.1.17 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.1.18 เตาแก๊ส

3.1.19 แท่งแก้วคน

3.1.20 ตะแกรงสำหรับใส่หลอดทดลอง

3.1.21 ช้อนตักสาร

3.1.22 ถุงพลาสติกขนาด 3 x 4 นิ้ว

3.1.23 ลูกยาง

3.1.24 บิวเรตพร้อมขาตั้ง

3.1.25 เตาหลุม

3.1.26 ชุดกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วัตถุดิบ

3.2.1 ปลาดุกและปลานิล	ตลาดสดหัวตะเข้
3.2.2 ข้าวเหนียว	ตลาดสดหัวตะเข้
3.2.3 กระเทียม	ตลาดสดหัวตะเข้
3.2.4 พริกขี้หนู	ตลาดสดหัวตะเข้
3.2.5 หนังหมู	ตลาดสดหัวตะเข้
3.2.6 เกลือ	ตลาดสดหัวตะเข้

3.3 สารเคมี

3.3.1 สารเคมีที่ใช้ในการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA), น้ำเกลือ 0.85 เปอร์เซ็นต์, Lauryl sulphate tryptose broth (LSTB), Lactose broth (LB), EC broth, Eosin methylene blue (EMB) agar, Triple sugar ion agar (TSI), Tryptone broth, MR-VP medium, Trypicase soy broth (TSB), Tetrathionate broth (TTB), Iodine solution, Selenite cystine broth (SCB), Salmonella Shigella (SS) agar, Xylose-Lysine-Desoxycholate (XLD) agar, Lysine Indole Motility (LIM) medium, Trypicase soy agar (TSA), Agglutinating antiserum (polyvalent) A-67

3.3.2 สารเคมีสำหรับตรวจวัดค่า TBA ได้แก่ TBA reagent 4M Hydrochloric acid

3.3.3 สารเคมีสำหรับการหาปริมาณกรดทั้งหมดที่สามารถไทเทรตได้ ได้แก่ 0.1 N sodium hydroxide potassium hydrogen phthalate และ phenolphthalein

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 กระบวนการผลิตแหนมปลาดุกและปลานิล

ล้างทำความสะอาดปลาด้วยน้ำสะอาด แล่เอาแต่เนื้อ นำไปแช่เย็น 1 ชั่วโมง ปั่นกระเทียมและข้าวเหนียวให้ละเอียด ใส่เนื้อปลา ตามด้วยเกลือ ปั่นให้เข้ากันโดยปั่นครั้งละ 20 วินาทีแล้วหยุด ทำเช่นนี้ 6 ครั้ง ใส่หนังหมูต้มสุก ปั่น 1 นาที ตักออกใส่อ่างผสม บรรจุใส่ถุงพลาสติกขนาด 3 x 4 นิ้ว ก้อนละ 25 กรัม พร้อมด้วยพริกขี้หนู 1 เม็ด ไล่อากาศออกให้หมด รัดด้วยหนังยางให้ได้ลักษณะเป็นตุ้ม ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 2 วัน

3.4.2 ศึกษาผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลาเมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน

3.4.2.1 แหนมปลาดุก

เตรียมแหนมจากปลาดุกตามกระบวนการในข้อ 3.4.1 แบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งนำไปฉายรังสีในปริมาณ 4 กิโลเกรย์ อีกส่วนหนึ่งไม่ฉายรังสี หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปเก็บที่อุณหภูมิต่างกัน คือ เก็บที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) และในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดตามการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ โดยแหนมปลาดุกที่เก็บรักษาในตู้เย็นวิเคราะห์ทุก 3 วัน ส่วนแหนมปลาดุกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องวิเคราะห์ทุก 2 วันในด้าน

3.4.2.1.1 ค่า TBA (Kirk and Sawyer. 1991)

3.4.2.1.2 ปริมาณกรดแลกติก (AOAC. 2000)

3.4.2.1.3 ค่าความเป็นกรดด่าง (AOAC. 2000)

3.4.2.1.4 ปริมาณยีสต์และรา (AOAC. 2000)

3.4.2.1.5 ปริมาณ coliform (AOAC. 2000)

3.4.2.1.6 ปริมาณ feacal coliform (AOAC. 2000)

3.4.2.1.7 ปริมาณ *E. coli* (AOAC. 2000)

3.4.2.1.8 ปริมาณ *Salmonella sp.* (AOAC. 2000)

3.4.2.1.9 พยาธิ ตรวจด้วยวิธี Digestive method ส่งตรวจที่ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

3.4.2.1.10 ทดสอบทางประสาทสัมผัส ในด้าน ลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนน 5 ระดับ ใช้ผู้ทดสอบซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่และนักศึกษาในคณะอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 20 คน และจะหยุดทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสหากมีลักษณะใดลักษณะหนึ่งมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 2 โดยดัดแปลงเกณฑ์การให้คะแนนจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ของแหนมปลา (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547)

ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองจากตัวอย่างที่เก็บแต่ละอุณหภูมิในข้อ 3.4.2.1.1-3.4.2.1.3 โดยใช้แผนการทดลองแบบ Split-plot Design โดย main plot เป็นระยะเวลาการเก็บและ sub plot เป็นการฉายรังสี ส่วนผลการทดลองข้อ 3.4.2.1.10 ใช้แผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงคะแนนการทดสอบจากผู้ทดสอบระหว่างการเก็บ การวิเคราะห์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อศึกษาผลของการฉายรังสีต่อสมบัติด้านต่าง ๆ ของแหนมปลาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน

3.4.2.2 แหนมปลานิล

เตรียมแหนมจากปลานิลแล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งนำไปฉายรังสีในปริมาณ 4 กิโลเกรย์ อีกส่วนหนึ่งไม่ฉายรังสี และแบ่งเก็บที่ 2 อุณหภูมิ ติดตามการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์โดยแหนมปลานิลที่เก็บรักษาในตู้เย็นวิเคราะห์ทุก 3 วัน ส่วนแหนมปลานิลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องวิเคราะห์ทุก 2 วันในด้านต่าง ๆ รวมทั้งวิเคราะห์ผลเช่นเดียวกับข้อ 3.4.2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลาดุกและต่อการเก็บรักษาแหนมปลานิล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษาผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลาดุก

จากการนำตัวอย่างแหนมปลาดุกที่ทิ้งไว้ 2 วันหลังจากผลิต แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำไปฉายรังสี 4 กิโลเกรย์ นำไปเก็บรักษาที่ 2 อุณหภูมิคือ เก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) ส่วนที่ 2 เป็นตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี เก็บรักษาที่ 2 อุณหภูมิเช่นกัน ติดตามการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ด้วยการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ จุลินทรีย์ และทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างที่เก็บไว้แต่ละอุณหภูมิ โดยแหนมปลาดุกที่เก็บรักษาในตู้เย็นวิเคราะห์ทุก 3 วัน ส่วนแหนมปลาดุกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องวิเคราะห์ทุก 2 วัน

4.1.1 ผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลาดุกในตู้เย็น

4.1.1.1 การวิเคราะห์ด้านคุณภาพทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลาดุกที่ฉายรังสี 4 กิโลเกรย์และไม่ฉายรังสี เก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 p-value จากการวิเคราะห์ทางสถิติของระยะเวลาเก็บและสภาวะฉายรังสีรวมทั้งอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส)

SOV	p-value		
	ค่า TBA	ปริมาณกรดแลกติก	ค่าความเป็นกรดด่าง
ระยะเวลาเก็บ	0.000*	0.000*	0.000*
สภาวะฉายรังสี	0.000*	0.000*	0.000*
ระยะเวลาเก็บ x สภาวะฉายรังสี	0.000*	0.000*	0.000*

หมายเหตุ * หมายถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าปัจจัยหลักทั้งสองคือระยะเวลาเก็บและสภาวะฉายรังสี รวมทั้งอิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัยนี้มีผลทำให้ค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลของระยะเวลาเก็บที่มีผลต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลาดุกฉายรังสี 4 กิโลเกรย์และไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลของระยะเวลาเก็บต่อค่า TBA ค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณกรดแลกติกของแหนมปลาดุก เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส)

ระยะเวลา (วัน)	ค่า TBA (มก. มัลโลนัลดีไฮด์/กก.)	ปริมาณกรดแลกติก (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความเป็นกรดด่าง
0	4.58 ± 0.10^{f}	1.18 ± 0.04^{e}	4.67 ± 0.04^{a}
3	4.62 ± 0.10^{f}	1.19 ± 0.05^{e}	4.66 ± 0.05^{a}
6	4.65 ± 0.09^{f}	1.20 ± 0.06^{e}	4.66 ± 0.05^{ab}
9	4.66 ± 0.10^{f}	1.22 ± 0.07^{de}	4.64 ± 0.06^{abc}
12	4.72 ± 0.10^{f}	1.22 ± 0.07^{cde}	4.62 ± 0.07^{abcd}
15	4.76 ± 0.11^{ef}	1.23 ± 0.07^{cde}	4.60 ± 0.06^{abcd}
18	4.79 ± 0.11^{ef}	1.29 ± 0.08^{bcde}	4.58 ± 0.08^{abcd}
21	4.84 ± 0.10^{ef}	1.30 ± 0.09^{abcde}	4.56 ± 0.08^{abcd}
24	4.97 ± 0.17^{def}	1.31 ± 0.09^{abcde}	4.54 ± 0.10^{abcd}
27	5.04 ± 0.14^{def}	1.31 ± 0.09^{abcde}	4.53 ± 0.10^{abcd}
30	5.27 ± 0.17^{def}	1.33 ± 0.10^{abcde}	4.53 ± 0.10^{abcd}
33	5.43 ± 0.31^{cde}	1.33 ± 0.09^{abcd}	4.51 ± 0.11^{bcd}
36	5.68 ± 0.49^{bcd}	1.35 ± 0.09^{abc}	4.51 ± 0.10^{bcd}
39	5.76 ± 0.53^{abc}	1.36 ± 0.09^{abc}	4.49 ± 0.10^{cd}
42	5.87 ± 0.55^{ab}	1.38 ± 0.10^{ab}	4.49 ± 0.11^{cd}
45	6.00 ± 0.60^{a}	1.38 ± 0.10^{ab}	4.48 ± 0.12^{d}
48	6.17 ± 0.63^{a}	1.39 ± 0.11^{a}	4.48 ± 0.12^{d}

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ค่า TBA จะเพิ่มมากขึ้น คาดว่าอาจเกิดจากผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเนื้อปลาเนื่องจากปลาดุกเป็นปลาชนิดที่มีปริมาณไขมันสูง คือ 8-20 กรัม/100 กรัม (เอื้อมพร แสงสุวรรณ. 2549)

ในการวิเคราะห์ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่างพบว่า เมื่อระยะเวลาเก็บรักษามากขึ้น ปริมาณกรดแลกติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความเป็นกรดด่างลดลง เนื่องจากในระหว่างการเก็บ จะมีการสร้างกรดแลกติกขึ้นโดยจุลินทรีย์สร้างกรดแลกติก ทำให้แหนมมีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นและทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดลง (จารุวรรณ มณีศรี. 2551)

ผลของสภาวะการฉายรังสีต่อค่า TBA ค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณกรดแลกติกของแหนมปลาดุก เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลของการฉายรังสี ต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลาดุก เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน

สภาวะการฉายรังสี	ค่า TBA (มก. มัลโลนัลดีไฮด์/กก.)	ปริมาณกรดแลกติก (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความเป็นกรดด่าง
ไม่ฉายรังสี	4.94 ± 0.37^{b}	1.36 ± 0.09^{a}	4.49 ± 0.09^{b}
ฉายรังสี 4 กิโลเกรย์	5.39 ± 0.71^{a}	1.22 ± 0.06^{b}	4.63 ± 0.05^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

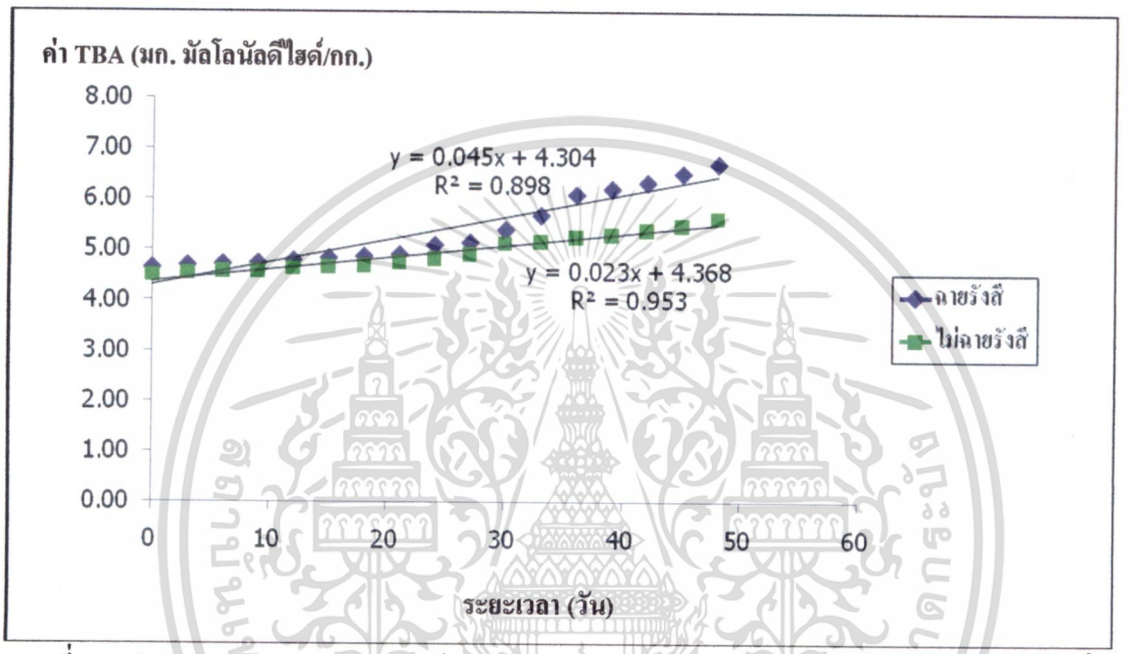
จากตารางที่ 4.3 จะเห็นว่า การฉายรังสีมีผลทำให้ค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในด้านค่า TBA พบว่า ตัวอย่างที่ฉายรังสีมีค่า TBA สูงกว่าแหนมที่ไม่ผ่านการฉายรังสี เนื่องจากการฉายรังสีจะเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (Ahn and Nam. 2004)

ด้านปริมาณกรดแลกติก พบว่าตัวอย่างที่ฉายรังสีมีปริมาณกรดแลกติกน้อยกว่าตัวอย่าที่ไม่ฉายรังสี เนื่องจากการฉายรังสีมีผลทำให้แบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติกลดจำนวนลดลงและอยู่ในสภาวะที่อ่อนแอ จึงทำให้สร้างกรดแลกติกได้น้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ได้ฉายรังสี ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ อรวรรณ เลาหสินนุรักษ์ (2544) ซึ่งพบว่า ส้มฟักที่ไม่ฉายรังสีมีปริมาณกรดแลกติกเพิ่มขึ้นในอัตราสูงกว่าส้มฟักที่ฉายรังสี โดยส้มฟักที่ฉายรังสี 2 และ 4 กิโลเกรย์ มีปริมาณกรดแลกติกเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านค่าความเป็นกรดด่าง พบว่า ตัวอย่างที่ฉายรังสีมีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างนี้จะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดแลกติก ตัวอย่างที่มีปริมาณกรดแลกติกน้อยกว่าจึงมีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่า

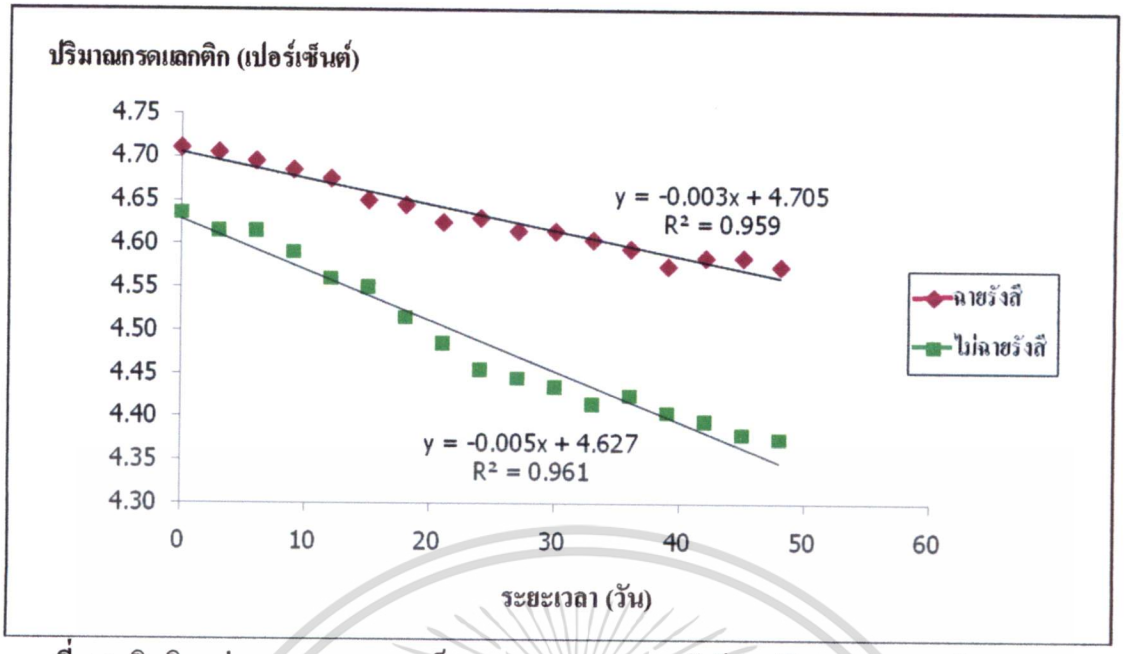
ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาและการฉายรังสีผลิตภัณฑ์แหนมปลาดุก ต่อค่า TBA ค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณกรดแลกติก เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) แสดงในภาพที่ 4.1 ถึง 4.3



ภาพที่ 4.1 อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อค่า TBA ของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน

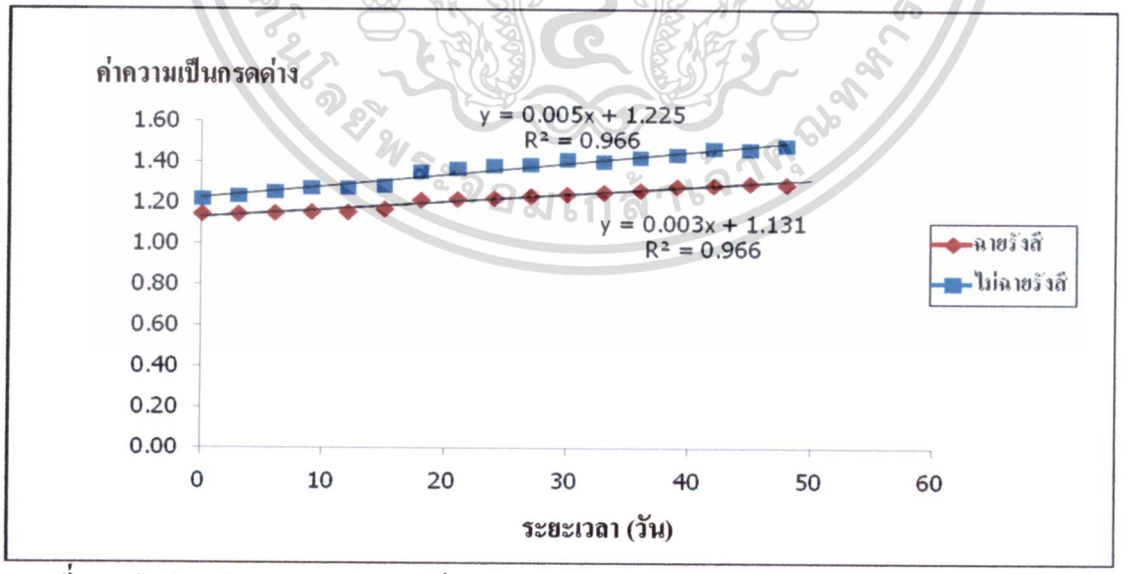
จากภาพที่ 4.1 พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีมีผลทำให้ค่า TBA ของแหนมปลาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างที่ฉายรังสีจะมีอัตราการเพิ่มสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อปริมาณกรดแลกติก ของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน

จากภาพที่ 4.2 พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีมีผลทำให้ปริมาณกรดแลกติกในแหนมปลาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณกรดแลกติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างที่ฉายรังสีจะมีอัตราการเพิ่มต่ำกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี



ภาพที่ 4.3 อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.3 พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บรักษามากขึ้น ค่าความเป็นกรดด่างมีแนวโน้มลดลง โดยตัวอย่างที่ฉายรังสีจะอัตราการลดต่ำกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี

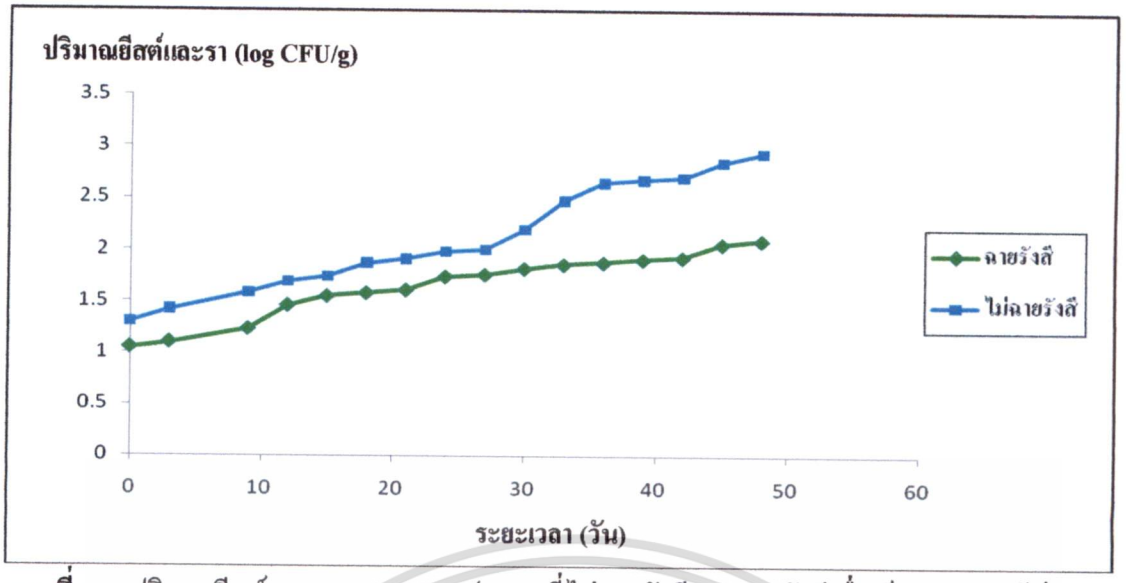
4.1.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์

การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และราของแหนมปลาดุกที่ไม่ฉายรังสี และที่ฉายรังสีเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) แสดงดังตารางที่ 4.4 เมื่อนำผลที่ได้มาเขียนกราฟแสดงดังภาพที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลาดุกที่ไม่ฉายรังสีและที่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส)

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g)	
	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี
0	ไม่พบ	1.3
3	ไม่พบ	1.42
6	1.05	1.58
9	1.1	1.69
12	1.23	1.74
15	1.46	1.87
18	1.55	1.91
21	1.58	1.98
24	1.61	2.00
27	1.74	2.20
30	1.76	2.48
33	1.82	2.65
36	1.86	2.68
39	1.88	2.71
42	1.91	2.85
45	1.93	2.94
48	2.06	3.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลาดุกที่ไม่ฉายรังสีและฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน

จากตารางที่ 4.4 พบว่าหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 24 วัน แหนมปลาดุกไม่ฉายรังสีเก็บรักษาในตู้เย็น มีค่า log CFU/g ของปริมาณยีสต์และราเท่ากับ 2.00 ซึ่งเท่ากับปริมาณสูงสุดที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 471/2547) เรื่องแหนมปลา (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547) คือ 2.00 ในขณะที่แหนมปลาดุกฉายรังสี หลังจากเก็บไว้ 45 วัน มีค่า log CFU/g ของปริมาณยีสต์และราเท่ากับ 1.93 ซึ่งยังไม่เกินปริมาณสูงสุดที่กำหนดไว้ ดังนั้น เมื่อพิจารณาด้านปริมาณยีสต์และรา แหนมไม่ฉายรังสีจะเก็บไว้ได้ 24 วันในขณะที่แหนมฉายรังสีจะเก็บได้ 45 วัน จากภาพที่ 4.4 พบว่าตลอดการเก็บรักษา ปริมาณยีสต์ละรามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งในแหนมปลาดุกที่ฉายรังสีและไม่ฉายรังสี แต่การเพิ่มปริมาณในแหนมไม่ฉายรังสีจะมีอัตราสูงกว่า

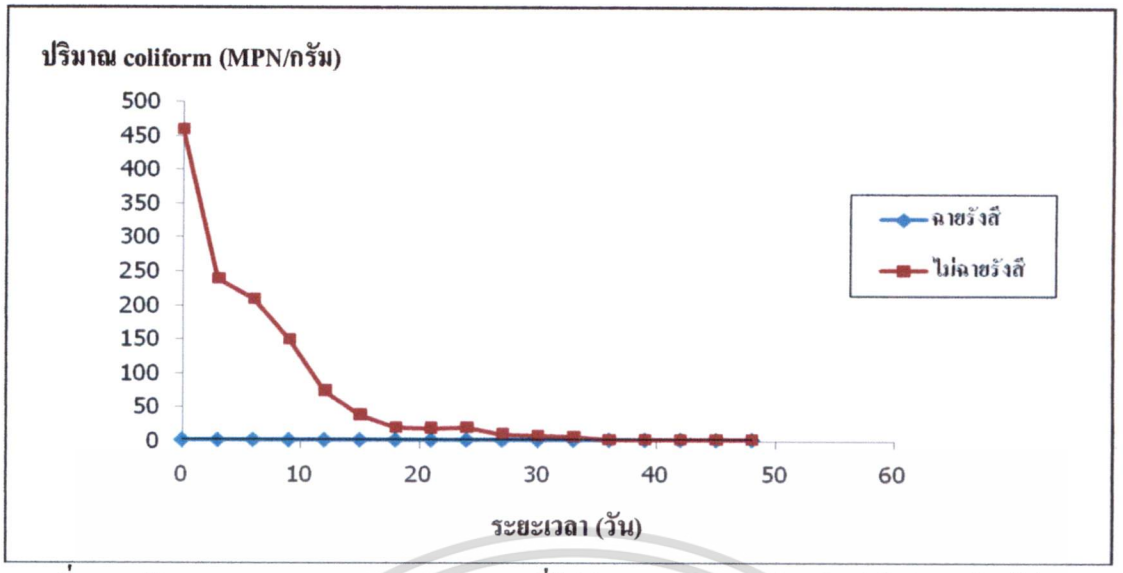
การเปลี่ยนแปลงปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* ของแหนมปลาดุกที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสี เก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) ได้ผลดังตารางที่ 4.5 เมื่อนำผลที่ได้มาเขียนกราฟ แสดงดังภาพที่ 4.5 ถึง 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

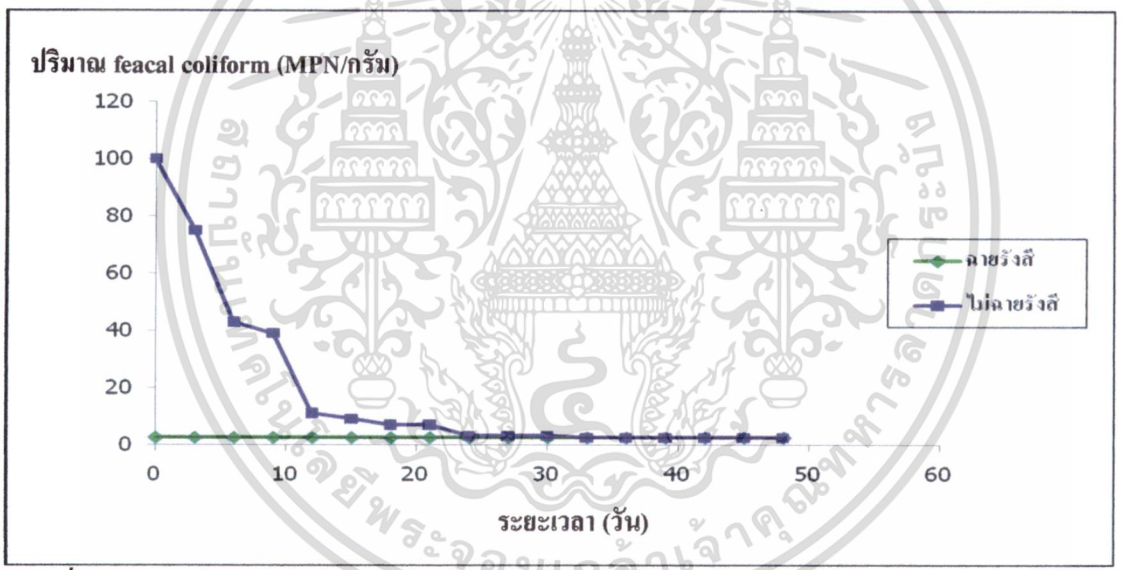
ตารางที่ 4.5 ปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* ของแหนมปลาดุกที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสี เก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส)

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	coliform (MPN/กรัม)		feacal coliform (MPN/กรัม)		*E. coli* (MPN/กรัม)	
	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี
0	< 3	460	< 3	100	< 3	6
3	< 3	210	< 3	75	< 3	6
6	< 3	240	< 3	39	< 3	6
9	< 3	150	< 3	43	< 3	6
12	< 3	75	< 3	11	< 3	3
15	< 3	39	< 3	9	< 3	3
18	< 3	21	< 3	7	< 3	3
21	< 3	20	< 3	7	< 3	3
24	< 3	21	< 3	3	< 3	< 3
27	< 3	11	< 3	3	< 3	< 3
30	< 3	9	< 3	3	< 3	< 3
33	< 3	7	< 3	< 3	< 3	< 3
36	< 3	3	< 3	< 3	< 3	< 3
39	< 3	3	< 3	< 3	< 3	< 3
42	< 3	3	< 3	< 3	< 3	< 3
45	< 3	3	< 3	< 3	< 3	< 3
48	< 3	3	< 3	< 3	< 3	< 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

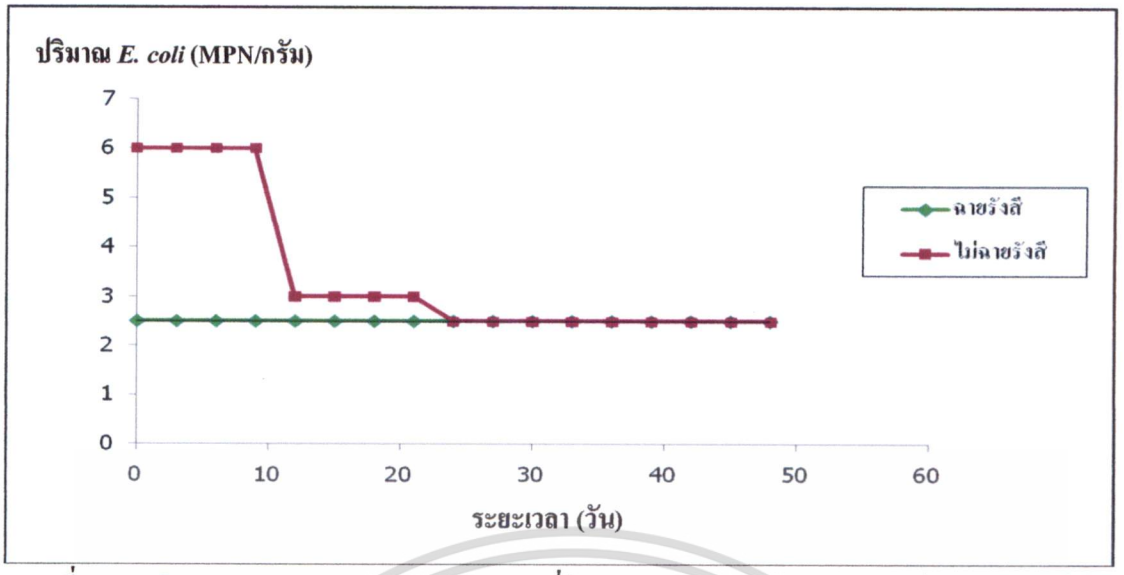


ภาพที่ 4.5 ปริมาณ coliform ของแหนมปลาดุกที่ไม่ผ่านและผ่านการฉายรังสีเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน



ภาพที่ 4.6 ปริมาณ feacal coliform ของแหนมปลาดุกที่ไม่ผ่านและผ่านการฉายรังสีเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 ปริมาณ *E.coli* ของแหนมปลาดุกที่ไม่ผ่านและผ่านการฉายรังสีเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน

จากตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.5 ถึง 4.7 พบว่า เมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น แหนมปลาดุกไม่ฉายรังสีมีแนวโน้มปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* ลดลง เนื่องจากปริมาณกรดในแหนมที่เพิ่มขึ้นทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกลุ่มนี้ (Samelis. *et al*., 2005) อย่างไรก็ตามปริมาณ *E. coli* ที่พบมีค่าไม่เกินที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่องแหนมปลา (มผช. 471/2547) เรื่องแหนมปลา คือ 10 MPN/กรัม ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ในขณะที่แหนมปลาดุกที่ผ่านการฉายรังสี พบปริมาณแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดในปริมาณ <3 MPN/กรัม และไม่เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากรังสีจะช่วยลดปริมาณแบคทีเรียเหล่านี้ ประกอบกับเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ปริมาณแบคทีเรียไม่เพิ่มขึ้นเนื่องจากสภาวะเป็นกรดที่ไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตดังกล่าว ดังกล่าว สำหรับการตรวจ *Salmonella* sp. และพยาธิในตัวอย่างแหนมปลาทั้งกรณีฉายและไม่ฉายรังสี ได้ผลคือ ไม่พบ *Salmonella* sp. และพยาธิในทุกตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าวัตถุดิบที่นำมาผลิตแหนมปลาไม่มีการปนเปื้อน

4.1.1.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของแหนมปลาดุกที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสี เก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) ได้ผลดังตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแหนมปลาดุกที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสี และเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส)

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ลักษณะปรากฏ		สี		กลิ่นรส		เนื้อสัมผัส	
	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี
0	4.28±0.55^{ns}	4.30±0.56	4.05±0.51^{ns}	4.63±0.49	3.78±0.62^{ns}	3.80±0.61	3.83±0.50^{ns}	3.78±0.42
3	4.28±0.51^{ns}	4.28±0.27	4.33±0.47^{ns}	4.38±0.49	3.78±0.62^{ns}	3.80±0.61	3.83±0.50^{ns}	3.78±0.42
6	4.33±0.47^{ns}	4.33 ±0.47	4.03±0.58^{ns}	4.00±0.51	3.95±0.50^{ns}	3.78±0.48	3.90±0.55^{ns}	3.85±0.36
9	4.33±0.47^{ns}	4.48±0.51	3.85±0.48^{ns}	3.80±0.46	3.85±0.43^{ns}	3.88±0.46	3.95±0.50^{a}	3.63±0.54^{b}
12	4.33±0.53^{ns}	4.38±0.54	3.88±0.52^{ns}	3.88±0.40	3.95±0.39^{ns}	4.00±0.60	4.10±0.55^{a}	3.55±0.55^{b}
15	4.23±0.53^{ns}	4.05±0.32	4.13±0.56^{ns}	4.05±0.45	3.66±0.53^{ns}	3.45±0.55	4.05±0.60^{a}	3.20±0.65^{b}
18	4.30±0.46^{ns}	4.28±0.45	3.88±0.46^{ns}	3.78±0.48	3.45±0.55^{a}	2.75±0.63^{b}	3.60±2.73^{a}	2.73±0.51^{b}
21	4.38±0.49^{ns}	4.50±0.51	3.78±0.53^{ns}	3.85±0.43	3.13±0.46^{a}	2.80±0.56^{b}	3.40±0.71^{a}	3.10±0.59^{b}
24	4.23±0.42^{ns}	4.35±0.53	4.08±0.42^{ns}	3.95±0.39	3.03±0.77^{a}	2.10±0.61^{b}	2.98±0.66^{a}	2.83±0.91^{b}
27	4.10±0.50^{ns}	3.98±0.53	3.78±0.42^{ns}	3.73±0.45	3.63±0.49^{a}	1.85±0.64^{b}	3.10±0.74^{a}	1.88±0.65^{b}
30	4.03±0.62^{a}	3.40±0.55^{b}	3.80±0.41^{ns}	3.73±0.45	3.23±0.42^{a}	1.70±0.52^{b}	2.55±0.60^{a}	1.53±0.51^{b}
33	4.05±0.60	*	3.30±0.52	*	2.95±0.55	*	2.85±0.62	*
36	3.45±0.55	*	3.68±0.57	*	3.08±0.57	*	2.40±0.50	*
39	3.38±0.59	*	3.55±0.50	*	3.03±0.58	*	2.53±0.64	*
42	3.28±0.55	*	3.08±0.27	*	2.78±0.62	*	2.58±0.68	*
45	3.93±0.57	*	3.03±0.16	*	2.73±0.60	*	2.20±0.61	*
48	3.63±0.63	*	2.65±0.48	*	1.80±0.56	*	1.80±0.56	*

หมายเหตุ 1) ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนในแต่ละลักษณะที่ทดสอบ หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

2) ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$)

3) * หมายถึง หยุดการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากตารางที่ 4.6 ด้านลักษณะปรากฏ จะเห็นว่าหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 27 วัน แหนมปลาดุกที่ฉายและไม่ฉายรังสีได้คะแนนไม่ต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) แต่คะแนนที่ได้ของทั้งสองตัวอย่างลดลงตามลำดับ เนื่องจากตัวอย่างมีลักษณะไม่คงรูป และหลังจากเก็บรักษาวันที่ 30 คะแนนของแหนมปลาดุกไม่ฉายรังสีจะต่างจากตัวอย่างที่ฉายรังสี โดยจะมีค่าต่ำกว่า

ด้านสี จะเห็นว่าตลอดเวลาเก็บรักษา 30 วัน แหนมปลาดุกที่ฉายและไม่ฉายรังสีได้คะแนนไม่ต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) แต่คะแนนที่ได้ของทั้งสองตัวอย่างลดลงตามลำดับ เนื่องจากตัวอย่างมีสีซีดขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น

ด้านกลิ่นรส จะเห็นว่าหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน แหนมปลาดุกที่ฉายและไม่ฉายรังสีได้คะแนนไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) แต่คะแนนที่ได้ของตัวอย่างทั้งสองจะลดลงตามลำดับ เนื่องจากเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น แหนมปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้น หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 18 วัน คะแนนของทั้งสองตัวอย่างจะต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนของแหนมปลาที่ไม่ฉายรังสีจะต่ำกว่าคะแนน เพราะตัวอย่างมีรสเปรี้ยวมากกว่า สำหรับแหนมปลาที่ไม่ฉายรังสี หลังจากเก็บไว้ 27 วัน จะได้คะแนน 1.85 ซึ่งต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ (2.00) ส่วนตัวอย่างที่ฉายรังสีจะได้คะแนนต่ำกว่านี้หลังจากเก็บไว้ 48 วัน

ด้านเนื้อสัมผัส จะเห็นว่าหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน แหนมปลาดุกที่ฉายและไม่ฉายรังสีได้คะแนนไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) แต่หลังจาก 9 วันคะแนนจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนของแหนมปลาที่ไม่ฉายรังสีจะต่ำกว่า เนื่องจากเนื้อสัมผัสจะไม่แน่น ยุ่ย ผู้ทดสอบไม่ยอมรับหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 24 วัน ส่วนตัวอย่างที่ฉายรังสีผู้ทดสอบไม่ยอมรับหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 45 วัน

พิจารณาจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส จะเห็นว่าแหนมปลาดุกไม่ผ่านการฉายรังสีเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) สามารถเก็บรักษาได้ 24 วัน โดยคะแนนยังไม่ต่ำกว่า 2.00 ส่วนแหนมปลาดุกผ่านการฉายรังสีเก็บรักษาในตู้เย็น สามารถเก็บรักษาได้ 45 วัน เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ จะเห็นว่าปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างไม่ฉายรังสีจะเกินเกณฑ์มาตรฐาน (log CFU/g เท่ากับ 2.00) ในวันที่ 27 และในตัวอย่างที่ฉายรังสีจะเกินเกณฑ์มาตรฐาน ในวันที่ 48 การฉายรังสีจึงช่วยให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานกว่า

4.1.2 ผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลาดุกที่อุณหภูมิห้อง

4.1.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลาดุกที่ฉายรังสี 4 กิโลเกรย์และไม่ฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 p-value จากการวิเคราะห์ทางสถิติของระยะเวลาเก็บและสภาวะฉายรังสีรวมทั้งอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)

SOV	p-value		
	ค่า TBA	ปริมาณกรดแลกติก	ค่าความเป็นกรดด่าง
ระยะเวลาเก็บ	0.000*	0.000*	0.000*
สภาวะฉายรังสี	0.000*	0.000*	0.000*
ระยะเวลาเก็บ x สภาวะฉายรังสี	0.000*	0.000*	0.000*

หมายเหตุ * หมายถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 พบว่าปัจจัยหลักทั้งสองคือระยะเวลาเก็บและสภาวะฉายรังสี รวมทั้งอิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัยนี้มีผลทำให้ค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลของระยะเวลาเก็บต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลาดุกที่ฉายและไม่ฉายรังสี 4 กิโลเกรย์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง แสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลของระยะเวลาเก็บต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลาดุก เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)

ระยะเวลา (วัน)	ค่า TBA (มก. มัลโลนัลดีไฮด์/กก.)	ปริมาณกรดแลกติก (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความเป็นกรดด่าง
0	4.58 ± 0.92^{c}	1.18 ± 0.04^{f}	4.67 ± 0.04^{a}
2	4.65 ± 0.14^{bc}	1.25 ± 0.06^{ef}	4.60 ± 0.03^{a}
4	4.70 ± 0.16^{abc}	1.32 ± 0.06^{de}	4.53 ± 0.05^{a}
6	4.78 ± 0.15^{abc}	1.39 ± 0.11^{cd}	4.36 ± 0.07^{b}
8	4.87 ± 0.21^{abc}	1.46 ± 0.11^{bc}	4.25 ± 0.08^{bc}
10	4.92 ± 0.23^{ab}	1.54 ± 0.07^{ab}	4.14 ± 0.13^{c}
12	4.99 ± 0.25^{a}	1.61 ± 0.08^{a}	3.87 ± 0.20^{d}

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.8 พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับแหนมปลาดุกที่เก็บรักษาในตู้เย็นคือ ค่า TBA และปริมาณกรดแลกติกมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ส่วนค่าความเป็นกรดด่างมีแนวโน้มลดลง

ผลของสภาวะการฉายรังสีต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลาดุก เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) แสดงในตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

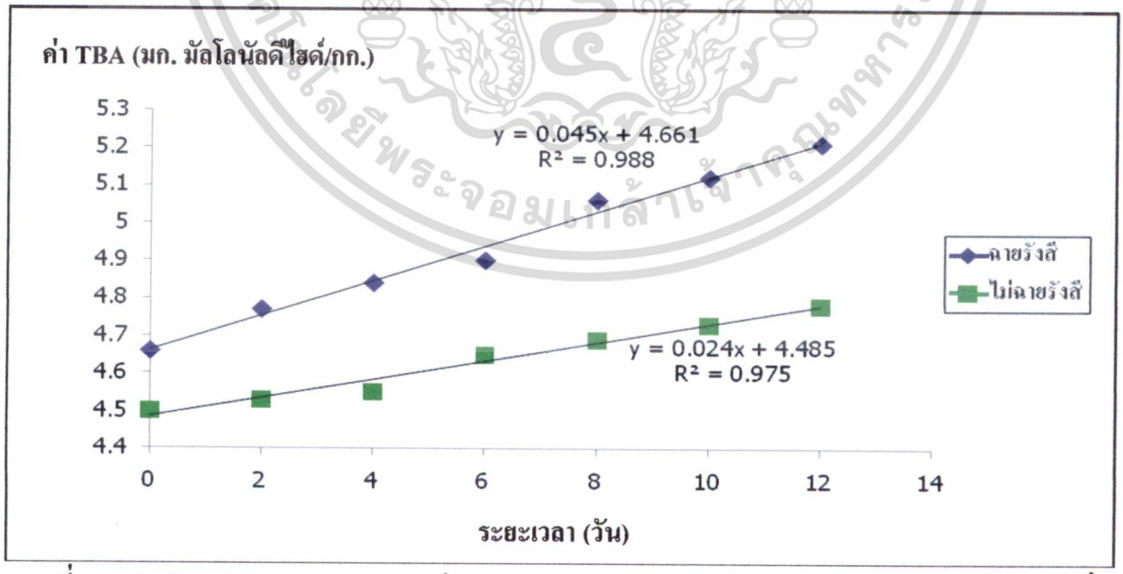
ตารางที่ 4.9 ผลของสภาวะการฉายรังสี ต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลาดุก เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน

สภาวะการฉายรังสี	ค่า TBA (มก. มัลโลนัลดีไฮด์/กก.)	ปริมาณกรดแลกติก (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความเป็นกรดด่าง
ไม่ฉายรังสี	4.63 ± 0.10^{b}	$1.46+0.16^{a}$	4.27 ± 0.32^{b}
ฉายรังสี 4 กิโลเกรย์	4.93 ± 0.19^{a}	$1.33+0.14^{b}$	4.42 ± 0.23^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.9 พบว่าการฉายรังสีมีผลทำให้ค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในด้านค่า TBA พบว่าตัวอย่างที่ฉายรังสีมีค่า TBA สูงกว่าแหนมที่ไม่ผ่านการฉายรังสี ด้านปริมาณกรดแลกติก พบว่าตัวอย่างที่ฉายรังสีมีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี ส่วนด้านปริมาณกรดแลกติก พบว่าตัวอย่างที่ฉายรังสีมีค่าต่ำกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี เช่นเดียวกับแหนมปลาดุกที่เก็บรักษาในตู้เย็น

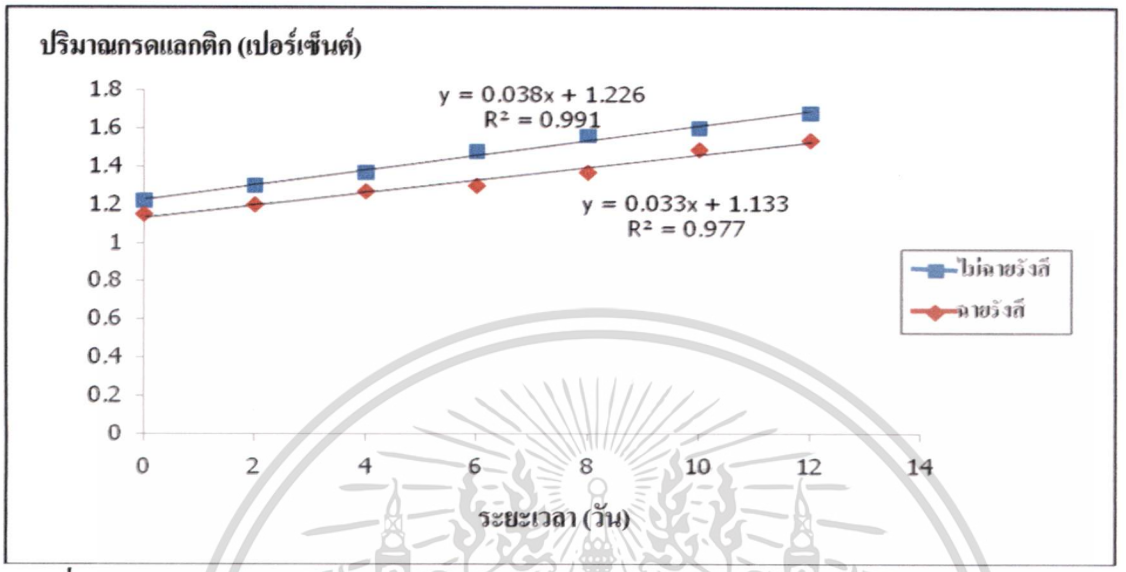
อิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาและการฉายรังสีผลิตภัณฑ์แหนมปลาดุก ต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่าง เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) แสดงในภาพที่ 4.8 ถึง 4.10 พบว่ามีลักษณะเช่นเดียวกับกรณีของแหนมที่เก็บในตู้เย็น กล่าวคือ



ภาพที่ 4.8 อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อค่า TBA ของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)

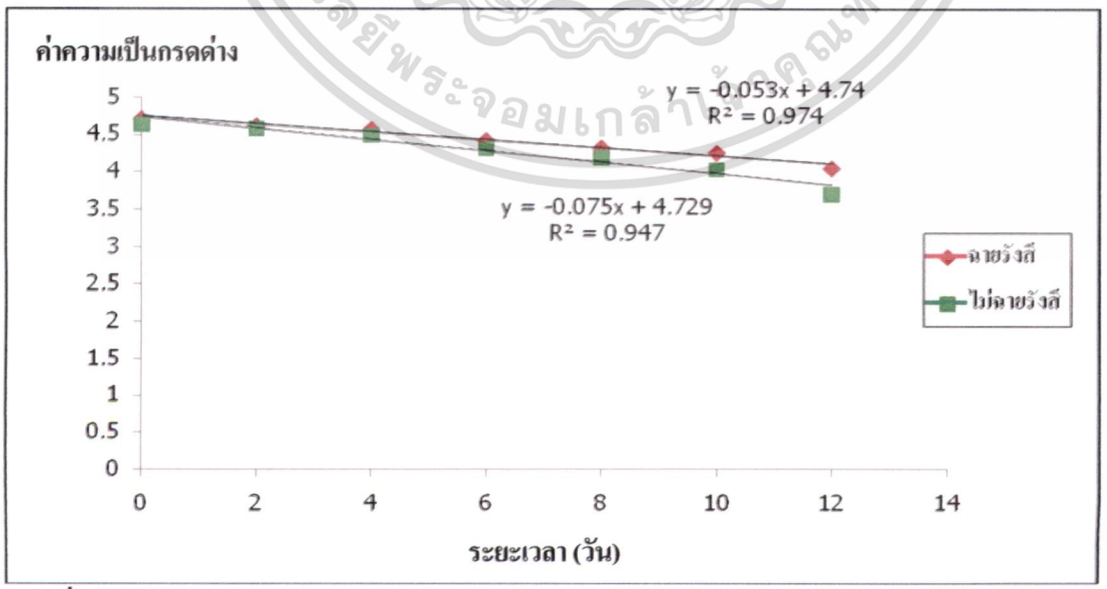
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.8 พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บรักษามากขึ้น ค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น และแหนมปลาดุกที่ฉายรังสีมีค่า TBA สูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี



ภาพที่ 4.9 อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อปริมาณกรดแลกติกของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)

จากภาพที่ 4.9 ด้านปริมาณกรดแลกติก พบว่าเมื่อระระเวลาการเก็บรักษามากขึ้น ปริมาณกรดแลกติกมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น และในตัวอย่างที่ฉายรังสีจะมีปริมาณกรดแลกติกต่ำกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี



ภาพที่ 4.10 อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลาดุกเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.10 ด้านค่าความเป็นกรดด่าง พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บรักษามากขึ้น ค่าความเป็นกรดด่างมีแนวโน้มลดลง และในตัวอย่างที่ฉายรังสีมีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี

4.1.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์

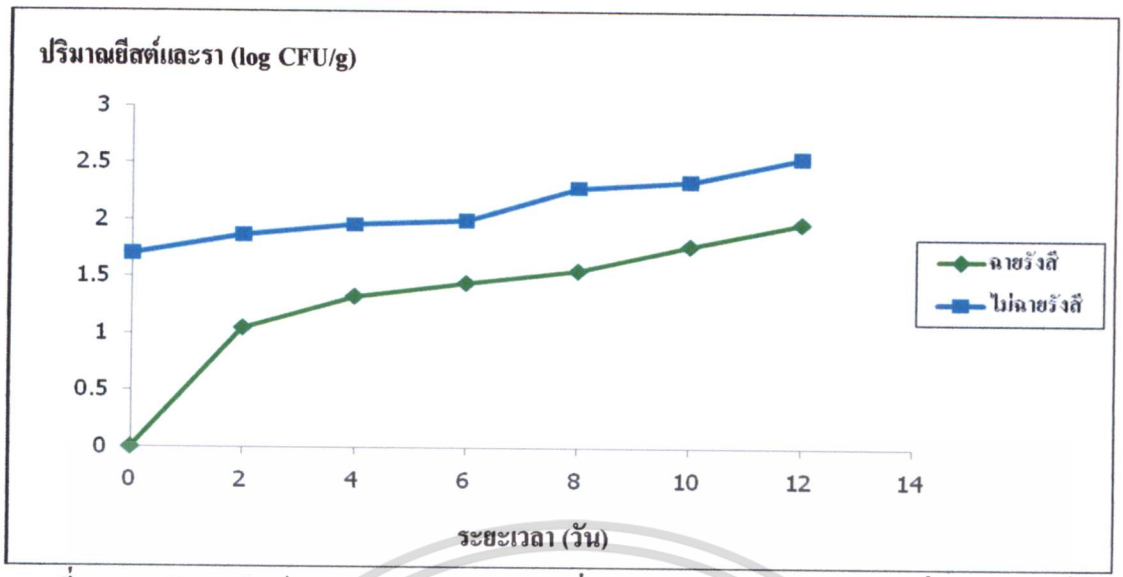
การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และราของแหนมปลาดุกที่ไม่ผ่านและผ่านการฉายรังสีเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน แสดงดังตารางที่ 4.10 เมื่อนำผลที่ได้มาเขียนกราฟแสดงดังภาพที่ 4.11

ตารางที่ 4.10 ปริมาณ ยีสต์และรา ของแหนมปลาดุกที่ไม่ผ่านและผ่านการฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)

ระยะเวลาเก็บ	ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g)	
(วัน)	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี
0	ไม่พบ	1.70
2	1.05	1.87
4	1.33	1.96
6	1.45	2.00
8	1.56	2.29
10	1.78	2.35
12	1.98	2.56

จากตารางที่ 4.10 พบว่าหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน แหนมปลาดุกฉายรังสี มีค่า log CFU/g ของยีสต์และราเท่ากับ 1.98 ซึ่งไม่เกินปริมาณสูงสุดที่กำหนดในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่องแหนมปลา (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.2547) คือ 2.00 ในขณะที่ในตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสีมีค่า log CFU/g ของยีสต์และราเท่ากับ 2.29 ในวันที่ 8 ซึ่งเกินปริมาณสูงสุดที่กำหนดในเกณฑ์มาตรฐาน และพิจารณาจากภาพที่ 4.11 พบว่าตลอดการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน ปริมาณยีสต์ละรามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งในแหนมปลาดุกที่ฉายรังสีและไม่ฉายรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



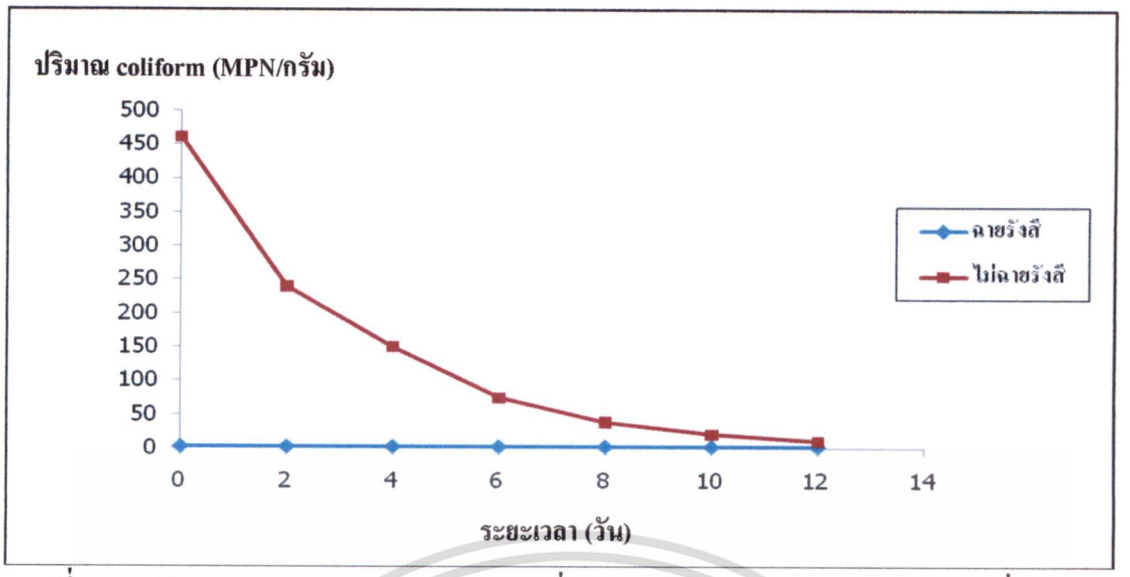
ภาพที่ 4.11 ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลาดุกที่ไม่ผ่าน และผ่านการฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน

การเปลี่ยนแปลงปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* ของแหนมปลาดุกที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) ได้ผลดังตารางที่ 4.11 และนำผลที่ได้มาเขียนกราฟแสดงดังภาพที่ 4.12 ถึง 4.14

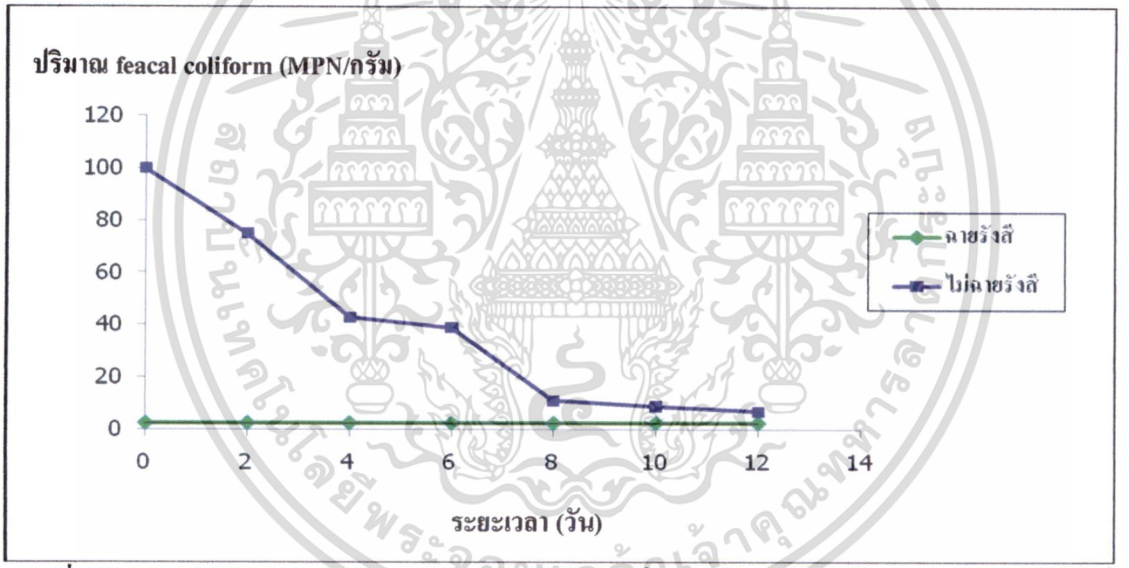
ตารางที่ 4.11 ปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* ของแหนมปลาดุกที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	coliform (MPN/กรัม)		feacal coliform (MPN/กรัม)		*E. coli* (MPN/กรัม)	
	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี
0	< 3	460	< 3	100	< 3	6
2	< 3	240	< 3	75	< 3	6
4	< 3	150	< 3	43	< 3	6
6	< 3	75	< 3	39	< 3	6
8	< 3	39	< 3	11	< 3	6
19	< 3	21	< 3	9	< 3	3
12	< 3	11	< 3	7	< 3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

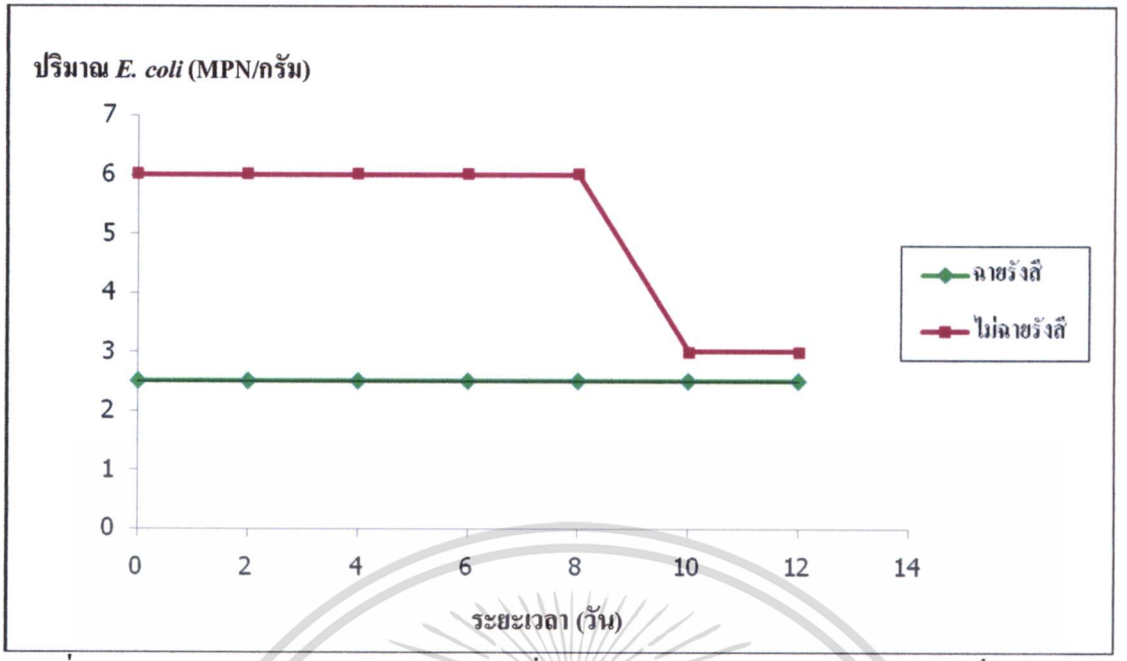


ภาพที่ 4.12 ปริมาณ coliform ของแหนมปลาดุกที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน



ภาพที่ 4.13 ปริมาณ feacal coliform ของแหนมปลาดุกที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.14 ปริมาณ *E. coli* ของแหนมปลาดุกที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน

จากตารางที่ 4.11 พบว่าแหนมปลาดุกที่ฉายและไม่ฉายรังสีเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* เปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับแหนมปลาดุกที่เก็บรักษาในตู้เย็น คือ ในตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสีมีปริมาณแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดลดลง โดยปริมาณแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด ในวันแรกของการเก็บรักษามีปริมาณสูงที่สุดและจะลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.12 ถึง 4.14 ปริมาณ *E. coli* ที่พบในวันแรกจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษายังมีค่าไม่เกินเกณฑ์กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องแหนมปลา ในขณะที่แหนมปลาดุกผ่านการฉายรังสีมีปริมาณแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด <3 MPN/g ตลอดระยะเวลาเก็บรักษาเช่นเดียวกับในแหนมปลาดุกฉายรังสีที่เก็บรักษาในตู้เย็น สำหรับการตรวจ *Salmonella* sp. และพยาธิในตัวอย่างแหนมปลาทั้งกรณีฉายและไม่ฉายรังสี ได้ผลคือ ไม่พบ *Salmonella* sp. และพยาธิในทุกตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าวัตถุดิบที่นำมาผลิตแหนมปลาไม่มีการปนเปื้อน

4.1.2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของแหนมปลาดุกที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน ได้ผลดังตารางที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแหนมปลาดุกที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ลักษณะปรากฏ		สี		กลิ่นรส		เนื้อสัมผัส	
	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี
0	4.28±0.55^{ns}	4.30±0.56	4.50+0.50^{ns}	4.63±0.49	3.78±0.62^{ns}	3.80±0.61	3.83±0.50^{ns}	3.78±0.42
2	4.00±0.36^{ns}	4.00±0.45	3.48±0.51^{ns}	3.40±0.63	2.95±0.50^{ns}	2.88±0.38	3.70±0.56^{ns}	3.69±0.81
4	4.00±0.23^{ns}	3.98 ±0.36	3.47±0.50^{a}	2.95±0.64^{b}	2.95±0.50^{a}	2.18±0.38^{b}	3.05±0.39^{a}	2.30±0.76^{b}
6	2.75±0.58^{a}	2.35±0.81^{b}	2.55±0.50^{a}	3.35±0.48^{b}	2.93±0.53^{a}	2.00±0.55^{b}	2.52±0.60^{a}	2.16±0.51^{b}
8	2.43±0.50^{a}	2.03±0.70^{b}	2.45±0.50^{a}	2.05±0.50^{b}	2.53±0.46^{a}	1.68±0.53^{b}	2.30±0.46^{a}	1.53±0.50^{b}
10	2.15±0.68	*	2.05±0.45	*	1.98±0.55	*	1.68±0.57	*
12	2.00±0.55	*	1.78±0.73	*	1.58±0.43	*	1.55±0.50	*

หมายเหตุ 1) ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนในแต่ละลักษณะที่ทดสอบ หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

2) ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$)

3) * หมายถึง หยุดการทดสอบทางประสาทสัมผัส

เมื่อกำหนดเกณฑ์คะแนนว่าลักษณะใดลักษณะหนึ่งต้องได้คะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 2 จากตารางที่ 4.12 ด้านลักษณะปรากฏจะเห็นว่าหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วัน แหนมปลาดุกที่ฉายและไม่ฉายรังสีได้คะแนนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) แต่หลังจากนั้นคะแนนที่ได้จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนของแหนมปลาดุกที่ไม่ผ่านการฉายรังสีจะน้อยกว่าตัวอย่างที่ผ่านการฉายรังสี และคะแนนของทั้งสองตัวอย่างจะลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บมากขึ้น อย่างไรก็ตามตลอดการเก็บรักษา คะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 2.00

ด้านสี จะเห็นว่าหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 2 วัน แหนมปลาดุกที่ฉายและไม่ฉายรังสีได้คะแนนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) แต่หลังจากนั้นคะแนนที่ได้จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนของแหนมปลาดุกที่ไม่ฉายรังสีจะน้อยกว่าตัวอย่างที่ฉายรังสี คะแนนของทั้ง 2 ตัวอย่างจะลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บมากขึ้น อย่างไรก็ตาม หลังจากเก็บแหนมปลาดุกไม่ฉายรังสีเป็นเวลา 8 วัน คะแนนเฉลี่ยยังไม่ต่ำกว่า 2.00 สำหรับแหนมปลาดุกฉายรังสี ได้คะแนนเฉลี่ยในวันที่ 12 คือ 1.78 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

ด้านกลิ่นรส จะเห็นว่าหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 2 วัน แหนมปลาดุกที่ฉายและไม่ฉายรังสีได้คะแนนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) แต่หลังจากนั้นคะแนนที่ได้จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนของแหนมปลาดุกที่ไม่ฉายรังสีจะต่ำกว่าตัวอย่างที่ฉายรังสี เนื่องจากการฉายรังสีมีผลทำให้แหนมมีรสเปรี้ยวช้า อย่างไรก็ตาม หลังจากเก็บรักษาแหนมปลาดุกไม่ฉายรังสีเป็นเวลา 8 วันคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.68 ซึ่งต่ำกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.00 ส่วนในตัวอย่างที่ฉายรังสีจะได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานในวันที่ 10 คือ 1.98

ด้านเนื้อสัมผัส จะเห็นว่าหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 2 วัน แหนมปลาดุกที่ฉายและไม่ฉายรังสีได้คะแนนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) แต่หลังจากนั้นคะแนนที่ได้จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยของแหนมปลาดุกที่ไม่ฉายรังสีจะน้อยกว่าตัวอย่างที่ฉายรังสี เนื่องจากเนื้อสัมผัสของแหนมปลาที่ไม่ฉายรังสีเมื่อเก็บรักษานานขึ้นลักษณะเนื้อจะไม่แน่น ยุ่ย และผู้ทดสอบไม่ยอมรับหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน ส่วนตัวอย่างที่ฉายรังสีผู้ทดสอบจะไม่ยอมรับหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน

จะเห็นว่าแหนมปลาดุกไม่ฉายรังสีเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) สามารถเก็บรักษาได้ 6 วัน และแหนมปลาดุกฉายรังสีเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) จะเก็บรักษาได้ 8 วัน การฉายรังสีช่วยให้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ จะเห็นว่าปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสีจะเกินเกณฑ์มาตรฐาน (log CFU/g เท่ากับ 2.00) ในวันที่ 8 และในตัวอย่างที่ฉายรังสีไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานตลอดระยะเวลาเก็บ 12 วัน

4.2 ศึกษาผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลานิล

จากการนำตัวอย่างแหนมปลานิลที่ทิ้งไว้ 2 วันหลังจากผลิต แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำไปฉายรังสี 4 กิโลเกรย์ และส่วนที่ 2 ไม่ฉายรังสี นำตัวอย่างที่ได้เก็บรักษาและวิเคราะห์คุณภาพเช่นเดียวกับแหนมปลาดุก (ข้อ 4.1)

4.2.1 ผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลานิลในตู้เย็น

4.2.1.1 การวิเคราะห์ด้านคุณภาพทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า TBA ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลานิลที่ฉายรังสี 4 กิโลเกรย์และไม่ฉายรังสี เก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) แสดงในตารางที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 p-value จากการวิเคราะห์ทางสถิติของระยะเวลาเก็บและสภาวะฉายรังสีรวมทั้งอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส)

SOV	p-value		
	ค่า TBA	ปริมาณกรดแลกติก	ค่าความเป็นกรดด่าง
ระยะเวลาเก็บ	0.000*	0.000*	0.000*
สภาวะฉายรังสี	0.000*	0.000*	0.000*
ระยะเวลาเก็บ x สภาวะฉายรังสี	0.000*	0.000*	0.000*

หมายเหตุ * หมายถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าปัจจัยหลักทั้งสองคือระยะเวลาเก็บและสภาวะฉายรังสี รวมทั้งอิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัยนี้มีผลทำให้ค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลของระยะเวลาเก็บที่มีผลต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลานิลฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) แสดงในตารางที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ผลของระยะเวลาเก็บต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลานิล เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส)

ระยะเวลา (วัน)	ค่า TBA (มก. มัลโลนัลดีไฮด์/กก.)	ปริมาณกรดแลกติก (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความเป็นกรดด่าง
0	2.47 ± 0.05^{ij}	1.23 ± 0.04^{h}	4.61 ± 0.02^{a}
3	2.56 ± 0.10^{ij}	1.23 ± 0.05^{h}	4.60 ± 0.03^{a}
6	2.64 ± 0.16^{hij}	1.24 ± 0.05^{h}	4.60 ± 0.02^{a}
9	2.77 ± 0.25^{ghij}	1.26 ± 0.06^{gh}	4.59 ± 0.04^{a}
12	2.85 ± 0.26^{fghij}	1.28 ± 0.06^{fgh}	4.57 ± 0.03^{ab}
15	2.95 ± 0.27^{fghij}	1.29 ± 0.07^{efgh}	4.55 ± 0.04^{bc}
18	3.02 ± 0.30^{efghij}	1.30 ± 0.06^{defgh}	4.53 ± 0.03^{bcd}
21	3.13 ± 0.33^{defghi}	1.30 ± 0.06^{defgh}	4.52 ± 0.03^{cde}
24	3.31 ± 0.45^{cdefgh}	1.32 ± 0.07^{cdefgh}	4.50 ± 0.02^{def}
27	3.43 ± 0.51^{bcdefg}	1.35 ± 0.06^{bcdefg}	4.49 ± 0.02^{ef}
30	3.52 ± 0.53^{bcdef}	1.37 ± 0.05^{abcdef}	4.47 ± 0.01^{fg}
33	3.58 ± 0.51^{abcde}	1.38 ± 0.06^{abcde}	4.45 ± 0.01^{gh}
36	3.63 ± 0.50^{abcde}	1.39 ± 0.06^{abcd}	4.43 ± 0.01^{hi}
39	3.73 ± 0.44^{abcd}	1.40 ± 0.06^{abc}	4.41 ± 0.02^{ij}
42	3.80 ± 0.45^{abc}	1.42 ± 0.06^{ab}	4.39 ± 0.02^{ij}
45	3.98 ± 0.44^{ab}	1.43 ± 0.06^{ab}	4.38 ± 0.02^{jk}
48	4.15 ± 0.41^{a}	1.45 ± 0.05^{a}	4.35 ± 0.03^{k}

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.14 พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ค่า TBA จะเพิ่มขึ้น คาดว่าอาจเกิดจากผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเนื้อปลาเช่นเดียวกับแหนมปลาดุก แต่การเปลี่ยนแปลงค่อนข้างต่ำกว่า เนื่องจากปลานิลมีปริมาณไขมันในเนื้อต่ำ คือ น้อยกว่า 2 กรัม/100 กรัม (เอื้อมพร แสงสุวรรณ. 2549)

ในการวิเคราะห์ปริมาณกรดแลกติกและค่าความเป็นกรดด่าง พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณกรดแลกติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความเป็นกรดด่างลดลงด้วยเหตุผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวกับการสร้างกรดของแบคทีเรียสร้างกรดแลกติกเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงในแหนมปลาดุกที่เก็บรักษาในอุณหภูมิเดียวกัน

ผลของสภาวะการฉายรังสีต่อค่า TBA ค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณกรดแลกติกของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ4±2 องศาเซลเซียส) แสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ผลของการฉายรังสี ต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลานิล เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน

สภาวะการฉายรังสี	ค่า TBA (มก.มัลโลนัลดีไฮด์/กก.)	ปริมาณกรดแลกติก (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความเป็นกรดด่าง
ไม่ฉายรังสี	$2.60+0.15^{b}$	$1.41+0.12^{a}$	$4.39+0.14^{b}$
ฉายรังสี 4 กิโลเกรย์	$2.75+0.26^{a}$	$1.30+0.10^{b}$	$4.51+0.10^{a}$

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.15 จะเห็นว่า การฉายรังสีมีผลทำให้ค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

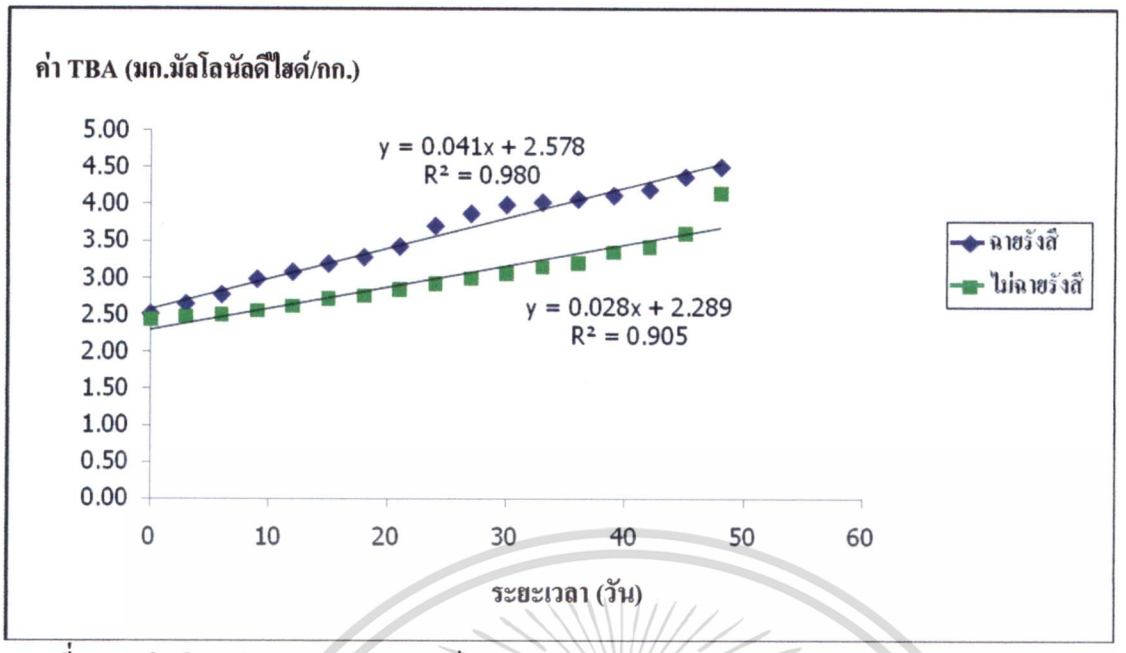
ในด้านค่า TBA พบว่า ตัวอย่างที่ฉายรังสีมีค่าสูงกว่าแหนมที่ไม่ฉายรังสี เนื่องจากการฉายรังสีจะเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันดังได้กล่าวมาแล้ว

ด้านปริมาณกรดแลกติก พบว่าตัวอย่างที่ฉายรังสีมีปริมาณกรดแลกติกน้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี เนื่องจากการฉายรังสีมีผลทำให้แบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติกลดจำนวนลดลงและอยู่ในสภาวะที่อ่อนแอ จึงสร้างกรดแลกติกได้น้อยกว่า

ด้านค่าความเป็นกรดด่าง พบว่า ตัวอย่างที่ฉายรังสีมีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างจะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดแลกติก คือเมื่อค่าความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้นปริมาณกรดแลกติกจะลดลง

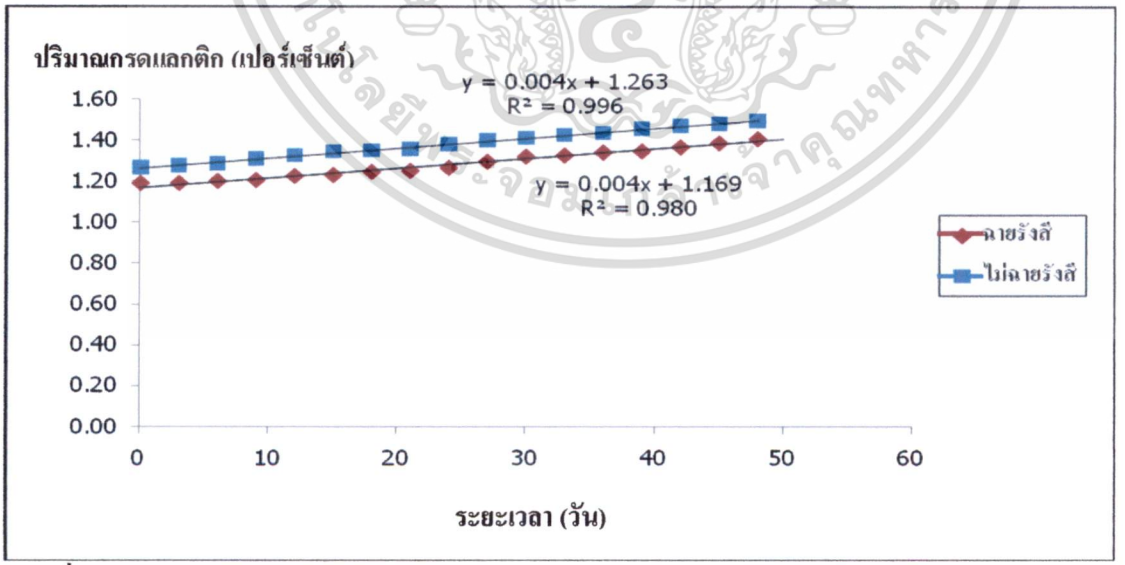
ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาและการฉายรังสีผลิตภัณฑ์แหนมปลานิล ต่อค่า TBA ค่าปริมาณกรดแลกติก และความเป็นกรดด่าง เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) แสดงในภาพที่ 4.15 ถึง 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อค่า TBA ของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน

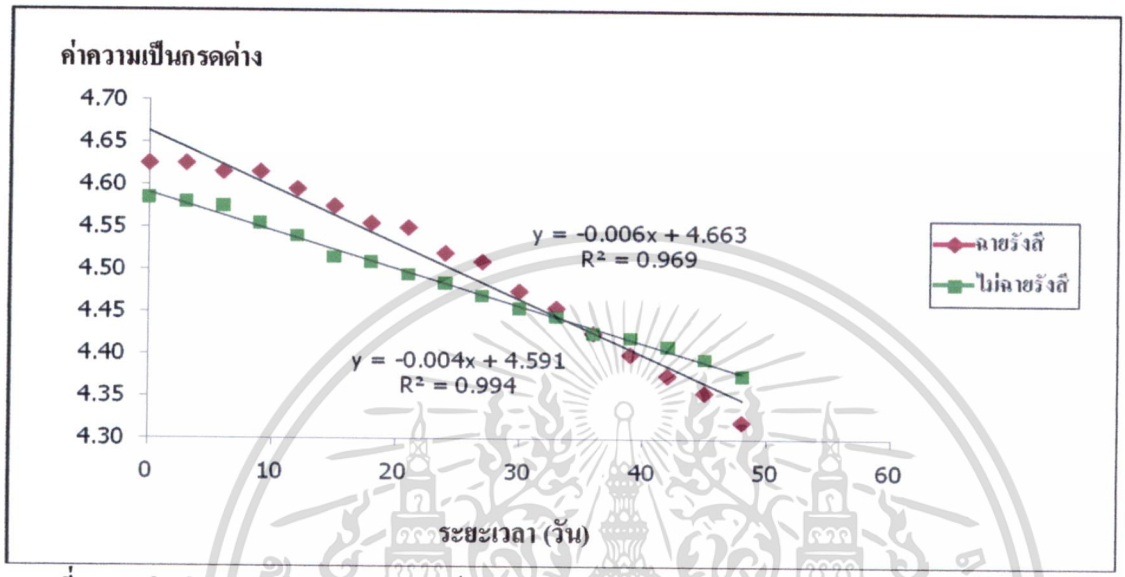
จากภาพที่ 4.15 พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีมีผลทำให้ค่า TBA แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย โดยตัวอย่างที่ฉายรังสีจะมีอัตราการเพิ่มสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี



ภาพที่ 4.16 อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อปริมาณกรดแลกติกของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.16 พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีมีผลทำให้ปริมาณกรดแลกติกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อระยะเวลาเก็บรักษามากขึ้น ปริมาณกรดแลกติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างที่ฉายรังสีจะมีอัตราการเพิ่มต่ำกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี



ภาพที่ 4.17 อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน

จากภาพที่ 4.17 พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อระยะเวลาเก็บรักษามากขึ้น ค่าความเป็นกรดด่างมีแนวโน้มลดลง โดยตัวอย่างที่ฉายรังสีจะมีอัตราการลดสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี และจะมีค่าต่ำกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสีในวันที่ 39 ของการเก็บรักษา

4.1.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์

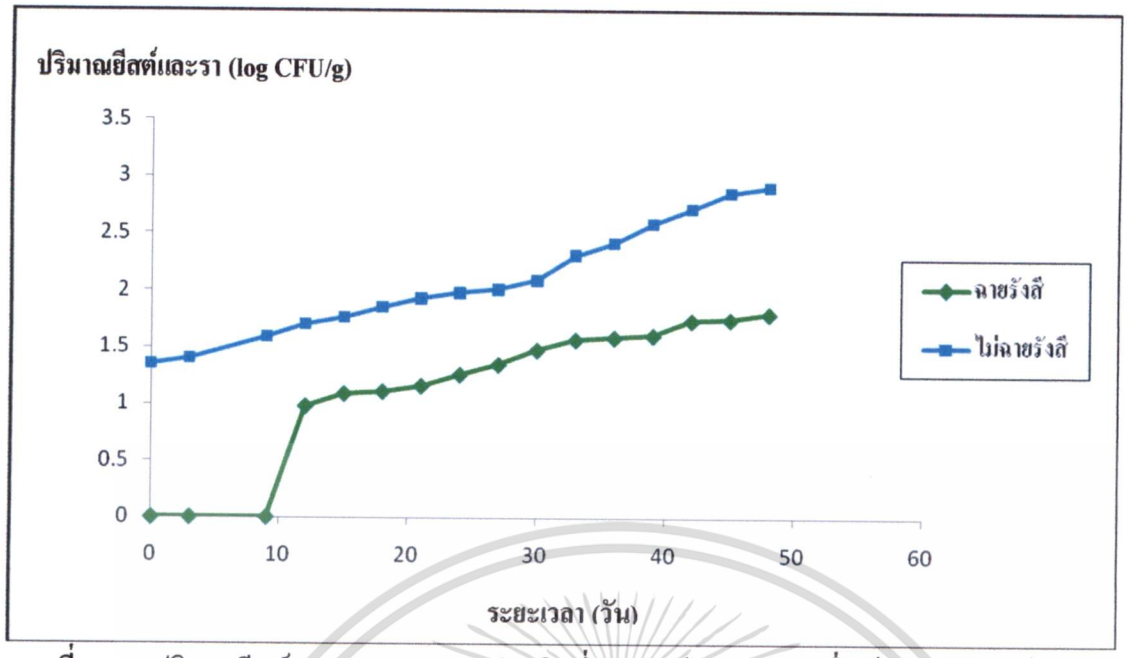
การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และราของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) แสดงดังตารางที่ 4.16 เมื่อนำผลที่ได้มาเขียนกราฟแสดงดังภาพที่ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส)

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g)	
	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี
0	ไม่พบ	1.35
3	ไม่พบ	1.40
6	ไม่พบ	1.59
9	0.98	1.70
12	1.09	1.76
15	1.11	1.85
18	1.16	1.93
21	1.26	1.98
24	1.35	2.01
27	1.48	2.09
30	1.57	2.31
33	1.59	2.42
36	1.61	2.59
39	1.74	2.72
42	1.75	2.86
45	1.80	2.91
48	1.86	3.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.18 ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน

จากตารางที่ 4.16 พบว่าหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 21วัน แหนมปลานิลไม่ฉายรังสีเก็บรักษาในตู้เย็น มีค่า log CFU/g ของยีสต์และราเท่ากับ 2.01 ซึ่งเกินปริมาณสูงสุดที่กำหนดในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 471/2547) เรื่องแหนมปลา คือ 2.00 ในขณะที่แหนมปลานิลฉายรังสี มีค่า log CFU/g ของยีสต์และรา ในวันที่ 48 ของการเก็บรักษา เท่ากับ 1.86 ซึ่งไม่เกินปริมาณสูงสุดที่กำหนด และเมื่อพิจารณาจากภาพที่ 4.18 พบว่าตลอดเวลาเก็บรักษา 48 วัน ปริมาณยีสต์และรามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งในแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี

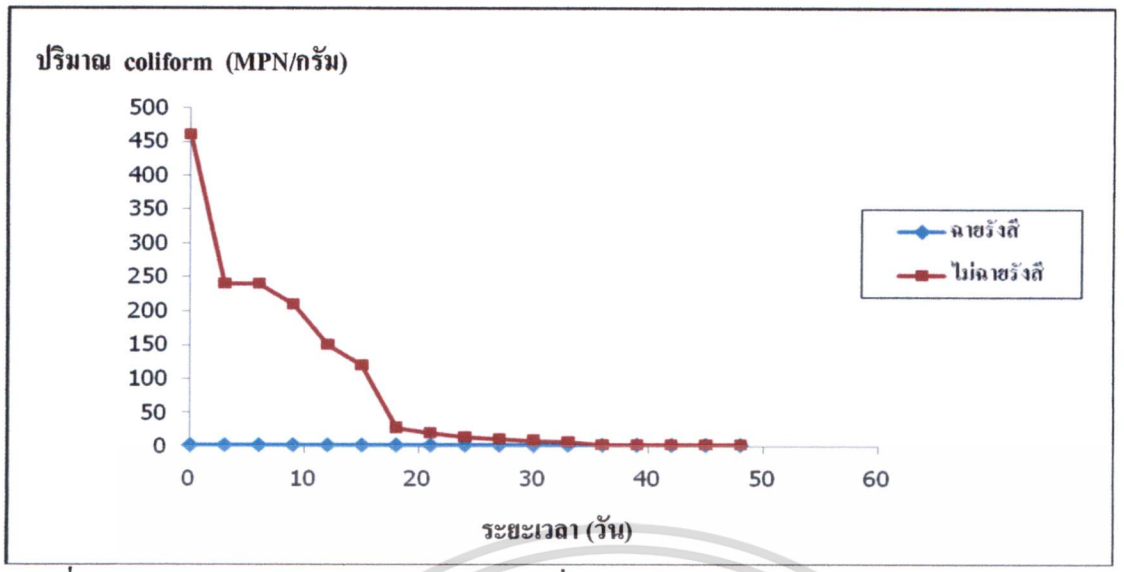
การเปลี่ยนแปลงปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* ของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) ได้ผลดังตารางที่ 4.17 เมื่อนำผลที่ได้มาเขียนกราฟแสดงดังภาพที่ 4.19 ถึง 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

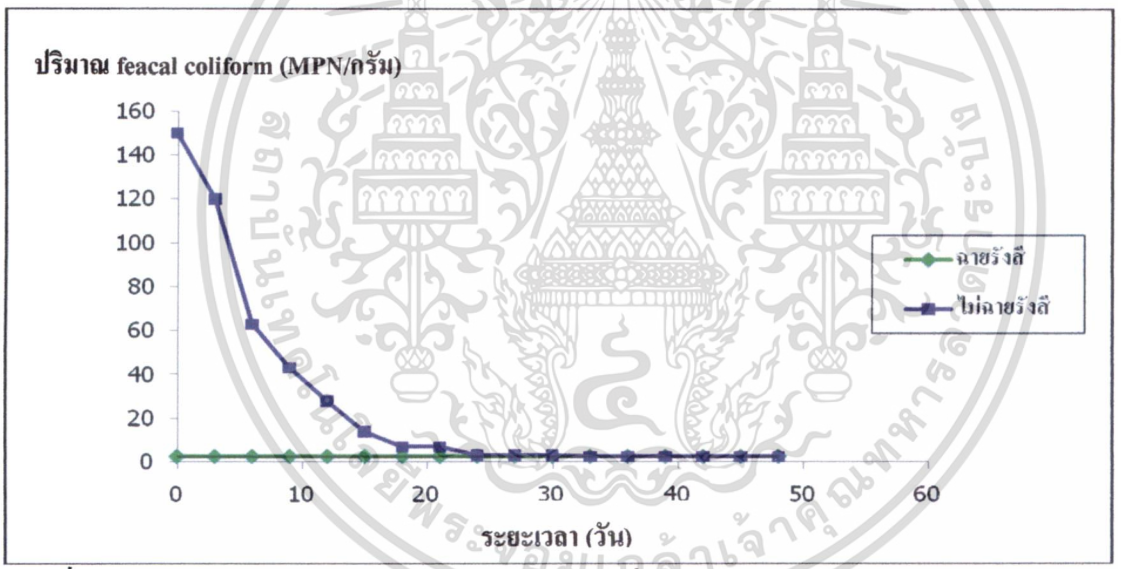
ตารางที่ 4.17 ปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* ของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส)

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	coliform (MPN/กรัม)		feacal coliform (MPN/กรัม)		*E. coli* (MPN/กรัม)	
	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี
0	< 3	460	< 3	150	< 3	7
3	< 3	240	< 3	120	< 3	7
6	< 3	240	< 3	63	< 3	6
9	< 3	210	< 3	43	< 3	6
12	< 3	150	< 3	28	< 3	3
15	< 3	120	< 3	14	< 3	3
18	< 3	28	< 3	7	< 3	3
21	< 3	20	< 3	7	< 3	3
24	< 3	14	< 3	3	< 3	3
27	< 3	11	< 3	3	< 3	3
30	< 3	9	< 3	3	< 3	3
33	< 3	7	< 3	< 3	< 3	< 3
36	< 3	3	< 3	< 3	< 3	< 3
39	< 3	3	< 3	< 3	< 3	< 3
42	< 3	3	< 3	< 3	< 3	< 3
45	< 3	3	< 3	< 3	< 3	< 3
48	< 3	3	< 3	< 3	< 3	< 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

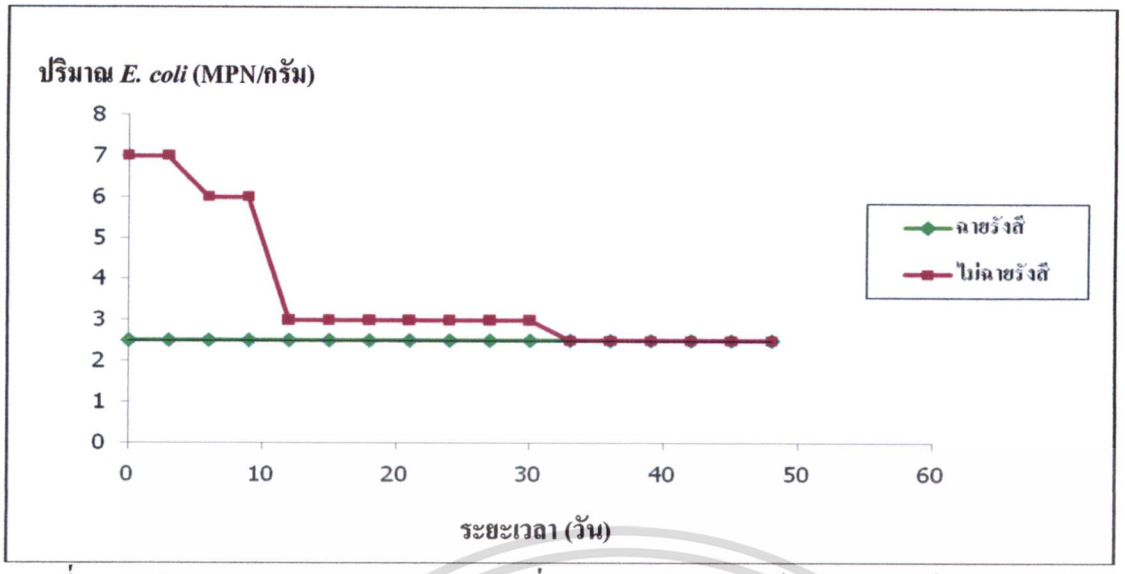


ภาพที่ 4.19 ปริมาณ coliform ของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาในตู้เย็น(อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน



ภาพที่ 4.20 ปริมาณ feacal coliform ของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.21 ปริมาณ *E. coli* ของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 48 วัน

จากตารางที่ 4.17 พบว่าแหนมปลานิลไม่ฉายรังสีมีปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* ลดลงเช่นเดียวกับแหนมปลาดุก โดยปริมาณแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด ในวันแรกของการเก็บรักษามีปริมาณสูงที่สุดและจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.19 ถึง 4.21 ปริมาณ *E. coli* ที่พบมีค่าไม่เกินเกณฑ์กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 471/2547) เรื่องแหนมปลาซึ่งกำหนดไว้ไม่ให้เกิน 10 MPN/g ในขณะที่แหนมปลานิลผ่านการฉายรังสี พบว่ามีปริมาณแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดคงที่ในปริมาณ <3 MPN/g ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา สำหรับการตรวจ *Salmonella* sp. และพยาธิในตัวอย่างแหนมปลาทั้งกรณีฉายและไม่ฉายรังสี ได้ผลคือ ไม่พบ *Salmonella* sp. และพยาธิในทุกตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าวัตถุดิบที่นำมาผลิตแหนมปลาไม่มีการปนเปื้อน

4.1.2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) ได้ผลดังตารางที่ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีและเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส)

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ลักษณะปรากฏ		สี		กลิ่นรส		เนื้อสัมผัส	
	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี
0	4.35±0.46^{ns}	4.30±0.16	4.70±0.10^{ns}	4.65±0.33	4.30±002^{ns}	4.26±0.32	4.57±0.11^{ns}	4.51±0.23
3	4.33±0.47^{ns}	4.30±0.13	4.69±0.09^{ns}	4.65±0.34	4.28±0.22^{ns}	4.15±0.22	4.53±0.03^{ns}	4.49±0.24
6	4.33±0.47^{ns}	4.31±0.67	4.68±0.55^{ns}	4.55±0.07	4.10±0.33^{ns}	3.99±0.22	4.54±0.09^{a}	4.30±0.23^{b}
9	4.31±0.52^{ns}	4.31±0.64	4.66±0.63^{a}	4.16±0.11^{b}	3.89±0.24^{ns}	3.86±0.09	4.43±0.11^{a}	4.18±0.44^{b}
12	4.26±0.53^{ns}	4.28±0.54	4.56±0.66^{a}	3.99±0.12^{b}	3.72±0.09^{a}	3.65±0.25^{b}	4.33±0.13^{a}	4.00±0.45^{b}
15	4.25±0.55^{ns}	4.27±0.26	4.34±0.34^{a}	3.79±0.23^{b}	3.70±0.55^{a}	3.34±0.33^{b}	4.01±0.14^{a}	3.84±0.46^{b}
18	4.23±0.55^{ns}	4.26±0.55	4.14±0.55^{a}	3.65±0.45^{b}	3.69±0.47^{a}	2.19±0.11^{b}	3.89±0.16^{a}	3.66±0.44^{b}
21	4.16±0.62^{ns}	4.19±0.47	3.94±0.43^{a}	3.44±0.34^{b}	3.54±0.88^{a}	2.10±0.22^{b}	3.76±0.17^{a}	3.12±0.54^{b}
24	4.10±0.65^{ns}	4.15±0.52	3.87±0.44^{a}	3.43±0.54^{b}	3.47±0.66^{a}	2.00±0.44^{b}	3.54±0.20^{a}	3.01±0.77^{b}
27	4.09±0.72^{ns}	4.10±0.48	3.81±0.54^{a}	3.04±0.33^{b}	3.42±0.45^{a}	2.00±0.43^{b}	3.15±0.21^{a}	2.88±0.45^{b}
30	3.42±0.73^{ns}	3.40±0.62	3.67±0.55^{a}	2.55±0.21^{b}	3.37±0.55^{a}	1.85±0.22^{b}	2.99±0.10^{a}	2.34±0.45^{b}
33	3.39±0.71^{a}	3.18±0.49^{b}	3.57±0.09^{a}	2.34±0.43^{b}	3.26±0.55^{a}	1.73±0.32^{b}	2.76±0.43^{a}	2.11±0.34^{b}
36	3.32±0.68^{a}	3.06±0.47^{b}	3.45±0.34^{a}	2.28±0.04^{b}	3.15±0.66^{a}	1.56±0.21^{b}	2.39±0.33^{a}	1.76±9.22^{b}
39	3.15±0.73	*	3.20±0.34	*	3.09±0.03	*	2.76±0.09	*
42	3.01±0.82	*	3.14±0.23	*	2.98±0.09	*	2.34±0.54	*
45	2.82±0.86	*	3.08±0.16	*	2.72±0.45	*	2.00±0.91	*
48	2.63±0.85	*	2.97±0.06	*	2.51±0.55	*	1.76±0.12	*

หมายเหตุ 1) ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนในแต่ละลักษณะที่ทดสอบ หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$)

3) * หมายถึง หยุดการทดสอบทางประสาทสัมผัส

เมื่อกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนว่าลักษณะใดลักษณะหนึ่งต้องได้คะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 2.00 จากตารางที่ 4.18 ด้านลักษณะปรากฏ จะเห็นว่าคะแนนที่ได้ของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีลดลงตามลำดับ เนื่องจากเมื่อระยะเวลาเก็บรักษามากขึ้น ตัวอย่างมีลักษณะไม่คงรูป เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน ทั้งสองตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) แต่หลังจากนั้นคะแนนเฉลี่ยของแหนมปลานิลไม่ฉายรังสีจะได้คะแนนต่ำกว่าแหนมที่ฉายรังสี

ด้านสี จะเห็นว่าหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน แหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีได้คะแนนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) แต่หลังจากนั้น คะแนนเฉลี่ยของทั้งสองตัวอย่างแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$) และได้คะแนนลดลงตามลำดับ เนื่องจากตัวอย่างมีสีเปลี่ยนไปจากในวันแรกที่ผลิต อย่างไรก็ตามทั้งสองตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ 2.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านกลิ่นรส จะเห็นว่าหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน แหนมปลานิลที่ฉายรังสีและไม่ฉายรังสีได้คะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) แต่หลังจากนั้นคะแนนที่ได้จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยของแหนมปลาที่ไม่ฉายรังสีจะน้อยกว่าแหนมปลาที่ฉายรังสี เนื่องจากแหนมปลาที่ฉายรังสีจะมีรสชาติเปรี้ยวน้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี และระยะเวลาเก็บที่นานขึ้นส่งผลให้แหนมมีรสชาติเปรี้ยวขึ้นเรื่อย ๆ หลังจากเก็บไว้ 24 วัน คะแนนเฉลี่ยของแหนมปลาไม่ฉายรังสีคือ 1.99 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนตัวอย่างที่ฉายรังสีจะได้คะแนนไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ตลอดการเก็บรักษา

ด้านเนื้อสัมผัส จะเห็นว่าเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น แหนมปลาดุกที่ฉายและไม่ฉายรังสีได้คะแนนเฉลี่ยลดลง โดยคะแนนของแหนมปลาที่ไม่ฉายรังสีจะน้อยกว่าแหนมปลาที่ฉายรังสี เนื่องจากเนื้อสัมผัสของแหนมปลาที่ไม่ฉายรังสีเมื่อเก็บรักษานานขึ้นลักษณะเนื้อจะไม่แน่น ยุ่ย โดยหลังจากเก็บไว้ 36 วัน คะแนนเฉลี่ยของแหนมปลานิลไม่ฉายรังสีมีค่า 1.76 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.00) ส่วนในตัวอย่างที่ฉายรังสีจะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ในวันที่ 48 คือ 1.76

จะเห็นว่าเมื่อเก็บแหนมปลานิลในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) แหนมปลาไม่ฉายรังสีสามารถเก็บรักษาได้ 21 วัน ส่วนแหนมปลาฉายรังสีสามารถเก็บรักษาได้ 45 วัน การฉายรังสีจะช่วยให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานกว่า เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์จะเห็นว่าปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสีจะเกินเกณฑ์มาตรฐาน (log CFU/g เท่ากับ 2.00)ในวันที่ 24 และในตัวอย่างที่ฉายรังสีจะไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานตลอดระยะเวลาเก็บ ส่วนค่าอื่น ๆ ที่วิเคราะห์ พบว่า ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน

4.2.2 ผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลานิลที่อุณหภูมิห้อง

4.2.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) แสดงในตารางที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 p-value จากการวิเคราะห์ทางสถิติของระยะเวลาเก็บและสภาวะฉายรังสีรวมทั้งอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลานิลเมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)

SOV	p-value		
	ค่า TBA	ปริมาณกรดแลกติก	ค่าความเป็นกรดด่าง
ระยะเวลาเก็บ	0.000*	0.000*	0.000*
สภาวะฉายรังสี	0.000*	0.000*	0.000*
ระยะเวลาเก็บ x สภาวะฉายรังสี	0.000*	0.000*	0.000*

หมายเหตุ * หมายถึงข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.19 พบว่าปัจจัยหลักทั้งสองคือระยะเวลาเก็บและสภาวะฉายรังสี รวมทั้งอิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัยนี้มีผลทำให้ค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลของระยะเวลาเก็บที่มีผลต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลานิลฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) แสดงในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ผลของระยะเวลาเก็บต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่าง ของแหนมปลานิล เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)

ระยะเวลา (วัน)	ค่า TBA (มก. มัลโลนัลดีไฮด์/กก.)	ปริมาณกรดแลกติก (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความเป็นกรดด่าง
0	$2.47+0.05^{d}$	$1.23+0.04^{b}$	$4.61+0.02^{a}$
2	$2.51+0.03^{d}$	$1.32+0.06^{ab}$	$4.56+0.05^{ab}$
4	$2.55+0.04^{cd}$	$1.30+0.06^{ab}$	$4.55+0.06^{ab}$
6	$2.62+0.06^{cd}$	$1.30+0.06^{ab}$	$4.45+0.11^{bc}$
8	$2.70+0.09^{bc}$	$1.32+0.67^{ab}$	$4.39+0.11^{cd}$
10	$2.79+0.09^{b}$	$1.46+0.11^{ab}$	$4.33+0.08^{cd}$
12	$3.08+0.22^{a}$	$1.54+0.07^{a}$	$4.29+0.08^{d}$

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.20 พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกับแหนมปลาดุกที่เก็บรักษาในอุณหภูมิเดียวกัน คือ ค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ค่าความเป็นกรดด่างมีแนวโน้มลดลง ปริมาณกรดแลกติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากระหว่างการเก็บ จุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลกติกจะสร้างกรดขึ้นทำแหนมมีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นและจะทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดลง

ผลของสภาวะการฉายรังสีต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลานิล เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) แสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ผลของสภาวะการฉายรังสี ต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลานิล เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน

สภาวะการฉายรังสี	ค่า TBA (มก.มัลโลนัลดีไฮด์/กก.)	ปริมาณกรดแลกติก (เปอร์เซ็นต์)	ค่าความเป็นกรดด่าง
ไม่ฉายรังสี	2.60 ± 0.15^{b}	1.41 ± 0.12^{a}	4.39 ± 0.41^{b}
ฉายรังสี 4 กิโลเกรย์	2.75 ± 0.26^{a}	1.30 ± 0.10^{b}	4.51 ± 0.10^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.21 การฉายรังสีมีผลทำให้ค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

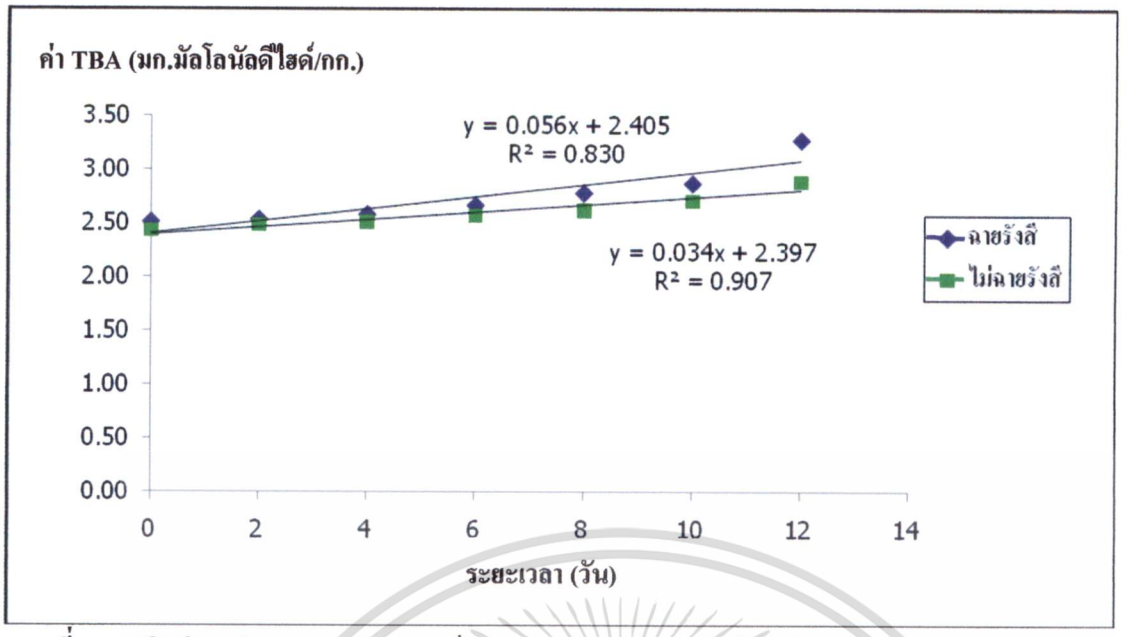
ในด้านค่า TBA พบว่าตัวอย่างที่ฉายรังสีมีค่า TBA สูงกว่าแหนมที่ไม่ฉายรังสี เนื่องจากการฉายรังสีจะเร่งปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันของไขมัน

ด้านปริมาณกรดแลกติก พบว่าตัวอย่างที่ฉายรังสีมีปริมาณกรดแลกติกน้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี เนื่องจากการฉายรังสีมีผลทำให้แบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติกลดจำนวนลงและอยู่ในสภาวะที่อ่อนแอ จึงสร้างกรดได้น้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉาย

ด้านค่าความเป็นกรดด่าง พบว่าตัวอย่างที่ฉายรังสีมีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างจะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดแลกติก คือเมื่อค่าความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้นปริมาณกรดแลกติกจะลดลง

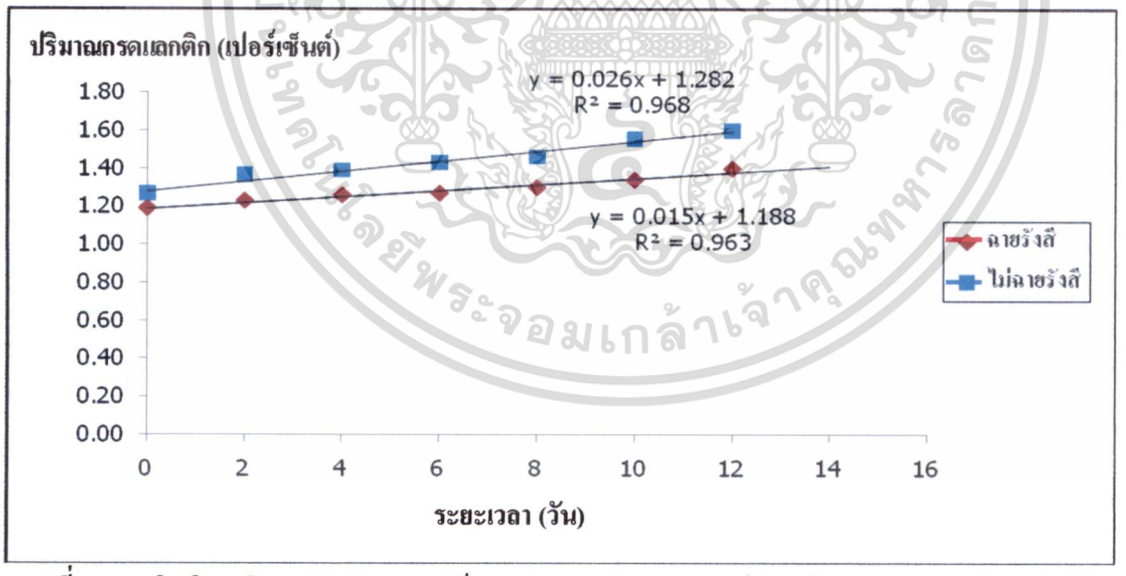
ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาเก็บและการฉายรังสีแหนมปลานิลต่อค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่าง เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) แสดงในภาพที่ 4.22 ถึง 4.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.22 อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อค่า TBA ของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน

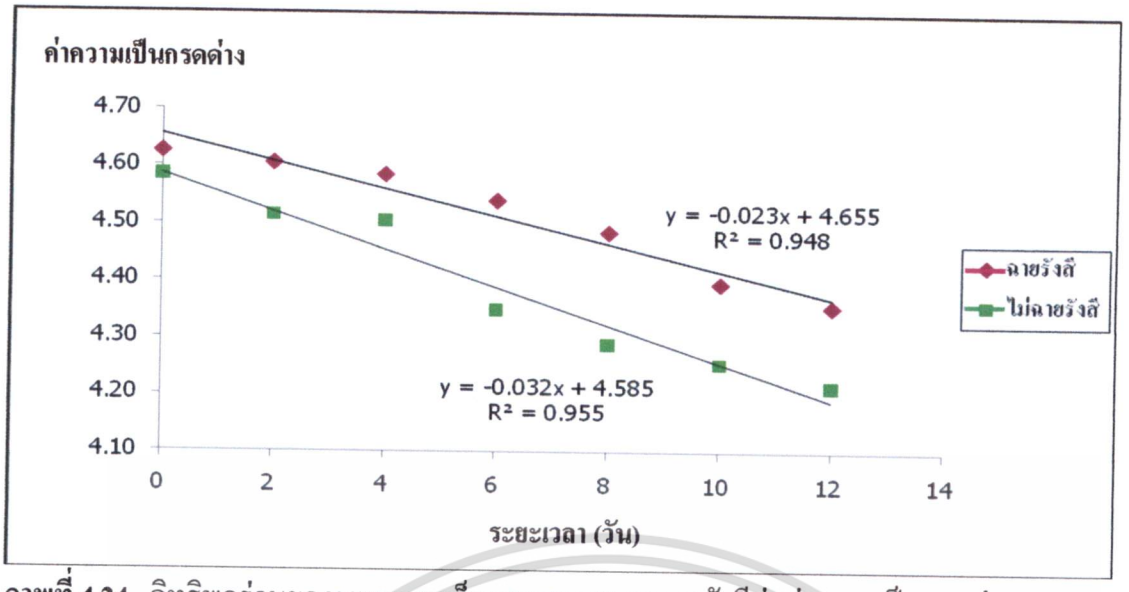
จากภาพที่ 4.22 พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น และแหนมปลานิลที่ฉายรังสีมีค่า TBA สูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี



ภาพที่ 4.23 อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อปริมาณกรดแลกติกของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน

จากภาพที่ 4.23 พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณกรดแลกติกมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น และตัวอย่างที่ฉายรังสีจะมีปริมาณกรดแลกติกต่ำกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.24 อิทธิพลร่วมของระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีต่อค่าความเป็นกรดด่างของแหนมปลานิลเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน

จากภาพที่ 4.24 พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บรักษามากขึ้น ค่าความเป็นกรดด่างมีแนวโน้มลดลง และในตัวอย่างที่ฉายรังสีมีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี

4.1.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์

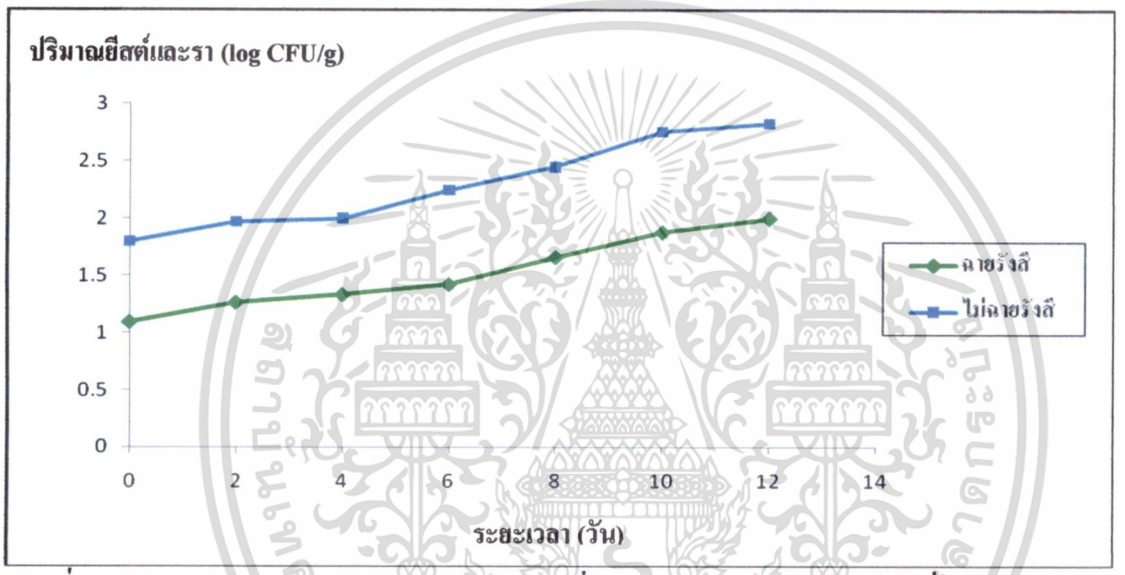
การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และราของแหนมปลานิลฉายและไม่ฉายรังสีเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน แสดงดังตารางที่ 4.10 เมื่อนำผลที่ได้มาเขียนกราฟแสดงดังภาพที่ 4.25

ตารางที่ 4.22 ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)

ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g)	
	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี
0	1.09	1.80
2	1.26	1.85
4	1.33	1.97
6	1.42	2.00
8	1.66	2.25
10	1.88	2.45
12	2.00	2.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.22 พบว่า แหนมปลานิลไม่ฉายรังสีหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วันที่อุณหภูมิห้องมีค่า log CFU/g ของยีสต์และราเท่ากับ 2.25 ซึ่งเกินปริมาณสูงสุดที่กำหนดในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.471/2547) เรื่องแหนมปลา (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.2547) คือ 2.00 ในขณะที่แหนมปลานิลฉายรังสี มีค่า log CFU/g ของยีสต์และราในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาเท่ากับ 2.00 ซึ่งไม่เกินปริมาณสูงสุดที่กำหนดในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.471/2547) ของแหนมปลา ดังแสดงภาพที่ 4.7 พบว่าตลอดการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน ปริมาณยีสต์ละรามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งในแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี โดยในตัวอย่างที่ฉายรังสีจะมีแนวโน้มต่ำกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี



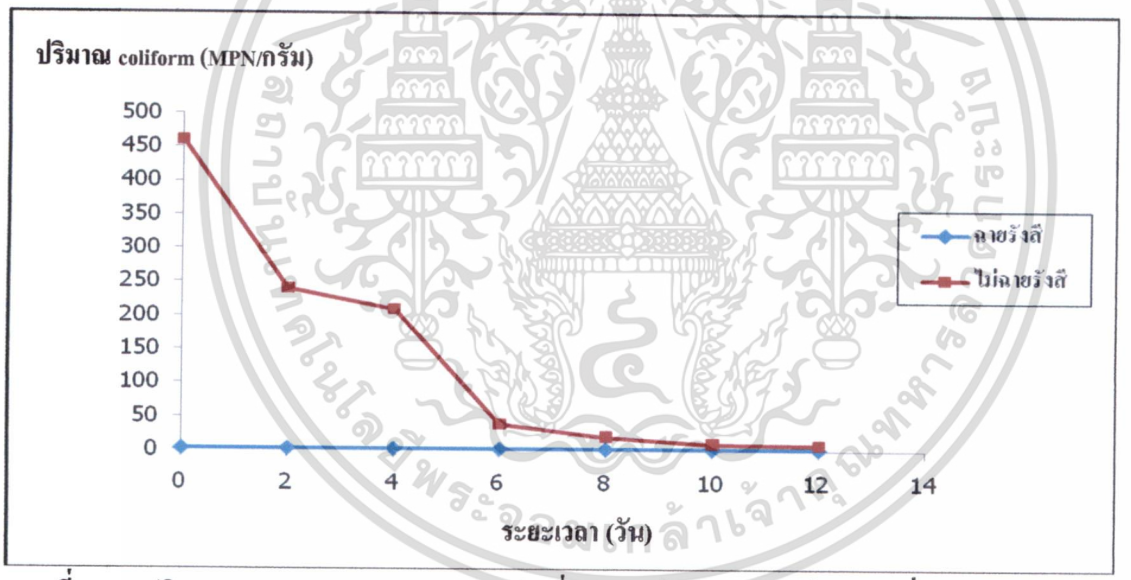
ภาพที่ 4.25 ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน

การเปลี่ยนแปลงปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* ของแหนมปลานิลของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) ได้ผลดังตารางที่ 4.23 และนำผลที่ได้มาเขียนกราฟแสดงดังภาพที่ 4.26 ถึง 4.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

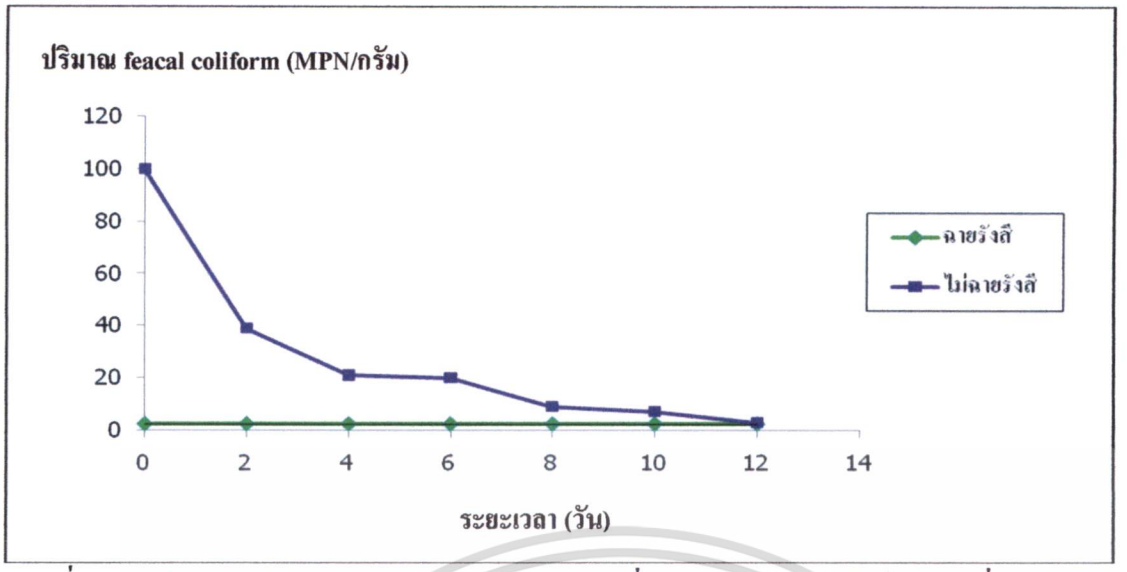
ตารางที่ 4.23 ปริมาณ coliform, feacal coliform และ *E.coli* ของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	coliform (MPN/กรัม)		feacal coliform (MPN/กรัม)		*E. coli* (MPN/กรัม)	
	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี
0	< 3	460	< 3	100	< 3	6
2	< 3	240	< 3	39	< 3	6
4	< 3	210	< 3	21	< 3	6
6	< 3	39	< 3	20	< 3	3
8	< 3	21	< 3	9	< 3	3
10	< 3	11	< 3	7	< 3	3
12	< 3	9	< 3	3	< 3	3

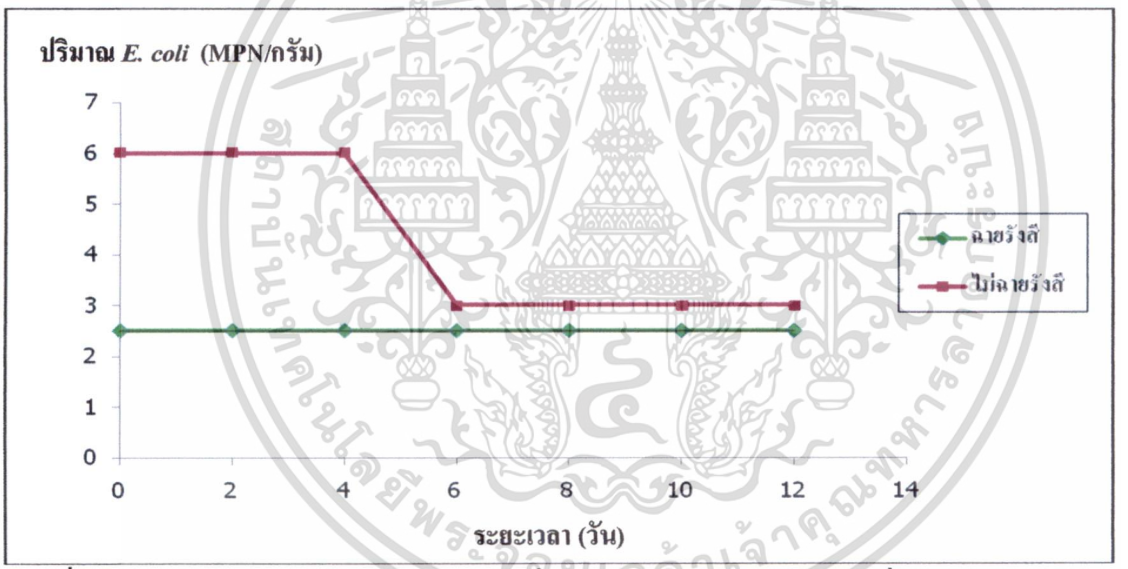


ภาพที่ 4.26 ปริมาณ coliform ของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.27 ปริมาณ feacal coliform ของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน



ภาพที่ 4.28 ปริมาณ *E. coli* ของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน

จากตารางที่ 4.23 พบว่าแหนมปลานิลฉายและไม่ฉายรังสีเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* เช่นเดียวกับแหนมปลานิลที่เก็บรักษาในตู้เย็น คือ ในตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสีมีปริมาณแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดลดลง โดยปริมาณแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดในวันแรกของการเก็บรักษามีปริมาณสูงที่สุดและจะลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.26 ถึง 4.28 ซึ่งปริมาณ *E. coli* ในวันแรกมีค่าไม่เกินเกณฑ์กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 471/2547) ของแหนมปลา ซึ่งแหนมปลานิลผ่านการฉายรังสี จะมีปริมาณแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด <3 MPN/g ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา สำหรับการตรวจ *Salmonella* sp. และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พยาธิในตัวอย่างแหนมปลาทั้งกรณีฉายและไม่ฉายรังสี ได้ผลคือ ไม่พบ *Salmonella sp.* และพยาธิในทุกตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าวัตถุดิบที่นำมาผลิตแหนมปลาไม่มีการปนเปื้อน

4.2.2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วันได้ผลดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 12 วัน

ระยะเวลา	ลักษณะปรากฏ		สี		กลิ่นรส		เนื้อสัมผัส	
เก็บ (วัน)	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี
0	4.35±0.46^{ns}	4.30±0.16	4.70±0.10^{ns}	4.65±0.33	4.30±002^{ns}	4.26±0.32	4.57±0.11^{ns}	4.51±0.23
2	4.25±0.11^{ns}	4.15±0.12	4.66±0.56^{ns}	4.58±0/23	3.93±0.04^{ns}	3.89±0.67	4.01±0.55^{a}	3.69±0.08^{b}
4	4.10±0.08^{a}	3.65±0.11^{b}	4.02±0.33^{ns}	4.01±0.45	3.55±0.05^{a}	3.06±0.07^{b}	3.45±0.47^{a}	2.87±0.45^{b}
6	3.87±0.02^{a}	3.02±0.09^{b}	3.35±0.23^{a}	3.06±0.45^{b}	2.87±0.08^{a}	2.43±0.23^{b}	3.02±0.05^{a}	2.34±0.23^{b}
8	2.98±0/09^{a}	2.65±0.94^{b}	3.02±0.12^{a}	2.57±0.34^{b}	2.36±0.99^{a}	1.81±0.11^{b}	2.45±0.35^{a}	1.98±0.09^{b}
10	2.78±0.10	*	2.75±0.44	*	2.56±0.07	*	2.15±0.45	*
12	2.55±0/14	*	2.45±0.44	*	2.00±0.33	*	1.95±0.46	*

หมายเหตุ 1) ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนในแต่ละลักษณะที่ทดสอบ หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$)

3) * หมายถึง หยุดการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากตารางที่ 4.24 ด้านลักษณะปรากฏจะเห็นว่าหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 2 วัน แหนมปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสีได้คะแนนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) แต่หลังจากนั้นคะแนนที่ได้จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยของแหนมปลานิลที่ไม่ฉายรังสีจะน้อยกว่าตัวอย่างที่ฉายรังสี และคะแนนของทั้ง 2 ตัวอย่างจะลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามตลอดการเก็บรักษาคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 ตัวอย่างไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ 2.00

ด้านสี จะเห็นว่าหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 2 วัน แหนมปลาดุกที่ฉายและไม่ฉายรังสีได้คะแนนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) แต่หลังจากนั้นคะแนนที่ได้จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยของแหนมปลานิลที่ไม่ฉายรังสีจะน้อยกว่าตัวอย่างที่ฉายรังสี และคะแนนของทั้งสองตัวอย่างจะลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 ตัวอย่างไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ 2.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านกลิ่นรส จะเห็นว่าหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน แหนมปลานิลไม่ฉายรังสีได้คะแนนเฉลี่ย 1.81 ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด (2.00) ส่วนในตัวอย่างแหนมปลาฉายรังสีมีค่าไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตลอดการเก็บรักษา

ด้านเนื้อสัมผัส จะเห็นว่าหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 1 วัน แหนมปลาดุกที่ฉายและไม่ฉายรังสีได้คะแนนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) แต่หลังจากนั้นคะแนนที่ได้จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยของแหนมปลานิลไม่ฉายรังสีจะน้อยกว่าตัวอย่างฉายรังสี โดยในวันที่ 8 คะแนนเฉลี่ยของแหนมปลาไม่ฉายรังสีได้คะแนนเฉลี่ย 1.98 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.00) สำหรับแหนมปลาฉายรังสีจะได้คะแนน 1.95 ต่ำกว่าเกณฑ์ในวันที่ 12

เมื่อพิจารณาจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส จะเห็นว่าแหนมปลานิลไม่ฉายรังสีเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) สามารถเก็บรักษาได้ 6 วัน และแหนมปลานิลฉายรังสีสามารถเก็บรักษาได้ 10 วัน และเมื่อพิจารณาร่วมกับผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ จะเห็นว่าปริมาณยีสต์และราในตัวอย่างไม่ฉายรังสีจะเกินเกณฑ์มาตรฐาน (log CFU/g เท่ากับ 2.00) ในวันที่ 8 และในตัวอย่างฉายรังสีไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนค่าอื่น ๆที่วิเคราะห์ พบว่า ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน

4.3 เปรียบเทียบผลของการฉายรังสีต่อการเก็บรักษาแหนมปลาดุกและแหนมปลานิล

นำผลการทดลองของแหนมปลาทั้ง 2 ชนิดที่เก็บรักษาในตู้เย็นและที่อุณหภูมิห้อง มาเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาและคุณภาพด้านต่าง ๆ ได้ผลดังนี้

4.3.1 อายุการเก็บรักษาและผลของการฉายรังสีต่อคุณภาพแหนมปลาดุกและปลานิลเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น (4±2 องศาเซลเซียส)

อายุการเก็บรักษาและคุณภาพด้านกายภาพ จุลินทรีย์ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแหนมปลาดุกและปลานิล ที่ฉายและไม่ฉายรังสี แสดงดังตารางที่ 4.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 อายุการเก็บรักษาและคุณภาพด้ายกายภาพ จุลินทรีย์ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแหนมปลาดุกและปลานิล ที่ฉายและไม่ฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น

อายุการเก็บรักษา / คุณภาพ	แหนมปลาดุก		แหนมปลานิล	
	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี
อายุการเก็บรักษา (วัน)	45	24	45	21
คุณภาพทางกายภาพ				
-ค่า TBA (มก.มาโลนัลดีไฮด์/กก.)	4.66±0.54-5.06±0.66	4.50±0.44-4.65±0.53	2.51±0.35-4.37±0.34	2.44±0.55-2.85±0.34
-ปริมาณกรดแลกติก (เปอร์เซ็นต์)	1.15±0.03-1.37±0.09	1.22±0.06-1.48±0.10	1.19±0.03-1.39±0.05	1.27±0.11-1.36±0.08
-ค่าความเป็นกรดด่าง	4.71±0.01-4.32±0.04	4.64±0.01-4.31±0.05	4.63±0.06-4.36±0.08	4.59±0.03-4.50±0.10
คุณภาพทางจุลินทรีย์				
-ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g)	0-1.93	1.30-2.00	0-1.86	1.35-1.98
-ปริมาณ coliform (MPN/กรัม)	<3-<3	460-21	<3-<3	460-20
-ปริมาณ feacal coliform (MPN/กรัม)	<3-<3	100-3	<3-<3	150-7
-ปริมาณ *E. coli* (MPN/กรัม)	<3-<3	6-<3	<3-<3	7-3
-ปริมาณ *Salmonella sp.*	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
-พยาธิ	-	ไม่พบ	-	ไม่พบ
คุณภาพทางประสาทสัมผัส				
-ด้านลักษณะปรากฏ	4.28±0.55-3.93±0.57	4.30±0.56 -4.35±0.53	4.35±0.46-2.82±0.86	4.30±0.16-4.19±0.47
-ด้านสี	4.05±0.51-3.03±0.16	4.63±0.49-3.95±0.39	4.70±0.10-3.08±0.16	4.65±0.33-3.44±0.34
-ด้านกลิ่นรส	3.70±0.62-2.10±0.60	3.80±0.61-2.10±0.61	4.30±0.02-2.72±0.45	4.26±0.32-2.10±0.22
-ด้านเนื้อสัมผัส	3.83±0.50-2.20±0.61	3.78±0.42-2.83±0.91	4.57±0.11-2.00±0.91	4.51±0.23-3.12±0.54

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตาราง ค่าแรกเป็นค่าเมื่อเริ่มเก็บรักษา ส่วนค่าสุดท้ายเป็นค่าเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา

- ไม่ได้ตรวจวิเคราะห์ เนื่องจากตรวจไม่พบพยาธิในตัวอย่างก่อนฉายรังสี

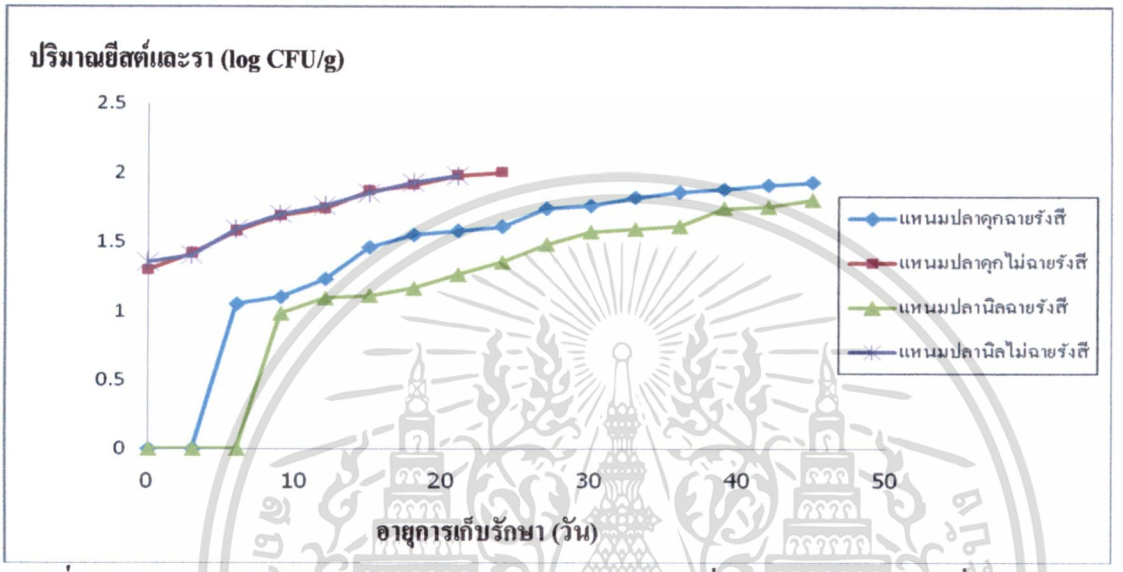
-

จากตารางที่ 4.25 สำหรับตัวอย่างที่ฉายรังสี จะเห็นว่าแหนมปลาดุกและแหนมปลานิลมีอายุการเก็บรักษาเท่ากันคือ 45 วัน แต่สำหรับตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี แหนมปลาดุกและปลานิลมีอายุการเก็บรักษาต่างกันคือ 24 และ 21 วันตามลำดับ ทั้งกรณีที่ฉายและไม่ฉายรังสี ค่า TBA ของแหนมปลาดุกสูงกว่าแหนมปลานิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณกรดแลกติกของแหนมทั้ง 2 ชนิดจะใกล้เคียงกัน ทั้งกรณีฉายและไม่ฉายรังสี แหนมปลานิลจะมีปริมาณกรดแลกติกสูงกว่าแหนมปลาดุก ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ถึงค่าความเป็นกรดด่างด้วย กล่าวคือ แหนมปลาดุกจะมีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่าแหนมปลานิล

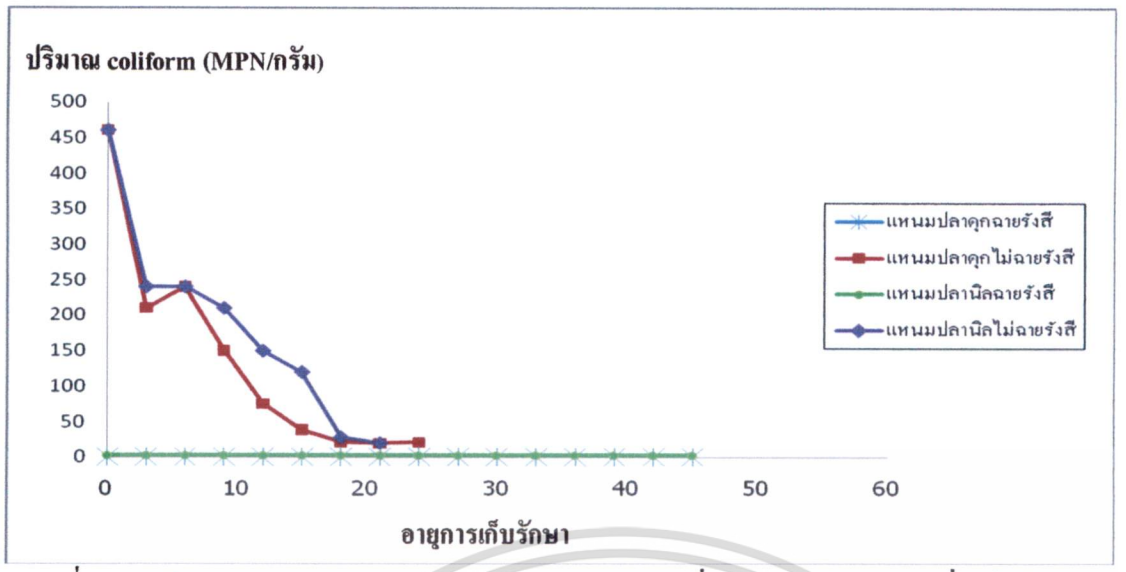
สำหรับปริมาณจุลินทรีย์จากตารางที่ 4.25 คือ ปริมาณยีสต์และรา coliform feacal coliform และ*E. coli* ของแหนมปลาดุกและแหนมปลานิลเมื่อนำมาเขียนกราฟ จะได้ดังภาพที่ 4.29 ถึง 4.32



ภาพที่ 4.29 ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลาดุกและปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น

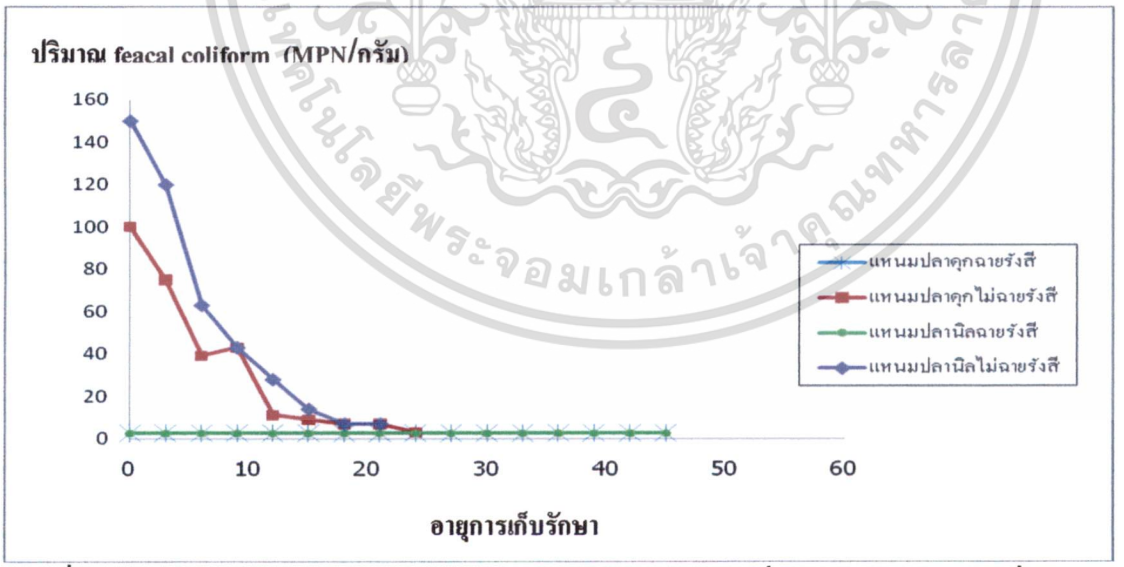
จากภาพที่ 4.29 สำหรับแหนมฉายรังสีจะเห็นว่าแหนมปลานิลจะมีปริมาณยีสต์และราต่ำกว่าแหนมปลาดุกเล็กน้อยตลอดระยะเวลาเก็บ ส่วนแหนมที่ไม่ฉายรังสีนั้น พบว่า แหนมปลาทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณยีสต์และราใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.30 ปริมาณ coliform ของแหนมปลาดุกและปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น

จากภาพที่ 4.30 สำหรับแหนมที่ฉายรังสี จะเห็นว่าปริมาณ coliform ของแหนมปลาดุกและแหนมปลานิลจะคงที่เหมือนกัน คือ <3 MPN/กรัม ตลอดการเก็บรักษา ส่วนในตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี พบว่าตัวอย่างแหนมปลาทั้ง 2 ชนิด ปริมาณ coliform มีแนวโน้มลดลง โดยแหนมปลาดุกมีปริมาณต่ำกว่าแหนมปลานิลเล็กน้อย

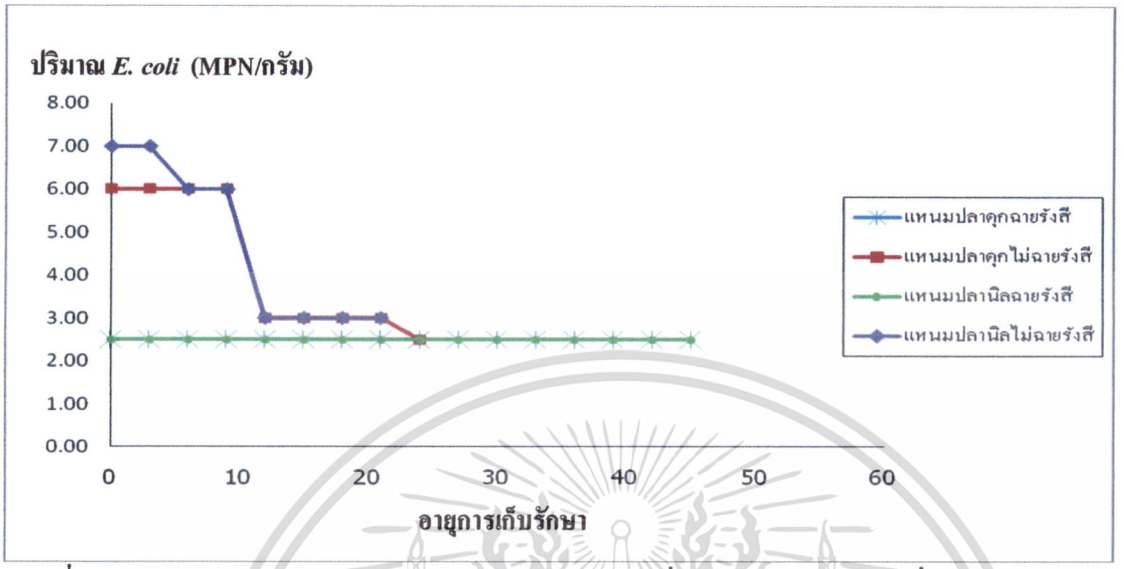


ภาพที่ 4.31 ปริมาณ feacal coliform ของแหนมปลาดุกและปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น

จากภาพที่ 4.31 สำหรับแหนมที่ฉายรังสี จะเห็นว่าปริมาณ feacal colifrom ของแหนมปลาดุกและแหนมปลานิลจะคงที่ คือ <3 MPN/กรัม ตลอดการเก็บรักษา ส่วนในตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าตัวอย่างแหนมปลาทั้ง 2 ชนิด ปริมาณ feacal colifrom มีแนวโน้มลดลง โดยในตัวอย่างแหนมปลาดุกจะต่ำกว่าในแหนมปลานิล



ภาพที่ 4.32 ปริมาณ *E. coli* ของแหนมปลาดุกและปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาในตู้เย็น

จากภาพที่ 4.32 สำหรับแหนมที่ฉายรังสี จะเห็นว่า ปริมาณ *E. coli* ในแหนมทั้ง 2 ชนิดจะคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา คือ <3 MPN/กรัม ส่วนในตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี พบว่าปริมาณ *E. coli* ในแหนมปลาทั้ง 2 ชนิดมีแนวโน้มลดลง โดยตัวอย่างแหนมปลาดุก ปริมาณ *E. coli* ในวันแรกสูงกว่าแหนมปลานิล แต่เมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้นปริมาณ *E. coli* จะลดลงเท่ากัน สำหรับการตรวจ *Salmonella* sp. และพยาธิในตัวอย่างแหนมปลาทั้งกรณีฉายและไม่ฉายรังสี ได้ผลคือ ไม่พบ *Salmonella* sp. และพยาธิในทุกตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าวัตถุดิบที่นำมาผลิตแหนมปลาไม่มีการปนเปื้อน

ด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส คะแนนที่ได้ของตัวอย่างแหนมปลาทั้ง 2 ชนิดไม่ต่างกันมากนัก สำหรับแหนมที่ฉายรังสี เมื่อเริ่มเก็บรักษา ตัวอย่างแหนมปลาดุกได้คะแนนเฉลี่ยของทุกลักษณะต่ำกว่าแหนมปลานิล แต่ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แหนมปลาดุกจะได้คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสสูงกว่าแหนมปลานิล สำหรับตัวอย่างแหนมที่ไม่ฉายรังสี จะเห็นว่า แหนมปลาทั้ง 2 ชนิด ได้คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏเท่ากัน ส่วนคะแนนเฉลี่ยด้านอื่นของแหนมปลาดุกเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษาจะน้อยกว่าแหนมปลานิล แต่ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาจะเห็นว่าแหนมปลาดุกได้คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ และสีสูงกว่าแหนมปลานิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 อายุการเก็บรักษาและผลของการฉายรังสีต่อคุณภาพแหนมปลาดุกและปลานิลเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส)

อายุการเก็บรักษาและคุณภาพด้านกายภาพ จุลินทรีย์ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแหนมปลาดุกและปลานิล ที่ฉายและไม่ฉายรังสี แสดงดังตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 อายุการเก็บรักษาและคุณภาพด้ายกายภาพ จุลินทรีย์และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแหนมปลาดุกและปลานิล ฉายและไม่ฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

อายุการเก็บรักษา / คุณภาพ	แหนมปลาดุก		แหนมปลานิล	
	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี	ฉายรังสี	ไม่ฉายรังสี
อายุการเก็บรักษา (วัน)	8	6	10	6
คุณภาพทางกายภาพ				
-ค่า TBA (มก.มาโลนัลดีไฮด์/กก.)	4.66±0.54-5.06±0.23	4.50±0.41-4.65±0.25	2.51±0.35-2.87±0.35	2.44±0.55-2.85±0.43
-ปริมาณกรดแลกติก (เปอร์เซ็นต์)	1.15±0.03-1.37±0.05	1.22±0.06-1.48±0.05	1.19±0.03-1.34±0.06	1.27±0.11-1.36±0.06
-ค่าความเป็นกรดด่าง	4.71±0.01-4.32±0.07	4.64±0.01-4.31±0.08	4.63±0.06-4.40±0.05	4.59±0.03-4.50±0.04
คุณภาพทางจุลินทรีย์				
-ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g)	1.05-1.56	1.70-2.00	1.09-1.88	1.80-2.00
-ปริมาณ coliform (MPN/กรัม)	<3-<3	460-75	<3-<3	460-39
-ปริมาณ feacal coliform (MPN/กรัม)	<3-<3	100-34	<3-<3	100-20
-ปริมาณ *E. coli* (MPN/กรัม)	<3-<3	6-6	<3-<3	6-3
-ปริมาณ *Salmonella sp.*	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
-พยาธิ	-	ไม่พบ	-	ไม่พบ
คุณภาพทางประสาทสัมผัส				
-ด้านลักษณะปรากฏ	4.28±0.55-2.43±0.50	4.30±0.56-2.35±0.81	4.35±0.46-2.78±0.10	4.30±0.16-3.02±0.09
-ด้านสี	4.05±0.51-2.45±0.50	4.63±0.49-3.35±0.48	4.70±0.10-2.75±0.44	4.65±0.33-3.06±0.45
-ด้านกลิ่นรส	3.7±0.62-2.53±0.46	3.80±0.61-2.00±0.55	4.30±0.02-2.56±0.07	4.26±0.32-2.43±0.23
-ด้านเนื้อสัมผัส	3.83±0.50-2.30±0.46	3.78±0.42-2.16±0.51	4.57±0.11-2.15±0.45	4.51±0.23-2.34±0.23

หมายเหตุ ค่าที่แสดงในตาราง ค่าแรกเป็นค่าเมื่อเริ่มเก็บรักษา ส่วนค่าสุดท้ายเป็นค่าเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา

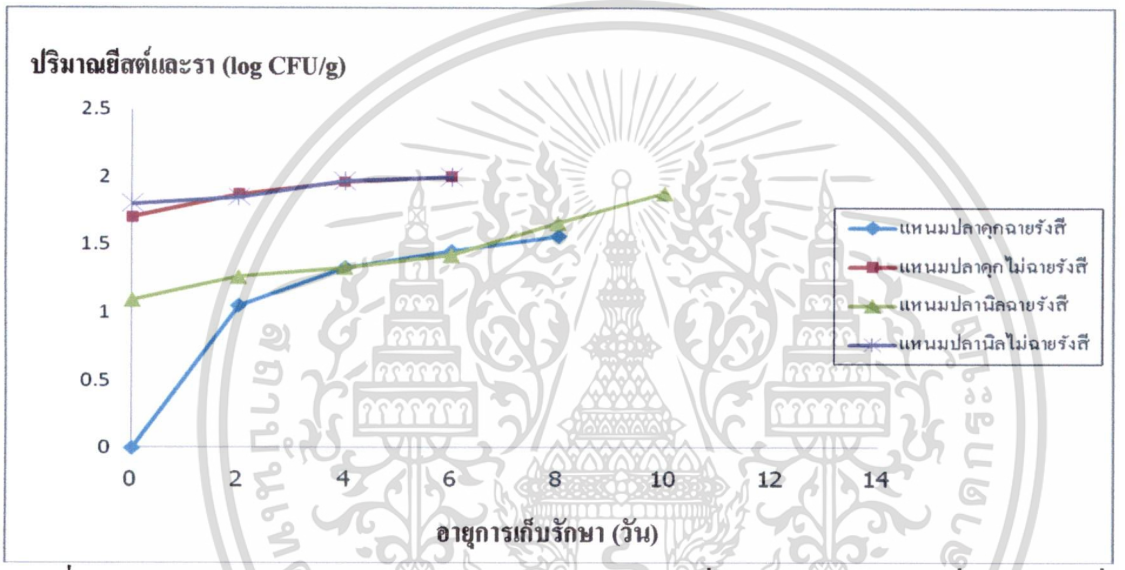
- ไม่ได้ตรวจวิเคราะห์ เนื่องจากตรวจไม่พบพยาธิในตัวอย่างก่อนฉายรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.26 สำหรับตัวอย่างที่ฉายรังสี จะเห็นว่าแหนมปลาดุกและแหนมปลานิลมีอายุการเก็บรักษาต่างกันคือ 8 และ 10 วันตามลำดับ แต่สำหรับตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี แหนมปลาดุกและปลานิลมีอายุการเก็บรักษาเท่ากันคือ 6 วัน ค่า TBA ของแหนมปลาดุกสูงกว่าแหนมปลานิล

ปริมาณกรดแลกติกของแหนมปลาทั้งกรณีที่ฉายและไม่ฉายรังสีจะมีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยแหนมปลานิลจะมีปริมาณกรดแลกติกสูงกว่าแหนมปลาดุก ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดด่างด้วย กล่าวคือ แหนมปลาดุกจะมีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่าแหนมปลานิล

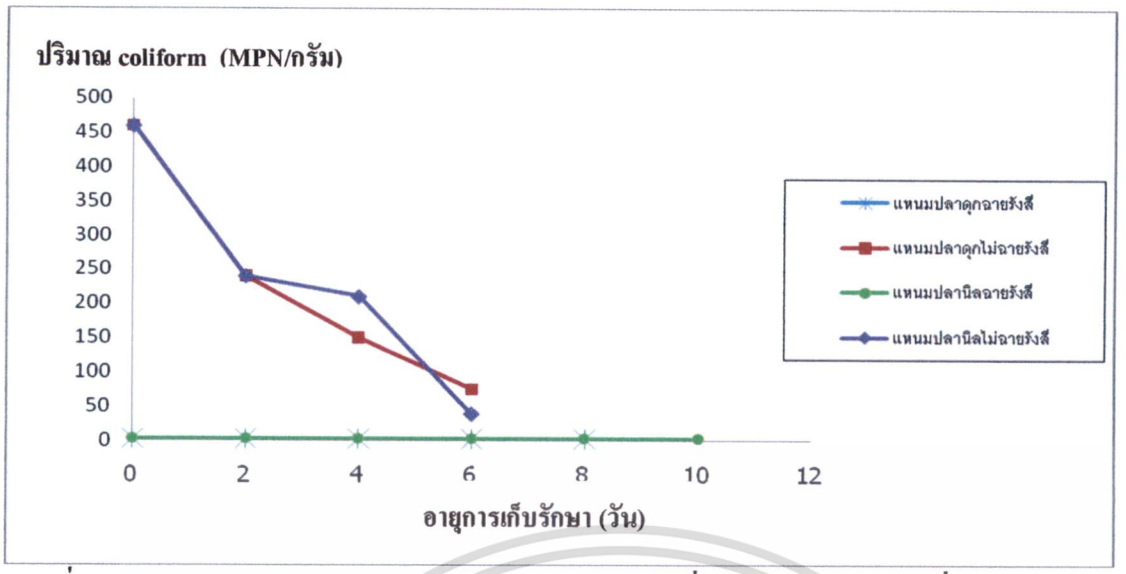
สำหรับปริมาณจุลินทรีย์จากตารางที่ 4.26 คือ ปริมาณยีสต์และรา coliform feacal coliform และ*E. coli* ของแหนมปลาดุกและแหนมปลานิลเมื่อนำมาเขียนกราฟ จะได้ดังภาพที่ 4.33 ถึง 4.36



ภาพที่ 4.33 ปริมาณยีสต์และราของแหนมปลาดุกและปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

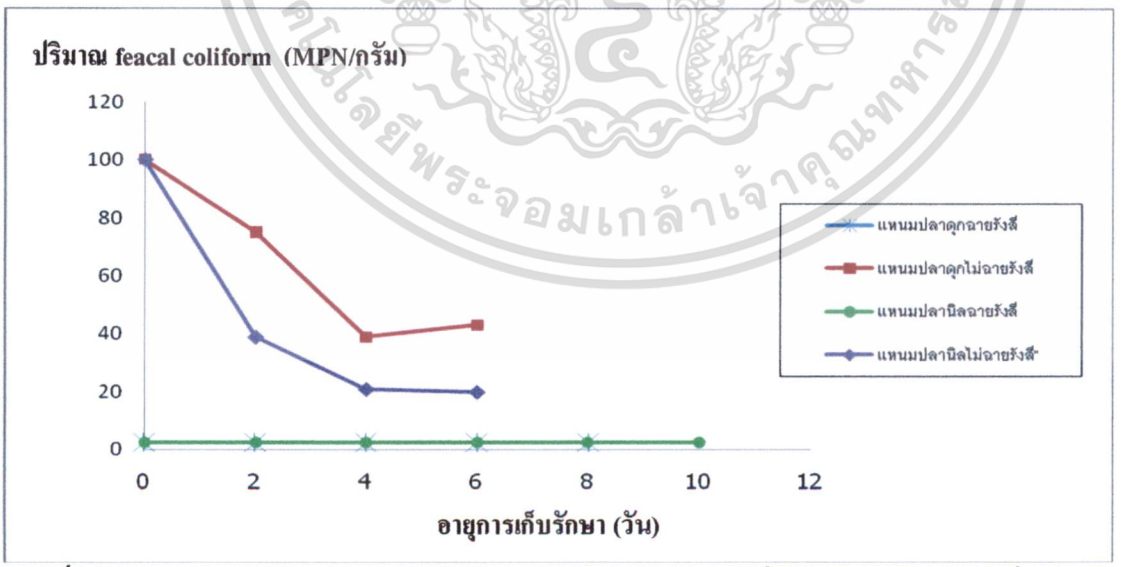
จากภาพที่ 4.33 สำหรับแหนมฉายรังสีจะเห็นว่าแหนมปลาดุกจะมีปริมาณยีสต์และราต่ำกว่าแหนมปลานิลเมื่อเริ่มเก็บรักษา และจะมีปริมาณใกล้เคียงกันเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น ส่วนแหนมที่ไม่ฉายรังสีนั้น พบว่า แหนมปลาทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณยีสต์และราใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.34 ปริมาณ coliform ของแหนมปลาดุกและปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาอุณหภูมิห้อง

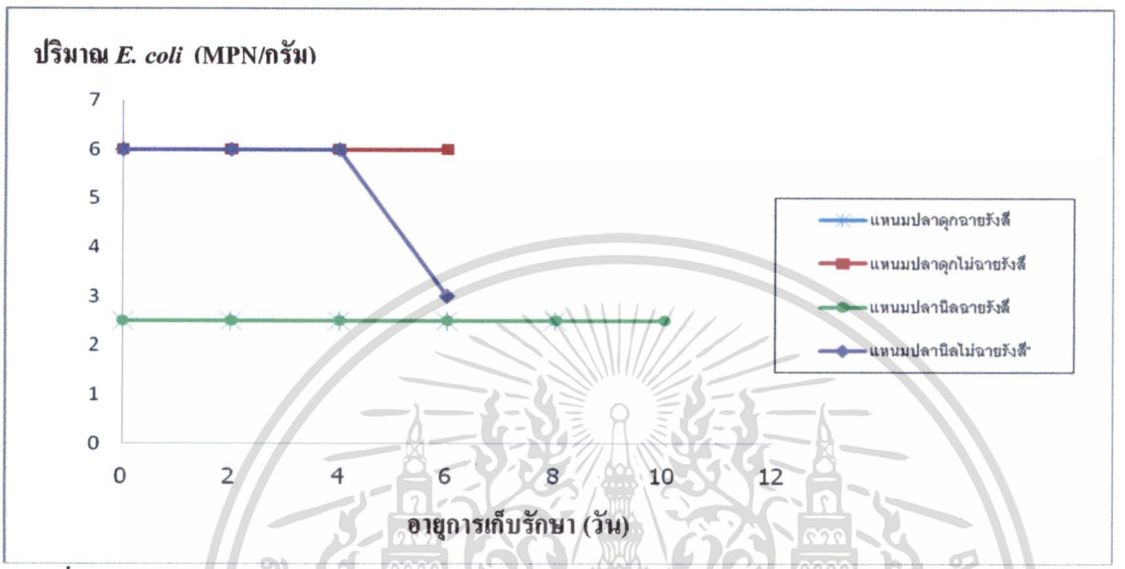
จากภาพที่ 4.34 สำหรับแหนมที่ฉายรังสี จะเห็นว่าปริมาณ coliform ของแหนมปลาดุกและปลานิลมีปริมาณคงที่เหมือนกัน คือ <3 MPN/กรัม ตลอดการเก็บรักษา ส่วนในตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี พบว่าตัวอย่างแหนมปลาทั้ง 2 ชนิด ปริมาณ coliform มีแนวโน้มลดลง โดยแหนมปลาดุกมีปริมาณต่ำกว่าแหนมปลานิลเล็กน้อย แต่ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แหนมปลาดุกมีปริมาณ coliform สูงกว่าแหนมปลานิล



ภาพที่ 4.35 ปริมาณ feacal coliform ของแหนมปลาดุกและปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.35 สำหรับแหนมที่ฉายรังสี จะเห็นว่าปริมาณ feacal colifrom ของแหนมปลาดุกและแหนมปลานิลจะคงที่ คือ <3 MPN/กรัมตลอดการเก็บรักษา ส่วนในตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี พบว่า ปริมาณ feacal colifrom มีแนวโน้มลดลง โดยตัวอย่างแหนมปลาดุกจะมีปริมาณ feacal colifrom สูงกว่าแหนมปลานิล



ภาพที่ 4.36 ปริมาณ *E. coli* ของแหนมปลาดุกและปลานิลที่ฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

จากภาพที่ 4.36 สำหรับแหนมที่ฉายรังสี จะเห็นว่า ปริมาณ *E. coli* ในแหนมทั้ง 2 ชนิดจะคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา คือ <3 MPN/กรัม ส่วนในตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี พบว่าปริมาณ *E. coli* ในแหนมทั้ง 2 ชนิดจะคงที่ตลอดการเก็บรักษา คือ 6 MPN/กรัม แต่เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาแหนมปลานิลมีปริมาณ *E. coli* ลดลงเท่ากับ 3 MPN/กรัม สำหรับการตรวจ *Salmonella* sp. และพยาธิในตัวอย่างแหนมปลาทั้งกรณีฉายและไม่ฉายรังสี ได้ผลคือ ไม่พบ *Salmonella* sp. และพยาธิในทุกตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าวัตถุดิบที่นำมาผลิตแหนมปลาไม่มีการปนเปื้อน

คุณภาพทางประสาทสัมผัส คะแนนที่ได้ของตัวอย่างแหนมปลาทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกันมากนัก สำหรับแหนมที่ฉายรังสี จะเห็นว่า เมื่อเริ่มเก็บรักษา ตัวอย่างแหนมปลาดุกได้คะแนนเฉลี่ยของทุกลักษณะต่ำกว่าแหนมปลานิล แต่ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา แหนมปลาดุกจะได้คะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสสูงกว่าแหนมปลานิล ส่วนตัวอย่างแหนมที่ไม่ฉายรังสี จะเห็นว่า แหนมปลาทั้ง 2 ชนิดได้คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏเท่ากัน ส่วนคะแนนเฉลี่ยด้านอื่นของแหนมปลาดุกเมื่อเริ่มเก็บรักษาจะน้อยกว่าแหนมปลานิล แต่ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาจะเห็นว่าแหนมปลาดุกได้คะแนนเฉลี่ยด้านสีสูงกว่าแหนมปลานิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ผลของการฉายรังสีแหนมปลาดุกและแหนมปลานิล เก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) พบว่า ปัจจัยหลักคือระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสีรวมทั้งอิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัยนี้มีผลทำให้ค่า TBA เพิ่มขึ้น แหนมปลาที่ฉายรังสีมีค่า TBA สูงกว่าแหนมปลาที่ไม่ฉายรังสี การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดแลกติกจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและค่าความเป็นกรดด่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น โดยในตัวอย่างแหนมปลาฉายรังสีจะเกิดการเปลี่ยนแปลงช้ากว่าในตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ในแหนมปลาดุกและแหนมปลานิลฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) พบว่า การฉายรังสีสามารถลดปริมาณยีสต์และราได้ โดยตลอดระยะเวลาเก็บรักษาปริมาณยีสต์และรามีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ในขณะที่แหนมปลาดุกและปลานิลไม่ฉายรังสีจะมีปริมาณยีสต์และราเกินเกณฑ์มาตรฐานในวันที่ 27 และ 24 ตามลำดับ ส่วนปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* ในแหนมปลาดุกและปลานิลฉายรังสี มีค่า < 3 MPN/กรัม ตลอดการเก็บรักษา และแหนมปลาดุกและแหนมปลานิลไม่ฉายรังสีมีปริมาณแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดในวันแรกของการเก็บรักษามีปริมาณสูงที่สุดและจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามปริมาณ *E. coli* มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับปริมาณ *Salmonella* sp. และพยาธิตรวจไม่พบในตัวอย่างแหนมปลาดุกและปลานิล

5.1.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแหนมปลาดุกและแหนมปลานิลฉายและไม่ฉายรังสีเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) พบว่า ในแหนมปลาดุกผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี ไม่แตกต่างกัน แต่คุณภาพด้าน กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสผู้ทดสอบจะยอมรับตัวอย่างที่ฉายรังสีมากกว่าที่ไม่ฉายรังสี คะแนนเฉลี่ยของทั้งสองตัวอย่างจะลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บมากขึ้น แหนมปลานิลก็มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกัน

5.1.4 ผลของการฉายรังสีแหนมปลาดุกและปลานิล เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) เมื่อศึกษาผลของปัจจัยหลักคือ ระยะเวลาเก็บและสภาวะการฉายรังสี รวมทั้งอิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัยนี้ พบว่าจะมีผลทำให้ ค่า TBA ปริมาณกรดแลกติก และค่าความเป็นกรดด่าง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแหนมปลาที่ฉายรังสีมีค่า TBA สูงกว่าแหนมปลาที่ไม่ฉายรังสี การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดแลกติกจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและค่าความเป็นกรดด่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น โดยในตัวอย่างแหนมปลาฉายรังสีจะเกิดการเปลี่ยนแปลงช้ากว่าในตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.5 ผลการวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ในแหนมปลาดุกและแหนมปลานิลฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) พบว่า การฉายรังสีสามารถลดปริมาณยีสต์และราได้ ส่วนปริมาณ coliform feacal coliform และ *E. coli* พบว่าการฉายรังสีทำให้ปริมาณแบคทีเรียเหล่านี้มีปริมาณคงที่ คือ < 3 MPN/กรัม ตลอดการเก็บรักษา ส่วนในตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี แบคทีเรียเหล่านี้มีปริมาณสูงและจะค่อย ๆ ลดปริมาณลงเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น และตรวจไม่พบปริมาณ *Salmonella* sp. และพยาธิในตัวอย่างแหนมปลาทั้ง 2 ชนิด

5.1.6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแหนมปลาดุกและปลานิลฉายและไม่ฉายรังสี เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) พบว่า สำหรับแหนมปลาดุก ผู้ทดสอบให้คะแนนในทุกลักษณะลดลงเมื่อเก็บเป็นระยะเวลานานขึ้น โดยคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรสและเนื้อสัมผัสมีคะแนนไม่แตกต่างกันในสองวันแรกของการเก็บรักษา แต่หลังจากนั้นคะแนนที่ได้จะแตกต่างกันในทุกลักษณะ โดยคะแนนของตัวอย่างที่ฉายรังสีจะสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี แหนมปลานิลก็มีผลการทดลองเช่นเดียวกัน

สำหรับอายุการเก็บรักษาแหนมปลาทั้ง 2 ชนิด เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสร่วมกับผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ สามารถสรุปได้ว่า ถ้าเก็บในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส) สำหรับแหนมปลาดุกฉายและไม่ฉายรังสี สามารถเก็บรักษาได้ 45 และ 24 วันตามลำดับ ส่วนแหนมปลานิล สามารถเก็บรักษาได้ 45 และ 21 วันตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) สำหรับตัวอย่างแหนมปลาดุกฉายและไม่ฉายรังสี สามารถเก็บรักษาได้ 8 และ 6 วันตามลำดับ ส่วนแหนมปลานิล สามารถเก็บรักษาได้ 10 และ 6 วันตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการฉายรังสีสามารถช่วยให้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการฉายรังสีจะเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแหนม โดยเฉพาะวัตถุดิบหลักคือเนื้อปลา ส่งผลให้ค่า TBA ที่ได้สูง ดังนั้นเพื่อเป็นการลดค่า TBA ลง การศึกษาครั้งต่อไปจึงควรทำการคัดเลือกเนื้อปลาก่อนผลิตโดยพิจารณาจากปริมาณไขมันที่มีอยู่ในเนื้อปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมประมง. 2545. **คู่มือการผลิตผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ.** สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมประมง. 2551. **"การเพาะเลี้ยงปลานิล."** [Online].Available: http://www.fisheries.go.th/it network/knowledge/type%20of%20fish/typeoffish.htm

กระทรวงสาธารณสุข. 2529. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 103 (พ.ศ. 2529) เรื่องกำหนดกรรมวิธีผลิตอาหารซึ่งมีการใช้วิธีการฉายรังสี.** กรุงเทพฯ : กระทรวงสาธารณสุข.

กองวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2529. **อาหารฉายรังสี : หลักการใช้และความปลอดภัย.** กองวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.

โกวิทย์ นุชประมูล. 2542. **อาหารกับการฉายรังสี.** กรุงเทพฯ : สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ.

โกวิทย์ นุชประมูล และ ไพศาล เลาห์เรณู. 2517. **การฉายรังสีแหนมเพื่อทำลายเชื้อโรคท้องร่วงซัลโมเนลลา.** อ้างโดย อำไพ อังสุนันทวิวัฒน์. 2543. แหนมฉายรังสีแกมมาเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค. ข่าว พปส. 6 (4) : 2-6.

จารุวรรณ มณีศรี. 2551. **เทคโนโลยีอาหารหมัก.** กรุงเทพฯ. โฟร์เพซ.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์.** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

นงคราญ เรืองประพันธ์ และนิตยา พันธุ์บัว. 2533. "การสำรวจคุณภาพทางจุลชีววิทยาของแหนมและหมูยอที่ผลิตในจังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย." **วารสารอาหาร,** ปีที่ 11 ฉบับที่ 2: หน้า 32-39.

นงนุช รักสกุลไทย. 2545. **"เอกสารประกอบการสอนรายวิชาวัตถุเจือปนในอาหารในอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ."**กรุงเทพฯ : ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เอกสารอัดสำเนา.

นิธิตา ใจเสมอ, นิโรสลีซา เจะซู และมนี ธัมมิกะกุล. 2551. **"การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีเมื่อปลาตาย"** [Online].Available:http://www.schoolnet.nectec.or.th/library/webcontest2003/100team/dlss022/science/fishdie/fishdie.htm

บุษกร อุตรอภิชาติ. 2545. **"จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในอาหาร."** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยทักษิณ. เอกสารอัดสำเนา.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2538. "การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม." **วารสารเกษตรมหาวิทยาลัยเชียงใหม่,** ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 : หน้า 82-102.

มัทนา แสงจินดาวงษ์. 2545. **ผลิตภัณฑ์ประมงของไทย.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มานิต กิ่งทอง. 2547. **" การยืดอายุการเก็บรักษาแหนมปลาโดยการฉายรังสี."** วิทยานิพนธ์วิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาผลิตภัณฑ์ประมง บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์, วชิรา พริ้งศุลกะ และเสาวพงศ์ เจริญ. 2531. **การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อแหนมฉายรังสี.** กรุงเทพฯ: กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ.

เยาวเรศ ทองนอก, ชาญชัย ตรีเพชร, กัลยาภรณ์ จันตรี, อุบล ชื่นสำราญ, นราภรณ์ ศิริกังวาน, วรพจน์ หริตกุล และกาญจนศักดิ์ จารุปาณ. 2545. **การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารและวัตถุเจือปนในแหนมปลาบริเวณกรุงเทพฯ.** รายงานการวิจัย. สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.

ศรัณยา เปียแดง. 2528. **"การใช้รังสียืดยายุการเก็บรักษาหมูยอ."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิพัฒน์ รักเผ่า. 2539. **"ผลของเชื้อเริ่มต้นผสมในการหมักแหนมต่อการลดปริมาณ *Staphylococcus-aureus*."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2518. **"การศึกษาจุลินทรีย์ที่เป็นตัวการในระหว่างการทำแหนม"**วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สายสนม ประดิษฐ์ดวง, ทนง ภัครพันธุ์, ลูกจันทร์ ภัครพันธุ์, ประยูร แสวงศักดิ์, วิชัย หฤทัยธนา-สันต์, ประศาสตร์ ฟูตระกูล และไพบูลย์ ด่านวีรุทัย. 2521. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการผลิตอาหาร.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. 2532. **ศูนย์ฉายรังสีอาหารและผลิตผลทางการเกษตร.** กรุงเทพฯ : กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและพลังงาน.

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. 2534. **การฉายรังสีอาหารและการยอมรับ.** กรุงเทพฯ : กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและพลังงาน.

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. 2536. **เทคโนโลยีการฉายรังสีแหนม.** กรุงเทพฯ : กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและพลังงาน.

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. 2541. **สารานุกรมศัพท์นิวเคลียร์ เล่ม 1.** กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยา-ศาสตร์เทคโนโลยีและพลังงาน.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแหนมปลา.** มผช. 471-2547. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2535. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** มหาวิทยาลัยศรีนครินวิโรฒ ประสานมิตร.

อดิศร เสวตวิวัฒน์. 2533. **"ผลของการใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติกต่อซาโมลเนลลาในการหมักแหนม."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อดิศร เสวตวิวัฒน์. 2542. "ศึกษาผลของน้ำสกัดกระเทียมต่อการเจริญของกล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติกสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อและเชื้อโรคอาหารเป็นพิษที่พบมากในแหนม." **วารสารอาหาร,** ปีที่ 29 ฉบับที่ 2 : หน้า 107-115.

อรนุช อุตรภิชาติ. 2530. "**การคัดเลือกแบคทีเรียซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อซาลโมเนลลาและการผลิตกล้าเชื้อผงเพื่อใช้หมักแหนม.**" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรวรรณ เลาหสินนุรักษ์. 2544. "**การยืดอายุการเก็บรักษาส้มฟักโดยการฉายรังสี.**" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาผลิตภัณฑ์ประมง บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรวัลภ์ สุขสุเดช. 2540. "**การพัฒนาไส้กรอกเปรี้ยวไทยและการยืดอายุการเก็บรักษาโดยการฉายรังสีแกมมา.**" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรอนงค์ มหัคฆ์พงศ์. 2548. **"ส่งออกอาหารฉายรังสีต้องระวัง."** กรุงเทพฯ : สถาบันอาหาร. เอกสารอัดสำเนา

เอื้อมพร แสงสุวรรณ. 2549. "มหัศจรรย์ ป.ปลา อาหารต้านโรค." **นิตยสารชีวจิต,** ปีที่ 8 ฉบับที่ 178 : หน้า 14-15.

Ahn, D.U. and Nam, K.C.. 2004. **Effects of ascorbic acid and antioxidants on color, lipid oxidation and volatiles of irradiated ground beef radiation Phys.** Chem.

Anonymous. 2004. **"Salmonellosis and its laboratory diagnosis."** [Online]. Abstract : www.geocities.com/ avinash_abhyankar/bacteriology.htm.

AOAC. 2000. **Official Method of the association of official analytical chemists.** 17th ed. Arlington. Virginia.

Catherine, N. 2001. **"Irradiation of food."** [Online]. Abstract : www.foodsafety.psu.edu/CASA_2001- Irradiation%20_talk/sld051.htm.

Ingram, M. and Kitchell, A.G., 1967. " Salt as a preservative for foods." **Journal of Food Technology . 21** : pp. 1–5.

International Atomic Energy Anency. 1982. Training Manual on Food Irradiation Technology and Techniques. Technical Report, Serial No. 114. Vienna : IAEA. อ้างถึงใน มานิต กิ่งทอง. 2547. " การยืดอายุการเก็บรักษาแหนมปลาโดยการฉายรังสี." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาผลิตภัณฑ์ประมง บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Kirk, R.S. and Sawyer,R.. (eds.) 1991. **Pearson's Composition and Analysis of Foods.** 9 th ed. Longman Scientific and Technical.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kramlich, W.E.,Pcarson.,A.M.and Tauber, F.W. 1973. **Processed Meat.** The AVI Publ.Co., Inc. Westport. Connecticut.

Robert, W. 2006. **"Backcountry Water Analysisfor Coliforms."** [Online]. Abstract : www.yosemite.org/naturenotes/DerletYosemite2005.htm.

Samelis, J., Kakouri, A., Savvaidis, I. N., Riganakos, K. and Kontominas, M. G. 2005. "Use of ionizing radiation doses of 2 and 4 kGy to control *Listeria* spp. and *Escherichia coli* O157:H7 on frozen meat trimmings used for dry fermented sausage production." **Meat Science**. 70 : 189–195.

Sangjindavong, M. Chuapoehuk, P. and Raksakulthai, N. 2000. **Quality characteristics of fermented sour fish cake (Nham-pla)**. Int. J . of Food Properties. 3(3) : 399-406.

Swetwiwathana, A.; Leutz, U.; Fischer, A. 1990. **Role of garlic on growth and lactic production of starter cultures.** Bonn, Germany.

Wiriyacharee, P., Brooks, J. D., Earle, M. D., and Page, G. 1990. **The improvement of a traditional Thai fermented sausage by use of mixed starter cultures.** In Fermentation Technologies: Industrial Applications Conference: Massey University, Palmerston North, New Zealand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณภาพ

1. การวิเคราะห์ค่า TBA (Kirk and Sawyer. 1991)

1.1 ชั่งอาหาร 10 กรัม นำไปปั่นกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นาน 2 นาที

1.2 เทตัวอย่างที่บดละเอียดลงในขวดกลั่น ล้างตัวอย่างออกจากเครื่องด้วยน้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตร เทลงในขวดกลั่น

1.3 เติมกรด HCl 4 M จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เพื่อปรับ pH ให้ได้ประมาณ 1.5 เติม glass beads

1.4 นำตัวอย่างไปกลั่น โดยกลั่นได้ของเหลว 50 มิลลิลิตร ภายในเวลา 10 นาที หลังจากตัวอย่างเริ่มเดือด

1.5 ดูดของเหลวที่กลั่นได้ (diatillate) 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดแก้วสะอาดที่มีฝาปิด

1.6 เติมสารละลาย TBA 5 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายและจุ่มในอ่างน้ำเดือดนาน 35 นาที เตรียม blank โดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตรแทน

1.7 เมื่อครบกำหนดเวลา ทำให้ของเหลวเย็นลงภายในเวลา 10 นาที โดย ice-bath

1.8 นำสารละลายไปวัดค่า Absorbance ที่ 538 นาโนเมตร

1.9 คำนวณปริมาณ TBA value โดยใช้สูตร

<u>การคำนวณ</u>

TBA value (มิลลิกรัมมาโลนัลดีไฮด์ต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม) = 7.8 A

เมื่อ A = ค่า Absorbance

2. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC. 2000)

ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด 10 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณ 30 มิลลิลิตร หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนประมาณ 2-3 หยด เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ เขย่าให้เข้ากันนำไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน (NaoH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งถึงจุดยุติคือได้เป็นสารที่เป็นสีชมพูอ่อน

<u>การคำนวณ</u>

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{N \times V \times 90.08 \times 100}{1000 \times \text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

เมื่อ N คือ ความเข้มข้นมาตรฐานของสารละลาย NaOH

V คือ ปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ค่า pH (AOAC. 2000)

ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณ 90 มิลลิลิตร ใส่แท่งแม่เหล็กตั้งคนไว้ 5 นาที นำไปวัดค่าความเป็นกรดด่างด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง

2. วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

2.1 การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (AOAC. 2000)

2.1.1 ชั่งตัวอย่างจำนวน 25 กรัม ใส่ลงในถุงปลอดเชื้อโดยวิธีปราศจากเชื้อ แล้วเติม peptone water ลงไป 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องตีป่นอาหาร ผสมตัวอย่างโดยใช้เครื่องตีป่นอาหารให้เป็นเนื้อเดียวกัน ได้ dilution 10^{-1}

2.1.2 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใส่ใน peptone water 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมได้ dilution 10^{-2} ทำการเจือจางจนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

2.1.3 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างที่มีความเจือจางต่าง ๆ กันปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ โดยแต่ละระดับความเจือจางละทำ 3 จาน

2.1.4 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar ที่ผสมกรดทาร์ทาริก (tartaric acid) หลอมละลายและมีอุณหภูมิประมาณ 45°C ลงในจานเพาะเชื้อจานละประมาณ 15 มิลลิลิตร เขย่าจานเพาะเชื้อเพื่อให้ตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อผสมกัน ระวังอย่าให้อาหารเลี้ยงเชื้อหกออกจากจานเพาะเชื้อ ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 22-25°C นาน 5 วัน

2.1.5 คัดเลือกจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีของยีสต์และรา อยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนีมานับจำนวนและหาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น แล้วคำนวณเป็นจำนวนของยีสต์และราในตัวอย่าง 1 กรัม

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณ coliform และ feacal coliform (AOAC. 2000)

2.2.1 ชั่งตัวอย่างจำนวน 25 กรัม ใส่ลงในถุงปลอดเชื้อโดยวิธีปราศจากเชื้อ แล้วเติม peptone water ลงไป 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องตีป่นอาหาร ผสมตัวอย่างโดยใช้เครื่องตีป่นอาหารให้เป็นเนื้อเดียวกัน ได้ dilution 10^{-1}

2.2.2 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใส่ใน peptone water 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมได้ dilution 10^{-2} ทำการเจือจางจนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

2.2.3 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างที่มีความเจือจางต่าง ๆ กันปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Lauryl Sulphate Tryptose Broth โดยแต่ละระดับความเจือจางละทำ 3 หลอด นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37°C นาน 24-48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ใช้ลูปถ่ายเชื้อจากหลอดที่สร้างแก๊สทุกหลอด ลงในแต่ละหลอดของ Escherichia Broth นำไปบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 44.5°C นาน 24-48 ชั่วโมง

2.2.5 ใช้ลูปถ่ายเชื้อจากหลอดที่สร้างแก๊สทุกหลอด ลงในแต่ละหลอดของ Brilliant Green Lactose Bile Broth 2% นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37°C นาน 24-48 ชั่วโมง

2.2.6 นับจำนวนหลอดที่มีก๊าซในหลอดดักก๊าซของหลอด EC broth นำผลไปอ่านค่า MPN จากตาราง ค่า MPN ที่ได้เป็นค่า MPN ของ faecal coliform

2.2.7 นับจำนวนหลอดที่มีก๊าซในหลอดดักก๊าซของหลอด 2% BGLB นำผลไปอ่านค่า MPN จากตาราง ค่า MPN ที่ได้เป็นค่า MPN ของ coliform

2.2.8 ใช้ loop แตะเชื้อที่ให้ผลบวกจากหลอดในข้อ 4 หรือ ข้อ 5 ไปเขี่ยเพาะเชื้อบน EMB agar บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37°C เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

2.2.9 เลือกโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น *E.coli* บน EMB agar ซึ่งกลางโคโลนีมีสีเข้มคล้ำอาจมีเงาโลหะหรือไม่มีก็ได้ ในกรณีที่ไม่ปรากฏลักษณะโคโลนีดังกล่าวให้เลือกโคโลนีที่มีลักษณะใกล้เคียงที่สุด 2 โคโลนี นำโคโลนีที่สงสัยไปทดสอบสมบัติทางชีวเคมี ดังนี้

- เพาะเลี้ยงเชื้อลงบน TSI agar slant, tryptone broth, MR-VP medium และ simmon citrate slant agar โดยใช้ 1 ชุดทดสอบต่อ 1 โคโลนี
- นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37°C เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง
- อ่านผลลักษณะทางชีวเคมี ดังนี้

TSI agar slant					IMViC			
Butt	Slant	Gas	H_2S		Indole	MR	VP	Citrate
A	A(K)	+(-)	-		+	+	-	-
				หรือ	-	+	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

วันที่ทดสอบ.....

ชื่อผู้ทดสอบ.....

คำชี้แจง : ให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างแหนมปลาที่ให้ แล้วใส่คะแนนในระดับที่ยอมรับได้โดยพิจารณาจากเกณฑ์ที่ระบุไว้

5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = พอใช้ 1= ต้องปรับปรุง

คุณลักษณะ	คำอธิบาย	รหัสตัวอย่าง	รหัสตัวอย่าง
ลักษณะปรากฏ	ต้องมีการกระจายตัวของส่วนประกอบที่ใช้อย่างสม่ำเสมอ ไม่มีโพรงอากาศและมีน้ำที่เกิดจากการหมักได้เล็กน้อย		
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้		
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสดีตามธรรมชาติที่เกิดจากการหมักของส่วนประกอบที่ใช้ รสเปรี้ยวพอเหมาะ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นเหม็น รสขม		
เนื้อสัมผัส	ต้องแน่น ไม่ยุ่ย		

<u>คำแนะนำ</u>

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแหนมปลา

มผช.๔๗๑/๒๕๔๗

๓.๖ วัตถุเจือปนอาหาร

๓.๖.๑ ห้ามใช้สีและวัตถุกันเสียทุกชนิด

๓.๖.๒ หากมีการใช้วัตถุเจือปนอาหาร ให้ใช้ตามชนิดและปริมาณตามที่กฎหมายกำหนด

๓.๗ ความเป็นกรด-ด่าง

ต้องไม่เกิน ๔.๖

๓.๘ จุลินทรีย์

๓.๘.๑ ซาลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๒๕ กรัม

๓.๘.๒ สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า ๑๐๐ ต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๘.๓ คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๐.๑ กรัม

๓.๘.๔ เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๑๐ ต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๘.๕ รา ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๙ พยาธิ

ต้องไม่พบ

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำแหนมปลา ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุแหนมปลาในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง ผนึกได้เรียบร้อย และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

๕.๒ น้ำหนักสุทธิของแหนมปลาในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุแหนมปลาทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น แหนมปลา แหนมปลากราย

(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(๓) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

(๔) น้ำหนักสุทธิ

(๕) วัน เดือน ปีที่เริ่มบริโภคได้

(๖) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๗) ข้อแนะนำในการเก็บรักษาและการบริโภค เช่น ควรเก็บไว้ในที่เย็น

(๘) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง แหนมปลาที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๕ ข้อ ๕. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าแหนมปลารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อ ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๔ จึงจะถือว่าแหนมปลารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหารและความเป็นกรด-ด่าง ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ นำมาทำเป็นตัวอย่างรวมโดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๒๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๖ และข้อ ๓.๗ จึงจะถือว่าแหนมปลารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๔ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์และพยาธิ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๕๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มจนได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๘ และข้อ ๓.๙ จึงจะถือว่าแหนมปลารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างแหนมปลาต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ ข้อ ๗.๒.๓ และข้อ ๗.๒.๔ ทุกข้อ จึงจะถือว่าแหนมปลารุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อ

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบแหนมปลาอย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ นำตัวอย่างแหนมปลามาตรวจสอบ โดยการตรวจพินิจและชิม

๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน
(ข้อ ๘.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องมีการกระจายตัวของส่วนประกอบที่ใช้อย่างสม่ำเสมอ ไม่มีโพรงอากาศ และมีน้ำที่เกิดจากการหมักได้เล็กน้อย	๔	๓	๒	๑
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้	๔	๓	๒	๑
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติที่เกิดจากการหมักของส่วนประกอบที่ใช้ รสเปรี้ยวพอเหมาะ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นเหม็น รสชม	๔	๓	๒	๑
ลักษณะเนื้อ	ต้องแน่น ไม่ยุ่ย	๔	๓	๒	๑

๘.๒ การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก
ให้ตรวจพินิจ

๘.๓ การทดสอบวัตถุเจือปนอาหารและความเป็นกรด-ด่าง
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๔ การทดสอบจุลินทรีย์
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๕ การทดสอบพยาธิ
ให้ใช้กล้องจุลทรรศน์ หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๖ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ
ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
สุขลักษณะ
(ข้อ ๔.๑)

ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.๑.๑ สถานที่ตั้งอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.๑.๑.๓ ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.๑.๒ อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.๑.๒.๑ พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาดและซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.๑.๒.๓ พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ทำ

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ

ก.๓.๑ วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพ มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.๓.๒ การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.๔.๓ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.๔.๔ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง และใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวศันสนีย์ ทิมทอง
วัน เดือน ปีเกิด	13 สิงหาคม 2525 ที่จังหวัดชุมพร
ที่อยู่	230 หมู่ 6 ต. นาสัก อ.สวี จ.ชุมพร 86130 โทรศัพท์มือถือ 081-347-9688
	E-mail carpeng@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2547 คหกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ-ธุรกิจอาหาร
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
	พ.ศ. 2552 วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
	สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2550 -ปัจจุบัน	ผู้ช่วยสอน หลักสูตรอุตสาหกรรมอาหารและการบริการ
	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้