16644

การทำลาย *Clostridium perfringens* ในปลาร้า โดยวิธีการฉายรังสีแกมมา

Destruction of *Clostridium perfringens* In Pla - Ra by Gamma Irradiation

T099566

นางสาวกาญจนา คำเอียด

นายบุญเพิ่ม เจริญชนม์

จุฬพ.
ก425ก
2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....99586
วัน.เดือน.ปี.....16 JUN 2000

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กาญจนา คำเอียดและบุญเพิ่ม เจริญชนม์. 2542. การทำลาย *Clostridium Perfringens* ในปลาร้าโดยการฉายรังสีแกมมา(Destruction of *Clostridium Perfringens* In Pla - Ra by Gamma Irradiation). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร, คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 47 หน้า.

บทคัดย่อ

ปลาร้าที่มีการผลิตอยู่ในปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาเป็นระดับอุตสาหกรรม โดยมีการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศด้วยแต่มักเจอปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อ *Clostridium perfringens* หลังจากมีการบรรจุในขวดเป็นระยะเวลาหนึ่ง

ดังนั้นจึงนำปลาร้าที่มีจำหน่ายในท้องตลาด มาทำการหาวิธีการทำลายเชื้อชนิดดังกล่าว โดยใช้วิธีการฉายรังสีแกมมา ทำ 3 ระดับคือ 2,4 และ 6 กิโลเกรย์แล้วนำมาทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาและนำมาตรวจสอบเชื้อทุก 2 สัปดาห์ ใช้เวลาในการตรวจสอบเป็นเวลา 2 เดือน การตรวจหาเชื้อ *Clostridium Perfringens* โดยเลี้ยงไว้ในอาหารเลี้ยงเชื้อ CMM.(Cooke meat Medium) แล้วทำการตรวจสอบซ้ำโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ TSC+Egg Yolk Agar (TSC=Tryptose - Sulfite - Cycloserine) เพื่อยืนยันเชื้อ*Clostridium Perfringens* รวมทั้งตรวจสอบหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Count Agar)

จากการตรวจสอบพบว่า การฉายรังสีปลาร้าระดับ 6 กิโลเกรย์ สามารถทำลายเชื้อ *Clostridium Perfringens* ได้โดยไม่พบเชื้อตัวนี้เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 6 สัปดาห์และในการฉายรังสีในระดับนี้จะทำให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสทาง ด้านสี ไม่มีความแตกต่างกับปลาร้าที่ไม่ได้ฉายรังสีที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนด้านกลิ่นและการยอมรับทั่วไป มีความแตกต่างกับปลาร้าที่ไม่ได้ฉายรังสีที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร .....

คณะเทคโนโลยีการเกษตร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2542 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ เพื่อช่วยเหลือและแก้ไขข้อผิดพลาดในการทำปัญหาพิเศษให้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ขอขอบคุณอาจารย์บุญเทียม พันธุ์เพ็ง อาจารย์นิตยา บุญมีและอาจารย์อดิศร เสวตวิวัฒน์ ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับเรื่องการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณอาจารย์ประมวล ศรีกาหลง ที่ให้คำแนะนำในการติดต่อเรื่องการขออนุญาตฉายรังสีและการเตรียมตัวอย่างในการฉายรังสี

ขอบคุณเจ้าหน้าที่และพนักงานสถานที่ต่างๆ ที่ให้ความร่วมมือในการทำงานครั้งนี้ โดยเฉพาะสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ(บางเขน) ที่อนุญาตให้ทำการฉายรังสีโดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ เลย ขอบคุณอาจารย์ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์ (กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ) ที่ให้แนะนำเกี่ยวกับข้อมูลเรื่องเชื้อจุลินทรีย์

ขอบคุณ ดร.จิราวรรณ แย้มประยูร (สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ) ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับเชื้อ *Clostridium Perfringens* ในผลิตภัณฑ์ปลาร้าโดยเฉพาะมาตรฐานของเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ประมงที่ทำการตรวจสอบ

ขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องทดลองของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกๆท่าน ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องมือต่างๆ ในห้องทดลองพร้อมทั้งคำแนะนำวิธีการใช้ให้ถูกต้อง ขอบคุณพี่ๆ ที่ทำงานในห้อง Lab ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการใช้อุปกรณ์ ที่สำคัญขอบคุณเพื่อนๆที่คอยให้กำลังใจในการดำเนินงานตลอดมา

กาญจนา คำเอียด

บุญเพิ่ม เจริญชนม์

13 มีนาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
สารบัญภาคผนวก	ฉ
บทที่	
1.บทนำ	1
2.ทฤษฎี	3
2.1 ปลาร้า	3
2.2 แบคทีเรียที่เป็นโทษในผลิตภัณฑ์ประมง	5
2.3 การใช้รังสีในกิจการอาหาร	7
3.อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	11
3.1วัตถุดิบ	11
3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง	11
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	12
3.4 สารอาหาร	12
3.5 สารเคมี	12
3.6 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	13
4.ผลการทดลองและวิจารณ์	15
4.1 ผลการสร้างแก๊สของเชื้อในหลอดอาหาร CMM.	15
4.2 ผลการตรวจนับเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSC+egg Yolk Agar	16
4.3 ผลการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนอาหาร PCA	17
4.4 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของปลาร้าฉายรังสี	18
4.5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่นและการยอมรับทั่วไป	18
5.สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	24
5.1 สรุปผลการทดลอง	24
5.2 ข้อเสนอแนะ	24
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1. pH ปริมาณกรดและปริมาณบักเตเรียในปลาร้าหมักห้องปฏิบัติการ 4
2. แสดงผลการเกิดการสร้างแก๊สในหลอดอาหาร CMM. 15
3. แสดงผลการตรวจสอบจำนวนโคโลนีของ *Cl. Perfringens* บน TSC+egg Yolk Agar 16
4. แสดงผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดจากอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA 17
5. แสดงค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงไปของปลาร้าฉายรังสี 18
6.แสดงค่า TBA ของการฉายรังสีในปลาร้าในระดับต่างๆ 20
7 แสดงระดับคะแนนการเปลี่ยนแปลง ด้านสี ของปลาร้าฉายรังสี 40
8. แสดงระดับคะแนนการเปลี่ยนแปลง ด้านกลิ่น ของปลาร้าฉายรังสี 40
9. แสดงระดับคะแนนการเปลี่ยนแปลง ด้านการยอมรับทั่วไป ของปลาร้าฉายรังสี 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1. แสดงการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของปลาร้าฉายรังสี 19
2. แสดงการเปลี่ยนแปลงด้านสีของปลาร้าฉายรังสี 21
3. แสดงการเปลี่ยนแปลงด้านกลิ่นของปลาร้าฉายรังสี 22
4. แสดงการเปลี่ยนแปลงด้านการยอมรับทั่วไปของปลาร้าฉายรังสี 23
5. การเตรียมขวดที่ใช้เป็นภาชนะบรรจุ 30
6. การชั่งน้ำหนักปลาร้าเพื่อบรรจุภาชนะที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 30
7. การใช้ฟิล์มหุ้มคอขวดเพื่อป้องกันอากาศ 31
8. ตัวอย่างปลาร้าก่อนนำไปฉายรังสี 31
9. เครื่องฉายรังสี Gamma Cell 220 32
10. การตรวจสอบเครื่องฉายรังสี 33
11. การเปลี่ยนแปลงของภาชนะบรรจุหลังการฉายรังสี 33
12. ลักษณะปลาร้าที่ผ่านการฉายรังสีที่ 0,2,4และ6 กิโลเกรย์ 34
13. แสดงอาหารเลี้ยงเชื้อ 35
14. การเตรียมอาหาร TSC+egg Yolk Agar 35
15. อุปกรณ์และอาหารก่อนทำการถ่ายเชื้อ 36
16. การเจือจางตัวอย่างในสารละลาย 0.1 % Peptone 36
17. การถ่ายเชื้อลงในอาหาร TSC+egg Yolk Agar 37
18. นำอาหารเลี้ยงเชื้อที่ถ่ายเชื้อแล้วไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 $^{\circ}$C ใช้เวลา 24 ชั่วโมง 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

ภาคผนวก **หน้า**

ก. ขั้นตอนต่างๆ ในการฉายรังสี การเตรียมตัวอย่างปลาร้า
และการวิเคราะห์เชื้อ *Clostridium Perfringens* 27
ข. ตัวอย่างแบบทดสอบและผลคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส
ทางด้านสี กลิ่น และการยอมรับทั่วไป 38
ค. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านประสาทสัมผัสที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 41
ง. วิธีการตรวจสอบหาค่า TBA ในปลาร้า 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการหมักหรืออาหารหมักดอง นิยมบริโภคกว้างขวางในประเทศแถบตะวันออกมากกว่าในประเทศแถบตะวันตก โดยเฉพาะในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีการนำสัตว์น้ำมาผ่านกระบวนการหมัก เช่น การทำกะปิ ปลาร้า ปลาเจ่า ปลาจ่อม เป็นต้น (มัทนา,2538)

ปลาร้าเป็นอาหารหมักพื้นเมือง รับประทานมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลาง ประชาชนในชนบทที่นิยมบริโภคปลาร้าจะรับประทานเฉลี่ย 10.5 กรัม/คน/วัน ปลาร้าเป็นอาหารหมักที่มีคุณค่าทางสารอาหารสูงประกอบด้วย โปรตีน 16% ไขมัน 6.10 % ไวตามินบี 12 ประมาณ 2.17 ไอโอดีน 1.18 ml. % และแคลเซียม 1505.6 ml.

ในปัจจุบันปลาร้ามีปัญหาทางด้านจุลินทรีย์ ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค จุลินทรีย์ดังกล่าวได้แก่ Bacteria พวก *Clostridium perfringens* หรือที่รู้จักกันอีกชื่อหนึ่งคือ *Cl.Wellchii* จัดเป็นเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning bacteria) ที่สำคัญตัวหนึ่ง เชื้อนี้พบแพร่กระจายทั่วไปใน ดิน อากาศ ฝุ่น ละออง น้ำ ขยะ อุจจาระของคนและสัตว์ ตลอดจนอาหารชนิดต่างๆ ทั้งอาหารดิบและอาหารที่ผ่านกระบวนการแล้วซึ่งเกิดการปนเปื้อนในภายหลัง

ซึ่งกรมประมงได้ยืนยันออกมาว่าพบเชื้อ *Clostridium Perfringens* ในปลาร้าที่ทำการส่งออกของโรงงานผลิตปลาร้าในประเทศไทย โดยเชื้อจะเกิดขึ้นเมื่อปลาร้าอยู่ในภาชนะที่ปิดสนิทเป็นเวลานาน เนื่องจากเชื้อตัวนี้ไม่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต และจากการตรวจสอบเปรียบเทียบปลาร้าที่ไม่ได้บรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท ของกองตรวจสอบควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ประมง (กรมประมง) โดยทำการสุ่มตัวอย่างมาจาก 8 โรงงาน ทั้งหมด 26 ตัวอย่าง ไม่พบเชื้อตัวนี้ เนื่องจากมีอากาศเชื้อจึงไม่สามารถเจริญได้ แต่ตรวจพบในปลาร้าที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท

ด้วยสาเหตุดังกล่าว จึงทำให้ได้มีการคิดค้นหาวิธีที่จะทำลายเชื้อ Bacteria ชนิดนี้ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางด้านต่างๆ ของปลาร้าให้น้อยที่สุดและได้เปรียบเทียบกันทุกๆ กระบวนการ เช่น การต้ม การฉายรังสี การทำแห้ง การแช่เย็นและวิธีที่คิดว่าน่าจะเหมาะที่สุดคือ การฉายรังสี เนื่องจากวิธีอื่นๆ อาจจะทำให้คุณลักษณะเปลี่ยนแปลงไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ปลาร้าที่นำมาฉายรังสีทดลองสุ่มมาจากท้องตลาดและนำมาฉายรังสีทดสอบ 3 ระดับด้วยกัน คือ 2, 4 และ 6 กิโลเกรย์ โดยบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท ในการทดลองใช้ขวดแก้ว ฝาเกลียวล็อก เคลือบด้วยฟิล์มพลาสติกก่อนที่จะนำไปฉายรังสี แล้วมาทำการวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์โดยใช้อาหาร TSC+egg yolk Agar, CMM,และPCA ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 2 เดือน(8 สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาระดับปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการทำลาย *Clostridium perfringens* ในปลาร้า

2.เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาร้าหลังจากการฉายรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 ปลาร้า

จังหวัดที่มีการผลิตปลาร้ามากที่สุดในประเทศไทย ได้แก่ อยุธยา อ่างทอง นครสวรรค์ อุบลราชธานี และจังหวัดที่ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำโขง กรรมวิธีการหมักปลาร้าของแต่ละแห่งจะแตกต่างกันไปบ้างเล็กน้อยแต่หลักใหญ่ที่เหมือนกัน คือ นำปลามาหมักกับเกลือ ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ทิ้งไว้สักระยะหนึ่ง จึงนำมาคลุกผสมกับ ข้าวคั่วบดหรือรำ อัดใส่ไหหรือโอ่ง ให้แน่นเก็บไว้เป็นเวลา 6 เดือน การหมักปลาร้านี้เป็นผลมาจากการทำงานของเอนไซม์ จากตัวปลาร่วมกับเอนไซม์จากจุลินทรีย์ที่ติดมากับปลาหรือที่ปะปนมากับเกลือ ซึ่งปลาร้าที่หมักได้ที่แล้วจะยังคงมีสภาพเป็นตัวปลาอยู่เป็นส่วนใหญ่ น้ำหมักเล็กน้อย ปลาร้าที่หมักได้ที่แล้วเนื้อปลาจะ นิ่ม ยุ่ย เมื่อต้มจะละลายได้หมด มีสีตั้งแต่สีเหลืองเข้มจนถึงสีน้ำตาล ขึ้นอยู่กับสีของข้าวคั่วหรือรำ

ปลาร้าทั่วไปจำแนกเป็น 2 ชนิด คือปลาร้าข้าวคั่วและปลาร้ารำ ปลาร้าข้าวคั่วนั้นเป็นปลาหมักเกลือที่ใส่ข้าวคั่ว เช่น ปลาร้าปลากระดี่ ปลาร้าปลาเบญจพรรณ ปลาร้าปลาสลิด ปลาร้าปลาหมอเทศ ปลาร้าปลาช่อนและปลาร้าปลาดุก เป็นต้น ซึ่งลักษณะของปลาร้าข้าวคั่วมีลักษณะแฉะ บางชนิดค่อนข้างแห้ง ตัวปลานิ่มมีสีเหลืองเข้ม กลิ่นเฉพาะตัว ผลิตกันมากในจังหวัดอยุธยา อ่างทอง สิงห์บุรี สระบุรี ลพบุรี ชัยนาท นครสวรรค์ เป็นต้น

ส่วนปลาร้ารำนั้นเป็นปลาหมักเกลือที่ใส่รำหรือรำปนข้าวคั่ว ลักษณะเป็นน้ำใสสีดำคล้ำ ปลายังเป็นตัวปลา เนื้อไม่นิ่มมาก มีกลิ่นรุนแรงมากกว่าปลาร้าข้าวคั่ว มักจะทำจากปลาขนาดเล็ก เช่น ปลาสร้อย ปลาซิว ปลากระดี่และปลาประจำท้องถิ่น ทำกันมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดนครราชสีมา ขอนแก่น อุบลราชธานีและยโสธร ปลาร้าในภาคนี้เรียกกันตามภาษาท้องถิ่นว่า ปลาแดก นิยมรับประทานเป็นปลาร้าดิบทำเป็นอาหารปรุงที่เรียกว่า แจ่ว รับประทานกับข้าวเหนียว

2.1.1 กรรมวิธีการหมักปลาร้าและการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

การหมักปลาร้าสด โดยการนำปลาร้าที่จะหมักมาทำความสะอาด ขอดเกล็ด ตัดหัวออก และเอาไส้ออกแล้วตัดเป็นชิ้นพอเหมาะ ล้างน้ำสะอาด ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ แล้วจึงคลุกเคล้ากับเกลือป่นในอัตราส่วนของปลาต่อเกลือ โดยปริมาตร อัตราส่วนนี้ผู้ผลิตเป็นอาชีพจะใช้กันจากนั้นต้องค้างคืนไว้เป็นเวลาคืนหนึ่ง จึงนำออกมาผึ่งในตะกร้าเพื่อให้น้ำตกแล้วจึงอัดใส่ในภาชนะโอ่งดินเผา ถังไม้หรือปูนซีเมนต์ ใช้ไม้ไผ่ขัดด้านบน ให้ปลาจมอยู่ใต้ผิวน้ำเกลือตลอดเวลา แล้วปิดด้วยพลาสติก เพื่อป้องกันแมลงวันลงไปไข่ทำให้เกิดหนอน ตั้งทิ้งไว้สามเดือน ในช่วงนี้จะมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงทางเคมีของตัวปลา อันเนื่องมาจากเอนไซม์ในตัวปลาและจากจุลินทรีย์ทำการย่อยสลายตัวปลาให้ตัวอ่อนลง

หลังจากการดอง นำมาผสมกับข้าวคั่วบดหรือรำ โดยใช้อัตราส่วนปลาต่อข้าวคั่ว 4 : 1 หรือ 10 : 1 เป็นต้น จากนั้นนำมาหมักต่อในลักษณะเดิมอีกอย่างน้อย 6 เดือน หรืออาจถึง 1-2 ปี แล้วแต่ความต้องการ ระยะเวลาการหมักยิ่งนานกลิ่นรสของปลาร้าก็ยิ่งจะดีขึ้น

การหมักปลาร้าเน่าหรือปลาร้าล่ม มีวิธีการเช่นเดียวกับการหมักปลาร้าสด เพียงแต่วัตถุดิบปลาที่จะนำมาหมักนี้ใช้ในลักษณะที่เกิดการเน่าแล้ว คือเกิด autolysis ซึ่งปลาจะมีกลิ่นเหม็นเน่า ส่วนขั้นตอนในการทำอื่นๆ ก็ทำเหมือนปลาร้าสดระหว่างการหมัก pH จะลดต่ำลงเรื่อยๆ ในขณะเดียวกันจะมีปริมาณกรดเพิ่มขึ้น เมื่อเติมข้าวคั่ว ค่า pH จะลดลง ปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้น กรดที่สะสมนี้เป็นกรดแลคติค ซึ่งเกิดจากบักเตรีย่อยสารอาหารต่างๆ โดยเฉพาะไกลโคเจนที่มีในเนื้อปลา โดยผ่านกระบวนการไกลโคไลซีส

ตารางที่ 1 pH ปริมาณกรด และปริมาณบักเตรีในปลาร้าหมักในห้องปฏิบัติการ

อายุการหมัก/เดือน	PH	ปริมาณกรด(% กรดแลคติค)	ปริมาณบักเตรี(เซล/กรัม)
7/30	6.2	1.08	6.66×10^7
½	6.0	1.10	4.9×10^7
1.0	5.7	1.25	1.47×10^7
เติมข้าวคั่ว			
1.5	5.4	1.50	1.23×10^8
2.0	5.5	1.60	4.55×10^7
2.5	5.4	1.70	8.10×10^7
3.0	5.2	2.01	2.41×10^7
4.5	5.2	2.01	2.04×10^7
5.0	5.2	2.01	2.04×10^7
5.5	5.2	2.01	2.04×10^7
6.0	5.2	2.01	2.04×10^7
7.0	5.2	2.04	1.84×10^6
7.5	5.2	2.02	1.80×10^6
12.0	5.1	2.08	1.60×10^6

ที่มา : วารุณี,2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 แบคทีเรียที่เป็นโทษในผลิตภัณฑ์ประมง

2.2.1 *Staphylococcus aureus*

แบคทีเรียชนิดนี้ติดสีแกรมบวก ไม่สร้างสปอร์ เจริญได้ที่อุณหภูมิ 6-46 °C สามารถเจริญได้ดีในอาหารที่เป็นกรด-ด่าง pH ตั้งแต่ 4.2-9.3 สามารถเจริญได้ทั้งที่มีอากาศและไม่มีอากาศ แต่จะเจริญได้ดีที่สุดในที่ที่มีออกซิเจนและมีค่า a_w ตั้งแต่ 0.83-0.94 คุณสมบัติพิเศษที่ต่างจากชนิดที่ใกล้เคียงแบคทีเรียชนิดนี้ คือ *Stap. Epidermidis* and *Stap. Saprophyticus* ในผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งพบว่า *Stap. Aureus* สามารถสร้างสารพิษชนิด A B C D และ E เมื่อบริโภคสารพิษดังกล่าวเข้าไปทำให้มีอาการ ปวดท้อง คลื่นไส้อาเจียนและท้องเดิน อาการนี้จะหายไปเอง หลังจากการถ่ายเอาเชื้อออกหมดแล้วแต่ในรายที่เป็นเด็กหรือผู้อ่อนแอพิษจะรุนแรงและถึงแก่ความตายได้ถ้าช่วยไม่ทัน ส่วนมากสารพิษที่พบและเกิดโรคกับคน มักจะเป็นชนิดA ส่วนชนิดB พบน้อยมากสารพิษทั้ง 2 ชนิดนี้ทนความร้อน ถ้าต้องการทำลายให้หมดต้องใช้ความร้อนที่ 100 °C นาน 4 นาที

2.2.2 *Salmonella*

เป็นแบคทีเรียที่ติดสีแกรมลบ ลักษณะเป็นท่อนๆ ไม่สร้างสปอร์ เจริญได้ทั้งที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน ไม่ทนความร้อน สามารถทำลายได้ในระยะเวลาอันสั้น ตัวอย่างเช่น *Salmonell thyphi* ซึ่งมีความหนาแน่นของเซลล์ 10^8 -10^9 / ml. สามารถใช้เวลา 5 นาทีในการทำลายเชื้อที่อุณหภูมิ 60 °C เชื้อพวกนี้ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ โดยมีความรุนแรงต่างกัน ชนิดที่มีความรุนแรงมากคือ พวกที่ทำให้เกิดโรคไทฟอยด์และพาราไทฟอยด์หรือ โรคไข้รากสาดน้อย ตัวที่ทำให้เกิดโรคคือ *Salmonella thyphi* และ *Salmonella parathyphi* ตามลำดับ

โดยธรรมชาติแล้วเชื้อ *Salmonella* มักพบในสัตว์ปีกและสัตว์เนื้อ แต่ถ้าพบในสัตว์น้ำแสดงว่าน้ำที่สัตว์นั้นอาศัยอยู่มีการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ซึ่งอาจมีการปนเปื้อนมาจากมูลของคนและสัตว์ ในผลิตภัณฑ์ประมงประเภท precooked frozen crustaceans จะเกิดการปนเปื้อนของเชื้อนี้เข้าไปขณะที่ทำการผลิต เพราะอาหารประเภทนี้ จะสัมผัสกับคนโดยตรง ถ้าหากขณะนั้นมีคนงานที่เป็นตัวนำโรคอยู่และไม่ระมัดระวังเรื่องความสะอาด เชื้อจากคนจะปนเปื้อนเข้าไปในอาหาร เมื่อนำไปแช่แข็ง *Salmonella* จะทนอยู่ได้เพราะคุณสมบัติจะมีชีวิตอยู่ได้ในที่เย็น

สำหรับผลิตภัณฑ์ประมงจำพวก fish meal จะพบการปนเปื้อนเชื้อหลังการผลิต เนื่องจากผู้ผลิตไม่ระมัดระวังเพราะคิดว่าเป็นอาหารสัตว์ จึงวางรวมกับวัตถุดิบ เชื้อปนเปื้อนเข้าไปทำให้สัตว์ที่กินอาหารนี้เป็นโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 *Clostridium botulinum*

เป็นแบคทีเรียติดสีแกรมบวก รูปร่างเป็นท่อน สร้างสปอร์ซึ่งทนความร้อนได้ดี เจริญในที่ที่ไม่มีออกซิเจนขณะเจริญจะสร้างสารพิษที่ไม่ทนความร้อนเมื่อผู้บริโภค บริโภคอาหารที่มีสารพิษนี้เข้าไปก็จะทำให้เป็นโรคโบทูลิซึม

การป้องกันการเสียของอาหารอันเนื่องมาจาก *Clostridium botulinum* สามารถทำได้ดังนี้

1.ในอาหารกระป๋องพวกที่มีความเป็นกรดต่ำ (pH < 4.6) ควรใช้ความร้อนให้เพียงพอแก่การทำลายสปอร์ของ *Clostridium botulinum* ให้หมดไป

2.ในอาหารแช่แข็งควรควบคุมไม่ให้สูงกว่า 3.3°C เพื่อป้องกันการเจริญของ *Clostridium botulinum* ชนิด B

3.ความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 10 จะยับยั้งการเจริญของ *Clostridium botulinum* ทุกสายพันธุ์

4.การใช้สารกันเสียบางชนิด เช่น สารไนไตรท์ ซอเบทและคลอรีน เป็นต้น จะยับยั้งการเจริญของ *Clostridium botulinum* ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

2.2.4 Clostridium perfringens

เป็นแบคทีเรียที่ติดสีแกรมบวก รูปร่างเป็นท่อน สร้างสปอร์ สามารถเจริญได้ในที่ที่ปราศจากอากาศ เจริญได้ที่อุณหภูมิระหว่าง 15-50°C pH ประมาณ 5.0-5.8 a_w ระหว่าง 0.96-0.95 พบได้ทั่วไปใน ดิน น้ำ อาหาร ฝุ่น ละออง เครื่องเทศและระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์ขณะเจริญจะสร้างสารพิษชนิด A B C D E และ F เฉพาะสายพันธุ์ที่สร้างสารพิษชนิด A และ C เท่านั้น ที่ทำให้เกิดโรคกับคน อาการของโรคจะเกิดขึ้นหลังจากบริโภคเชื้อที่ปนเปื้อนในอาหารเข้าไปปริมาณมาก (ปริมาณ 10^7 เซลล์ / กรัม) เชื้อจะเข้าไปเจริญในลำไส้และผลิตสารพิษ enterotoxin ภายในเวลา 6-24 ชั่วโมง หลังจากบริโภคอาหารเข้าไปอาการของโรคคือท้องเดิน ปวดท้อง เนื่องจากแก๊สในกระเพาะมาก ไม่มีไข้ ถ้าโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากสายพันธุ์ที่สร้างสารพิษชนิด A จะมีอาการคลื่นไส้และอาเจียนด้วย ถ้าเป็นมากอาจเกิดแผลในลำไส้เล็กและถึงตายได้แต่การระบาดของโรคโดยสายพันธุ์ นี้พบไม่มาก ส่วนมากจะพบเฉพาะสายพันธุ์ชนิด C มีคุณสมบัติในการย่อยไข่แดงอันเนื่องมาจากเอนไซม์เล็กซิทิเนส (Lecithinase) จึงได้มีผู้ผลิต Anti-toxin ของ *Clostridium perfringens* เพื่อทดสอบปฏิกิริยาที่เรียกว่า Lecithinase inhibition test เพราะAnti-toxinมีคุณสมบัติในการทำลายเอนไซม์Lecithinase ที่ผลิตโดย *Clostridium perfringens*

Clostridium perfringens มักพบในอาหารแห้งทั่วไปแต่จะไม่พบในอาหารแช่แข็งเพราะสปอร์ของเชื้อไม่สามารถทนอยู่ได้ในที่อุณหภูมิต่ำ แม้แต่อุณหภูมิตู้เย็นเมื่อเก็บไว้นานๆ อาจจะตายได้ในที่สุด ผลิตภัณฑ์ประมงที่พบเชื้อนี้ ได้แก่ ปลาเค็ม ปลาร้า กะปิ ปลาเจ่าและกุ้งแห้ง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การใช้รังสีในกิจการอาหาร

ปัจจุบันได้มีการนำรังสีมาใช้ในกิจการต่างๆหลายสาขาด้วยกัน เช่น กิจกรรมการแพทย์ อุตสาหกรรมและกิจการเกษตร สำหรับการใช้รังสีในกิจการอาหารนั้นได้เริ่มมีการจดทะเบียนสิทธิ์การใช้รังสีเอกซ์ในการฆ่าพยาธิในเนื้อหมูเป็นครั้งแรกที่สำคัญสหรัฐอเมริกา เมื่อปี พ.ศ. 2464

การฉายรังสีเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการพิสูจน์แล้วพบว่าปลอดภัย กล่าวคือ องค์การอนามัยโลก องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติและทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศได้สรุปผลการทดสอบความปลอดภัยของการฉายรังสีว่า อาหารใดๆ ก็ตามที่ผ่านการฉายรังสีในปริมาณเฉลี่ยไม่เกิน 10 กิโลเกรย์ ไม่ก่อให้เกิดโทษอันตราย ไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางโภชนาการและจุลชีววิทยา จึงไม่จำเป็นต้องทดสอบความปลอดภัยอีกต่อไปและจากการสรุปนี้ โครงการมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศของ FAO WHO (โคเดกซ์) ซึ่งมีสามาชิก 135 ประเทศ ก็ได้ประกาศรับรองมาตรฐานอาหารฉายรังสีและวิธีอันพึงปฏิบัติในการฉายรังสีอาหารใน ปี พ.ศ.2526 เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติในการฉายรังสีอาหาร

ชนิดของรังสีที่อนุญาตให้ใช้และแหล่งของรังสี

รังสีที่ใช้ในการถนอมอาหารนี้จัดเป็น Ionizing radiation มีช่วงความถี่ของช่วงคลื่นสูงที่สุด 10^{19} - 10^{22} HZ ซึ่งพลังงานสูงทะลุทะลวงเข้าไปในอะตอมของสารอื่นๆ จนถึงขั้นแตกตัวเป็นไอออนได้ชนิดของพลังงานดังกล่าว ได้แก่

1.รังสีแกมมามาจากสารกัมมันตรังสี เช่น โคบอลต์-60 หรือ ซีเซียม-137

1.1 โคบอลต์-60(Cobalt-60, ^{60}Co ให้รังสีแกมมาที่มีพลังงาน 1.17-1.13 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์มีระยะครึ่งชีวิต 5.27 ปีโดยมีการสลายตัวอยู่ตลอดเวลาเป็นผลให้พลังงานรังสีลดลงในอัตรา 12.5 % ต่อปี จึงจำเป็นต้องหาเพิ่มเติมในแต่ละปีเพื่อให้สามารถใช้พลังงานจากรังสีดังกล่าวได้อย่างคงที่ พลังงานรังสีแกมมา 1 กิโลวัตต์ได้จากโคบอลต์-60 ที่มีพลังงาน 67480 คูรี

1.2 ซีเซียม -137(Cesium-137, ^{137}Cs) ให้รังสีแกมมาที่มีพลังงาน 0.66 Mev มีระยะครึ่งชีวิต 30.2 ปี สลายตัวตลอดเวลา จึงทำให้พลังงานของรังสีลดลงในอัตรา 2.3 % ต่อ 5 ปี พลังงานรังสีแกมมา 1 กิโลวัตต์ จะได้จากซีเซียม -137 ที่มีพลังงาน ถึง 312000 คูรี

2.รังสีเอกซ์ จากเครื่องผลิตรังสีเอกซ์ที่ทำงานด้วยระบบพลังงานที่ไม่สูงกว่า 5 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์

3.อิเล็กตรอนจากเครื่องผลิตอิเล็กตรอน ที่ทำงานด้วยระดับพลังงานไม่สูงกว่า 10 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รังสีทั้งสามชนิดนี้มีข้อได้เปรียบเสียเปรียบแตกต่างกัน ดังนั้นในการเลือกใช้จึงต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์และความพร้อมกล่าวคือ รังสีแกมมามีความสามารถในการทะลุทะลวงผ่านอาหารได้มากจึงเหมาะสมที่จะใช้กับอาหารที่บรรจุในกล่องหรือหีบห่อขนาดใหญ่ได้ แต่รังสีแกมมาจะถูกปล่อยจากต้นกำเนิด ตลอดเวลา และทุกทิศทางไม่ว่าจะใช้งานหรือไม่ จึงไม่เหมาะที่จะใช้ในกรณีที่มีผลิตผลป้อนโรงงานน้อยหรือใช้ร่วมกับกระบวนการผลิตได้ ในขณะที่อิเล็กตรอนนั้นมีความสามารถในการทะลุทะลวงต่ำและใช้กระแสไฟฟ้าสูง จึงไม่เหมาะที่จะใช้กับอาหารที่มีความหนามากและในพื้นที่ที่มีค่าไฟฟ้าสูง แต่ลำอิเล็กตรอนพุ่งออกมาในทิศทางเดียวกันและสามารถเปิดปิดได้ตามต้องการจึงเหมาะสมที่จะใช้ร่วมกับกระบวนการผลิตได้ สำหรับรังสีเอ็กซ์ ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูง จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ในกระบวนการผลิตอาหารได้

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการฉายรังสีอาหาร

1.การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

เมื่อรังสีทะลุผ่านอาหาร รังสีจะถ่ายเทพลังงานบางส่วนให้โมเลกุลต่างๆ ทำให้เกิดการแตกตัวเป็นโมเลกุลที่มีประจุไฟฟ้าสำหรับในอาหาร ซึ่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยนั้น ก็จะเกิดปฏิกิริยาเรดิโอไลซีส ได้ฟรีเรดิคัล ฟรีเรดิคัลที่เกิดขึ้นนี้เมื่อเกิดขึ้นแล้วมีการสลายตัวอย่างรวดเร็วโดยทำปฏิกิริยากับโมเลกุลที่เป็นองค์ประกอบของอาหารได้โมเลกุลที่เล็กลง รวมกันเรียกว่า เรดิโอไลติกโปรดัก แต่การให้ความร้อนก็ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขึ้นเช่นกัน

2.การเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยา

รังสีจะไปทำลายยีนส์และรบกวนการแบ่งเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเป็นผลให้จุลชีพ เช่น บักเตเรีย เชื้อรา ยีสต์ พยาธิและแมลง ตายหรือเป็นหมัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ใช้ ชนิดและจำนวนของจุลชีพสำหรับในพืชนั้น รังสีจะทำให้อัตราการหายใจและกระบวนการทางชีวเคมีเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ผลไม้บางชนิดสุกช้าลง มันฝรั่งและหอมหัวใหญ่ไม่งอกและเห็ดไม่บาน เป็นต้น

3.การเปลี่ยนแปลงทางคุณค่าของอาหาร

การฉายรังสีทำให้คุณค่าทางอาหารเปลี่ยนไปได้ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของอาหาร ปริมาณรังสีที่ใช้และปัจจัยบางชนิด เช่น การมีหรือไม่มีออกซิเจนและอุณหภูมิขณะทำการฉายรังสีองค์ประกอบหลักของอาหารได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรทและไขมัน มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อฉายรังสีในปริมาณไม่เกิน 10 กิโลเกรย์การฉายรังสีในปริมาณไม่เกิน 1 กิโลเกรย์ไม่ทำให้คุณค่าทางอาหารสูญเสียไปอย่างมีนัยสำคัญ แต่การฉายรังสี ระหว่าง 1-10 กิโลเกรย์ จะทำให้วิตามินบางชนิด เช่น วิตามินบี 1, เอ, อี และ เค สูญเสียไปบ้างถ้าไม่มีการกำจัดอากาศออกในระหว่างการฉายรังสีและการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม การสูญเสียน้อยกว่าหรือเทียบได้กับกรรมวิธีอื่นๆ เช่น การให้ความร้อนในการ ทอด นึ่ง ต้ม อบหรือตากแห้ง

4.การเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การฉายรังสีอาจทำให้กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสของอาหารเปลี่ยนแปลงไปได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ปริมาณรังสีที่ใช้และอุณหภูมิขณะที่ทำการฉายรังสี ดังนั้นปริมาณรังสีที่เหมาะสมสำหรับอาหารแต่ละชนิดจึงแตกต่างกัน การฉายรังสีอาหารตามปริมาณที่กำหนดจะไม่ทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหารเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับอาหารประเภทนมและผลิตภัณฑ์ไม่เหมาะที่จะนำมาฉายรังสี เพราะจะทำให้เกิดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสนั้น ในบางกรณีก็เป็นประโยชน์ เช่น การฉายรังสีผักและผลไม้แห้งเพื่อทำให้เนื้อสัมผัสอ่อนตัวซึ่งจะทำให้ใช้เวลาน้อยลงในการทำให้คืนรูปหรือการหุงต้ม

ประโยชน์ของการฉายรังสี

- ลดการสูญเสียของอาหาร สามารถรักษาระดับราคาไม่ให้แตกต่างกันมาก ทั้งในฤดูและนอกฤดู
- เสริมสร้างหลักประกันด้านความสะอาดปลอดภัยจากเชื้อโรค พยาธิและสารเคมี ทำให้สุขภาพอนามัยของประชาชนดีขึ้น
- ยืดอายุการรักษาและการวางตลาด ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและค่าใช้จ่ายจากการที่อาหารต้องเน่าเสียไปก่อนเวลาอันสมควรนับว่าเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิต ผู้ขายปลีกและผู้บริโภค เพราะต้นทุนถูกลง
- ประหยัดพลังงาน พลังงานจากการฉายรังสีที่ 10 กิโลเกรย์ เทียบเท่ากับพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นเพียง 2.4 องศาเซลเซียสเท่านั้น
- ไม่ทำให้คุณลักษณะภายนอกเปลี่ยนแปลง ก่อนฉายรังสีเป็นอย่างไรหลังฉายรังสีเป็นอย่างนั้น สดเหมือนเดิม
- ขยายตลาดการค้าสามารถส่งไปจำหน่ายในท้องที่ห่างไกลจากแหล่งผลิตได้มากขึ้น
- ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเป็นไปตามกำหนดมาตรฐานเป็นการส่งเสริมการส่งออก
- ลดปัญหาการถูกกักกันทำให้ภาพพจน์ของสินค้าดีขึ้น
- ปรับปรุงคุณสมบัติทางเทคนิคของอาหารทำให้ได้ยีลด์สูงขึ้น

ข้อจำกัดของการใช้รังสี

- ไม่สามารถใช้กับอาหารหลายชนิดได้ อาหารที่มีโปรตีนสูงและน้ำมาก เช่น นมและผลิตภัณฑ์นม
- อาจทำให้เนื้อสัมผัสของผลไม้และสีของเนื้อสัตว์บางชนิดเปลี่ยนไป ทำให้ปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการใช้มีช่วงค่อนข้างจำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไม่สามารถทำลายพิษที่มีอยู่ในอาหารแล้วได้
- จำเป็นต้องใช้ความเย็นหรือความร้อนร่วมด้วย ในบางกรณีเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด
- ใช้เงินลงทุนสูงสำหรับโรงงานฉายรังสีแต่ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยต่ำ จำเป็นต้องมีผลิตภัณฑ์มากพอสำหรับป้อนโรงงานจึงจะคุ้มทุน
- ผู้บริโภคยังกลัว ไม่กล้าบริโภคอาหารฉายรังสี เพราะขาดความรู้ที่ถูกต้องและไม่เข้าใจว่าทำไมต้องฉายรังสี
- ยังไม่มีวิธีการตรวจสอบที่ได้ผลสมบูรณ์เพื่อแสดงว่า อาหารที่ผ่านการฉายรังสีแล้วเพื่อเสริมสร้างหลักประกันให้กลุ่มผู้บริโภคนอกเหนือจากมาตรการควบคุมกระบวนการผลิตในโรงงาน
- กฎหมายอาหารฉายรังสีไม่สอดคล้องกัน เป็นอุปสรรคต่อการค้าระหว่างประเทศ
- ตลาดการค้ายังอยู่ในวงจำกัดทำให้ผู้ประกอบการไม่กล้าลงทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการฉายรังสี

3.1 วัตถุดิบ

-ปลาร้าปลากระดี่ (ซื้อจากตลาดหัวตะเข้, ลาดกระบัง , กรุงเทพฯ)

3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

3.2.1ขั้นการเตรียมวัตถุดิบ

-ขวดแก้วขนาด 4 ออนซ์(ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ)

-ฟิล์มหดสีขาว

-Label

3.2.2 ขั้นการวิเคราะห์ในห้องทดลอง

-ถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อ

-ขวดน้ำยาสำหรับเจือจางปริมาตร 225และ9 มิลลิลิตร

-จานเพาะเชื้อที่ปราศจากเชื้อปนเปื้อน

-Pipete บ่ลอดเชื้อ ขนาด 0.1 , 1, 5และ10 มิลลิลิตร

-แท่งแก้วรูปตัวแอล (L)

-หลอดทดลองฝาเกลียว

-ตะเกียงแอลกอฮอล์

-ขวดสีชาฝาดำ

-กระบอกน้ำกลั่น

-ช้อนตักสาร

-แท่งแก้วคนสาร

-บิกเกอร์

-ลูกแก้ว

-ชุดกรอง+Sling

-Anaerobic jar

-Loop

-Forcept

-Distillation flask

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-Flask

-Cylender

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

-เครื่องฉายรังสีรุ่น Gamma Cell 220 (ภาคผนวก ก หน้า 32)

-เครื่องชั่งน้ำหนัก

-เครื่องตรวจนับเชื้อ

-ชุดกลั่น

-เตาแก๊ส

-Incubator

-Spectophotometer

-Autocave

-Lamina flow

-Hot air oven

-pH meter

3.4 สารอาหาร

-TSC+egg Yolk Agar

-CMM(Cook Meat Medium)

-PCA(Plate Count Agar)

-Peptone

3.5 สารเคมี

-Alcohol 95 % and 70%

-NaOH

-Kanamysin

-Polymysin

-Thiobarbituric acid reragent

-Acetic acid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.6.1 การเตรียมวัตถุดิบ

1.นำปลาร้าปลากระดี่ทดลองสุ่มจากท้องตลาด ซึ่งระยะเวลาการหมักเหมาะแก่การบริโภคมาบรรจุขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วขวดละ 130 กรัม ปิดฝาให้สนิท (ภาคผนวก ก หน้า 30)

2.ใช้ฟิล์มหดหุ้มคอขวดแล้วให้ความร้อนโดยใช้น้ำเดือด เพื่อช่วยให้ฟิล์มยึดแน่นสนิทกับคอขวดและฝาขวด(ภาคผนวก ก หน้า 31)

3.เตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องใช้ในการฉายรังสี พร้อมทั้งเตรียมความพร้อมของเครื่องฉายรังสีซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ (ภาคผนวก ก หน้า 33)

4.นำปลาร้าที่เตรียมพร้อมแล้วเข้าฉายรังสี ที่ระดับ 2 , 4 และ 6 กิโลเกรย์ โดยมีตัว Control ซึ่งเป็นปลาร้าที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสี 1 ชุด (ภาคผนวก ก หน้า 34)

5.นำปลาร้าที่ผ่านการฉายรังสีทุกระดับมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง(ภาคผนวก ก หน้า 34)

3.6.2 การทดลอง

1.นำปลาร้าที่ผ่านการฉายรังสีมาทำการวิเคราะห์ ทุกระดับของการฉายรังสีโดยเปรียบเทียบกับ Control ที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสี ทำการตรวจสอบทันที 1 ชุด เป็นสัปดาห์เริ่มต้น (สัปดาห์ที่ 0) หลังจากนั้นทุกๆ 2 สัปดาห์ จะนำปลาร้ามาตรวจสอบในทุกระดับของรังสีเพื่อเปรียบเทียบกัน

2.ทำการตรวจสอบลักษณะปรากฏทางประสาทสัมผัสของปลาร้าทางด้าน สี กลิ่นและการยอมรับทั่วไป ทุกๆ 2 สัปดาห์ และหลังจากการฉายรังสีมาทำการตรวจสอบทันทีเช่นกันเป็นสัปดาห์เริ่มต้น

3.6.3 วิธีการตรวจสอบ

1.เตรียมตัวอย่างอาหารโดยใช้เนื้อปลาร้า 25 กรัมบรรจุในถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อ

2.เทน้ำยา 0.1 % Peptone Water สำหรับเจือจาง 225 มิลลิลิตร ลงผสมกับตัวอย่างอาหารเขย่าให้เข้ากันด้วย Stomacher

3.ทำการเจือจางตัวอย่างอาหารเพิ่มขึ้น 3 ระดับ คือ 10^{-2}, 10^{-3} และ10^{-4} ด้วย Peptone Water ปริมาตร 9 มิลลิลิตร

4.ดูดตัวอย่างแต่ละระดับเจือจางใส่ลงในหลอดอาหาร CMM. โดยใส่ตัวอย่างอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดละ 1 มิลลิลิตร ระดับเจือจางละ 2 หลอด นำไปบ่มที่ อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

5.ใช้ Pipete ดูดเชื้อจากหลอด CMM. โดยดูดเชื้อจากก้นหลอดมา 0.1 มิลลิลิตรลงบนอาหาร TSC +egg Yolk Agar แล้วทำการ Spread Plate

6.คว่ำจานเพาะเชื้อแล้วนำจานเพาะเชื้อนั้นไปใส่ใน Anaerobic jar เพื่อกำจัด O_2 ออกจาก Anaerobic jar โดยใส่แผงดูดออกซิเจนลงไปด้วย

7.นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

8.ตรวจสอบโคโลนีของเชื้อ *Clostridium Perfringens* ที่ให้ลักษณะโคโลนีสีดำและมีโซนขุ่นขาวรอบๆ โคโลนีบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการสร้างแก๊สในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ CMM

การทดสอบการสร้างแก๊สของเชื้อ *Clostridium perfringens* ทำโดยการเลี้ยงเชื้อในหลอดอาหาร CMM. ซึ่งตัวอย่างอาหารเจือจางลง 4 ระดับ คือ 10^{-1} ,10^{-2} ,10^{-3} และ10^{-4} ทุกระดับของรังสีที่ต้องการตรวจสอบคือ 0, 2, 4 และ 6 กิโลเกรย์ ทำการตรวจสอบเป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดย 2 สัปดาห์ตรวจสอบ 1 ชุด เริ่มสัปดาห์แรกหลังจากการฉายรังสี ผลการตรวจสอบแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการเกิดการสร้างแก๊สในหลอดอาหารCMM(Cooke Meat Medium) ของตัวอย่างทดลอง

ระดับรังสี (กิโลเกรย์)	0				2				4				6			
ระดับเจือจาง	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}
สัปดาห์ที่ 0	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
สัปดาห์ที่ 2	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
สัปดาห์ที่ 4	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-
สัปดาห์ที่ 6	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-

หมายเหตุ : + หมายถึง เกิดการสร้างแก๊สขึ้นในหลอดอาหาร CMM

\- หมายถึง ไม่เกิดการสร้างแก๊สขึ้น

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดลอง เมื่อนำตัวอย่างปลาร้ามาเลี้ยงใน CMM ปรากฏว่าปลาร้าที่ไม่ฉายรังสี (Control) ทุกหลอดทดลองจะมีการสร้างแก๊สของเชื้อ anaerobic bacteria เกิดขึ้นทุกสัปดาห์ แสดงว่าในปลาร้าที่ไม่ฉายรังสีมีเชื้อ Bacteria ที่ไม่ต้องการอากาศอยู่ ส่วนปลาร้าที่ฉายรังสีที่ระดับ 2 กิโลเกรย์ ปรากฏว่ามีการสร้างแก๊สในหลอด CMM ในระดับความเจือจางของอาหารต่ำๆ เท่านั้น แสดงว่าหลังจากการฉายรังสียังมีเชื้อ anaerobic bacteria อยู่แต่ในปริมาณน้อยมาก ส่วนในปลาร้าที่ฉายรังสีที่ระดับ 4 กิโลเกรย์ปรากฏว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ anaerobic bacteria ได้ในช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์ ส่วนปลาร้าที่ฉายรังสีที่ระดับ 6 กิโลเกรย์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ Bactreria ที่ไม่ต้องการอากาศได้นานที่สุดคือ 4 สัปดาห์

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้รังสีแกมมา ที่ระดับ 4และ6 กิโลเกรย์สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ Bacteria ได้ระยะหนึ่งเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการตรวจสอบเชื้อ *Clostridium Perfringens* บนอาหาร TSC + egg Yolk Agar

เมื่อได้ผลการตรวจสอบเชื้อจากอาหาร CMM เลือกนำเฉพาะหลอดที่เกิดการสร้างแก๊ส(+) มาทำการตรวจสอบเพื่อยืนยันบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSC + egg Yolk Agar เพราะอาหารตัวนี้เป็น Selective media ของเชื้อ *Clostridium Perfringens* ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการตรวจสอบจำนวนโคโลนีของ *Clostridium Perfringens* ในอาหาร TSC + egg Yolk Agar (TSC = Tryptose Sulfite Cycloserine)

ระดับรังสี (กิโลเกรย์)	0				2				4				6			
ระดับเจือจาง	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}
สัปดาห์ที่ 0	12	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
สัปดาห์ที่ 2	15	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
สัปดาห์ที่ 4	19	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
สัปดาห์ที่ 6	19	9	2	-	6	4	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-

จากตาราง หลังจากทำการตรวจสอบเชื้อ Bacteria ที่ไม่ต้องการอากาศที่เจริญในปลาร้าหลังจากการฉายรังสีแล้วจะนำหลอดที่สร้างแก๊สมาถ่ายเชื้อลงในอาหาร TSC+egg Yolk Agar ปรากฏว่าปลาร้าที่ไม่ฉายรังสี (Control) จะพบเชื้อ *Clostridium Perfringens* 12 Colony/gm. ในสัปดาห์ที่ 4 และในสัปดาห์ที่ 6 พบเชื้อ *Clostridium perfringens* 80 Colony /gm. (ในตัวอย่างอาหาร 1 กรัม) แสดงว่าในปลาร้าที่ไม่ฉายรังสีมีเชื้อ *Clostridium Perfringens* อยู่จริง ส่วนปลาร้าที่นำมาฉายรังสีที่ระดับ 2และ4 กิโลเกรย์ จะตรวจไม่พบเชื้อ *Clostridium Perfringens* ใน 4 สัปดาห์แรกแต่จะพบเชื้อหลังจากเก็บไว้เป็นเวลา 6 สัปดาห์ เป็นจำนวน 16 Colony/gm. (ในตัวอย่างอาหาร 1 กรัม) แสดงว่าการฉายรังสีปลาร้าที่ระดับ 2 และ4 กิโลเกรย์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Clostridium Perfringens* ได้ในระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ส่วนปลาร้าที่ฉายรังสีที่ระดับ 6 กิโลเกรย์ ปรากฏว่าไม่มีการเจริญของเชื้อ *Clostridium Perfringens* เกิดขึ้นภายในเวลาการเก็บรักษา 6 สัปดาห์ แสดงว่าการฉายรังสีที่ระดับ 6 กิโลเกรย์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Clostridium Perfringens* ได้ในระยะเวลาการเก็บรักษาดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีในตัวอย่าง จากอาหารเลี้ยง PCA

ทำการเจือจางตัวอย่างอาหาร เช่นเดียวกันกับข้อ 4.1 โดยทำทุกระดับของการฉายรังสีตรวจสอบโดยการนับจำนวนโคโลนีบน Plate อาหาร PCA (Plate count Agar) ระยะเวลาและหลักการในการทดสอบเช่นเดียวกับข้อ 4.1 ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดจากอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Count Agar)

ระดับรังสี (กิโลเกรย์)	0				2				4				6			
ระดับเจือจาง	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}
สัปดาห์ที่ 0	> 300	28	10	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
สัปดาห์ที่ 2	> 300	25	10	-	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
สัปดาห์ที่ 4	> 300	25	12	-	> 300	18	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
สัปดาห์ที่ 6	> 300	28	10	2	> 300	15	6	-	14	-	-	-	-	-	-	-

จากตารางที่ 4 ผลการทดลองพบว่า ในปลาร้าที่ฉายรังสีระดับ 2 กิโลเกรย์ ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในปลาร้าและมีเชื้อเกิดขึ้นทุกสัปดาห์ ส่วนปลาร้าที่ฉายรังสีที่ระดับ 4 กิโลเกรย์ จะไม่พบเชื้อจุลินทรีย์เลยในอายุการเก็บรักษา 2 สัปดาห์แรกในสัปดาห์ที่ 4 ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ 40 Colony : ตัวอย่างอาหาร 1 กรัมและในสัปดาห์ที่ 6 ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ 56 Colony : ตัวอย่างอาหาร 1 กรัม แสดงว่าปลาร้าที่ผ่านการฉายรังสีในระดับ 4 กิโลเกรย์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ใน 2 สัปดาห์แรกเท่านั้น ส่วนปลาร้าที่ฉายรังสีในระดับ 6 กิโลเกรย์ ไม่ปรากฏเชื้อจุลินทรีย์เกิดขึ้นเลย แสดงว่าที่ระดับรังสี 6 กิโลเกรย์ สามารถที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ภายในระยะเวลาการเก็บรักษา 6 สัปดาห์จากการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99566

4.4 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างของปลาร้าฉายรังสี

เมื่อทำการตรวจสอบเชื้อ *Clostridium Perfringens* เรียบร้อยแล้วนำปลาร้าทุกระดับของรังสี มาทำการตรวจสอบความเป็นกรดด่างเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงเมื่อระยะเวลาที่เก็บรักษาแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 5 และภาพที่

ตารางที่ 5 แสดงค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงไปของปลาร้าฉายรังสี

ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์) / ระดับรังสี(กิโลเกรย์)	0	2	4	6
0	5.45	5.44	5.42	5.40
2	5.45	5.45	5.44	5.43
4	5.45	5.45	5.45	5.43
6	5.45	5.45	5.45	5.45

จากตารางที่ 5 การตรวจสอบ pH ในปลาร้าที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 0 กิโลเกรย์ มีการเปลี่ยนแปลงของ pH ลดลง ตามระยะเวลาการเก็บรักษา 6 สัปดาห์ แสดงว่าสาเหตุที่ pH ลดลงยังคงมีเชื้อ Bacteria ที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักขึ้นในปลาร้าที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสี และการฉายรังสีที่ระดับ 2 กิโลเกรย์ pH ลดลงเล็กน้อย เมื่อเก็บรักษาไว้ที่สัปดาห์ที่ 4 โดยลดลงเหลือ 5.40 แสดงว่าระยะการเก็บรักษานี้เชื้อ Bacteria ยังมีการเจริญเติบโตอยู่ ส่วนที่การฉายรังสีที่ระดับ 4และ6 กิโลเกรย์ pH จะคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นแสดงว่าการฉายรังสีในระดับ 4และ6 กิโลเกรย์ สามารถยับยั้งการเจริญของ Bacteria ที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักขึ้นในปลาร้าได้ซึ่งผลการเปรียบเทียบแต่ละสัปดาห์แสดงดังภาพที่ 1

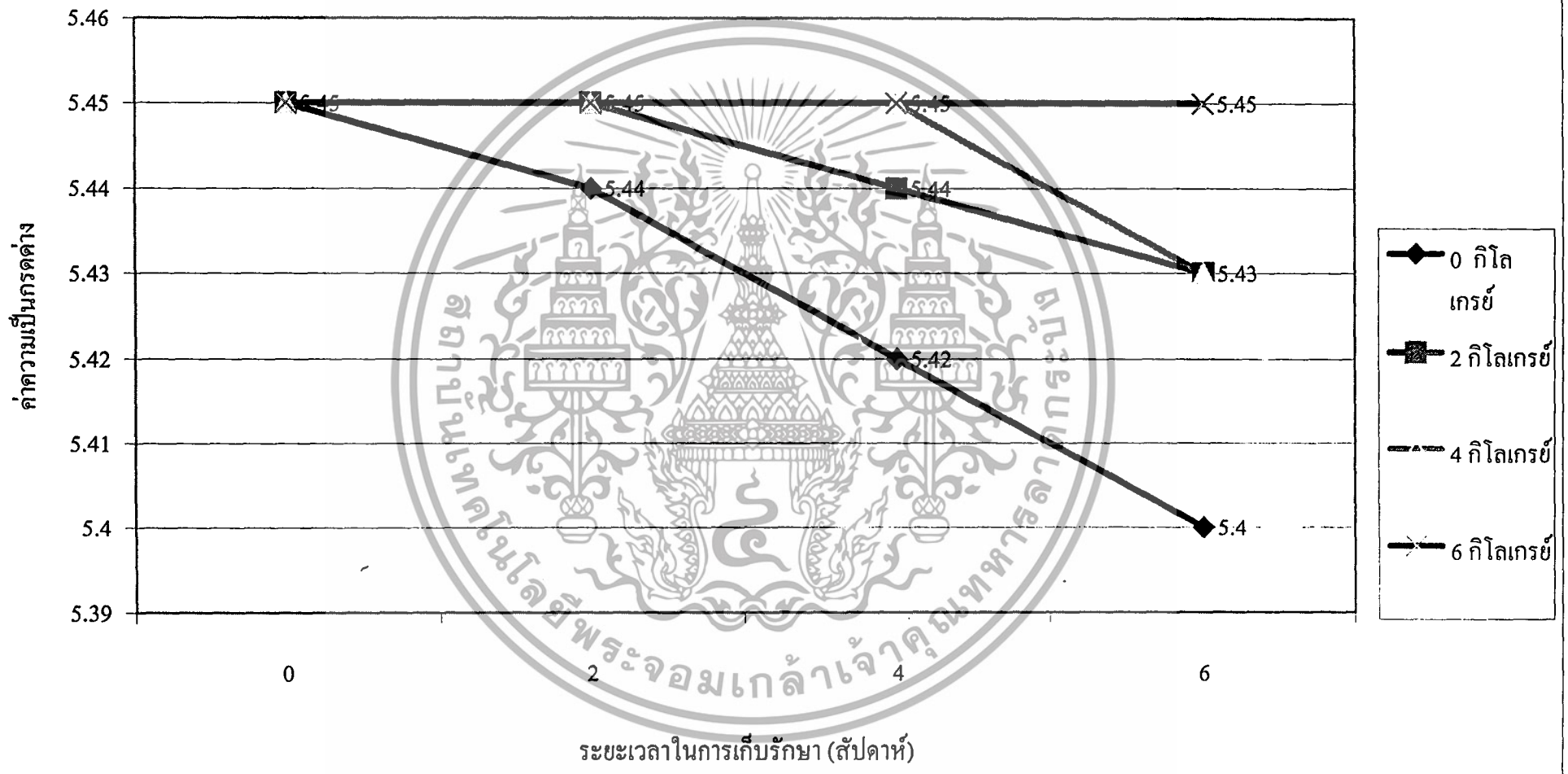
4.5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น และการยอมรับทั่วไป

นำปลาร้าที่ผ่านการตรวจสอบจากข้อ 4.1-4.4 แล้วมาทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อเปรียบเทียบลักษณะต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงไปที่ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่แตกต่างกันคือ 0, 2, 4และ6 สัปดาห์ ซึ่งผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสีแสดงดังภาพที่ 2

จากการทดลองตรวจสอบลักษณะทางด้านสีพบว่า ปลาร้าที่ฉายรังสีในระดับ 6 กิโลเกรย์ ซึ่งเป็นระดับรังสีที่สามารถ ควบคุมการเจริญของเชื้อ *Clostridium Perfringens* ได้และเมื่อนำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลง pH ของปลาร้าหลังจากฉายบรังสี



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ทดสอบเปรียบเทียบสีจาก Control แล้วปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่คะแนนความชอบของผู้ทดสอบจะมีคะแนนความชอบน้อยกว่า Control และปลาร้าที่ฉายรังสีในระดับ 2 และ 4 กิโลเกรย์

จากการทดลองตรวจสอบลักษณะทางด้านกลิ่นพบว่า ปลาร้าที่ฉายรังสีในระดับ 6 กิโลเกรย์ที่สามารถจะควบคุมการเจริญของเชื้อ *Clostridium Perfringens* ได้ แต่กลิ่นที่ปรากฏจะมีความแตกต่างจากปลาร้าที่ไม่ฉายรังสีอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % คือจะมีกลิ่นหืนมากกว่าปลาร้าที่ไม่ฉายรังสีและที่ฉายรังสีในระดับ 2และ4 กิโลเกรย์ ดังแสดงผลในภาพที่ 3

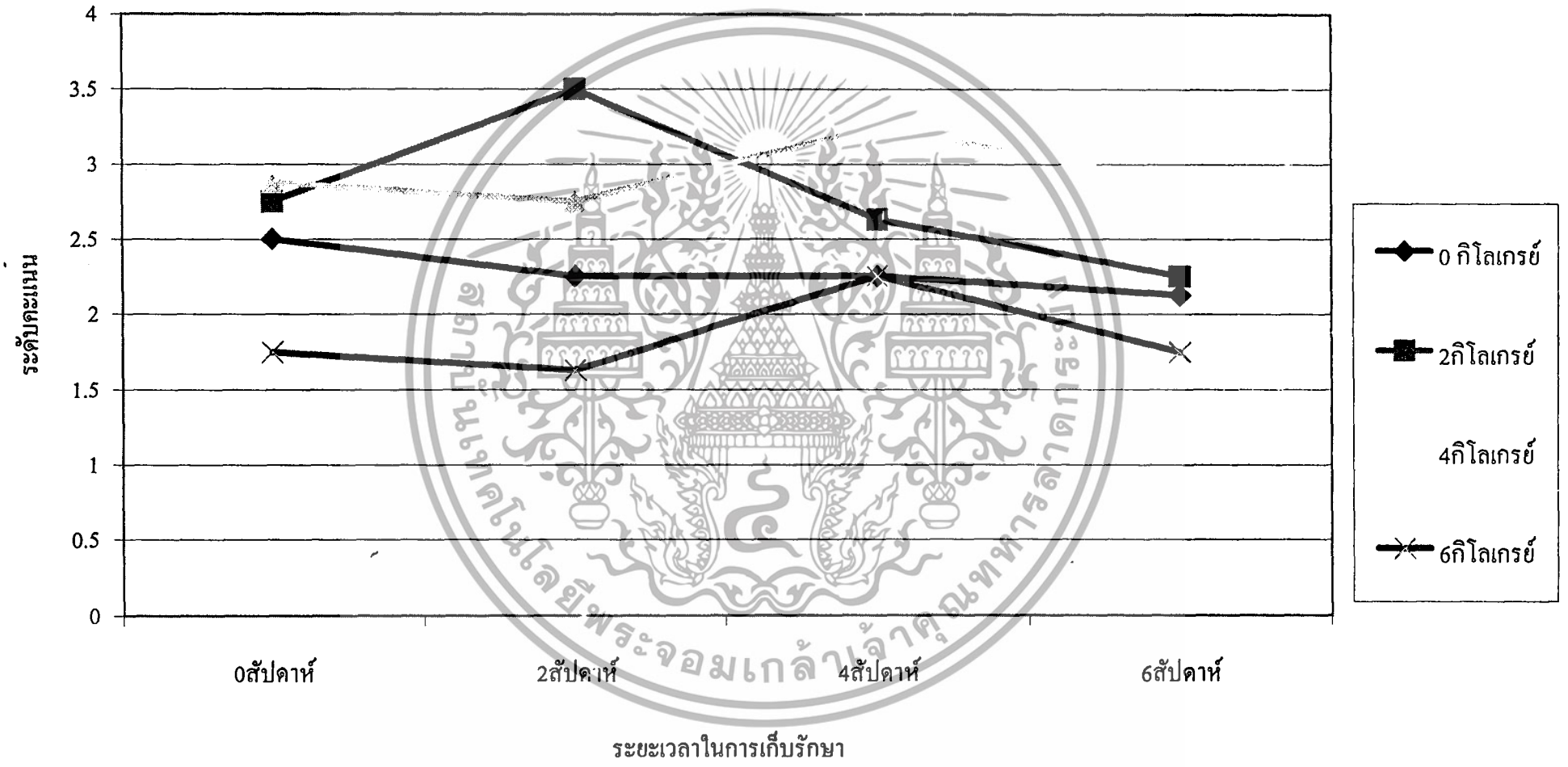
จากการทดลองตรวจสอบลักษณะทางด้านการยอมรับทั่วไปของปลาร้า ที่ฉายรังสีในระดับ 6 กิโลเกรย์ ปรากฏว่ามีความแตกต่างทางด้านสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับปลาร้าที่ไม่ฉายรังสีคือจากการให้คะแนนของผู้ทดสอบปรากฏว่าผู้ทดสอบไม่ให้การยอมรับปลาร้าที่ฉายรังสีในระดับ 6 กิโลเกรย์ แต่จะยอมรับปลาร้าที่ฉายรังสีที่ระดับ 4 กิโลเกรย์ มากที่สุดดังนั้นสรุปได้ว่าที่รังสีระดับ 6 กิโลเกรย์ สามารถที่จะควบคุมการเจริญของเชื้อ *Clostridium Perfringens* ได้แต่จะมีผลให้ผู้ทดสอบไม่ยอมรับลักษณะที่เกิดขึ้น ไม่ว่ากลิ่นที่มีความหืนและสีของปลาร้าที่เปลี่ยนไป ดังแสดงผลในภาพที่ 4 และการทดสอบยืนยันค่าความหืนขึ้นอยู่กับปริมาณ TBA ที่ตรวจพบ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่า TBA ของปลาร้าฉายรังสีในระดับต่างๆ หลังจากเก็บไว้เป็นเวลา 6 สัปดาห์

ระดับรังสี (กิโลเกรย์)	ค่า TBA ในปลาร้า
0	1.1778
2	1.2246
4	1.6809
6	1.9188

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

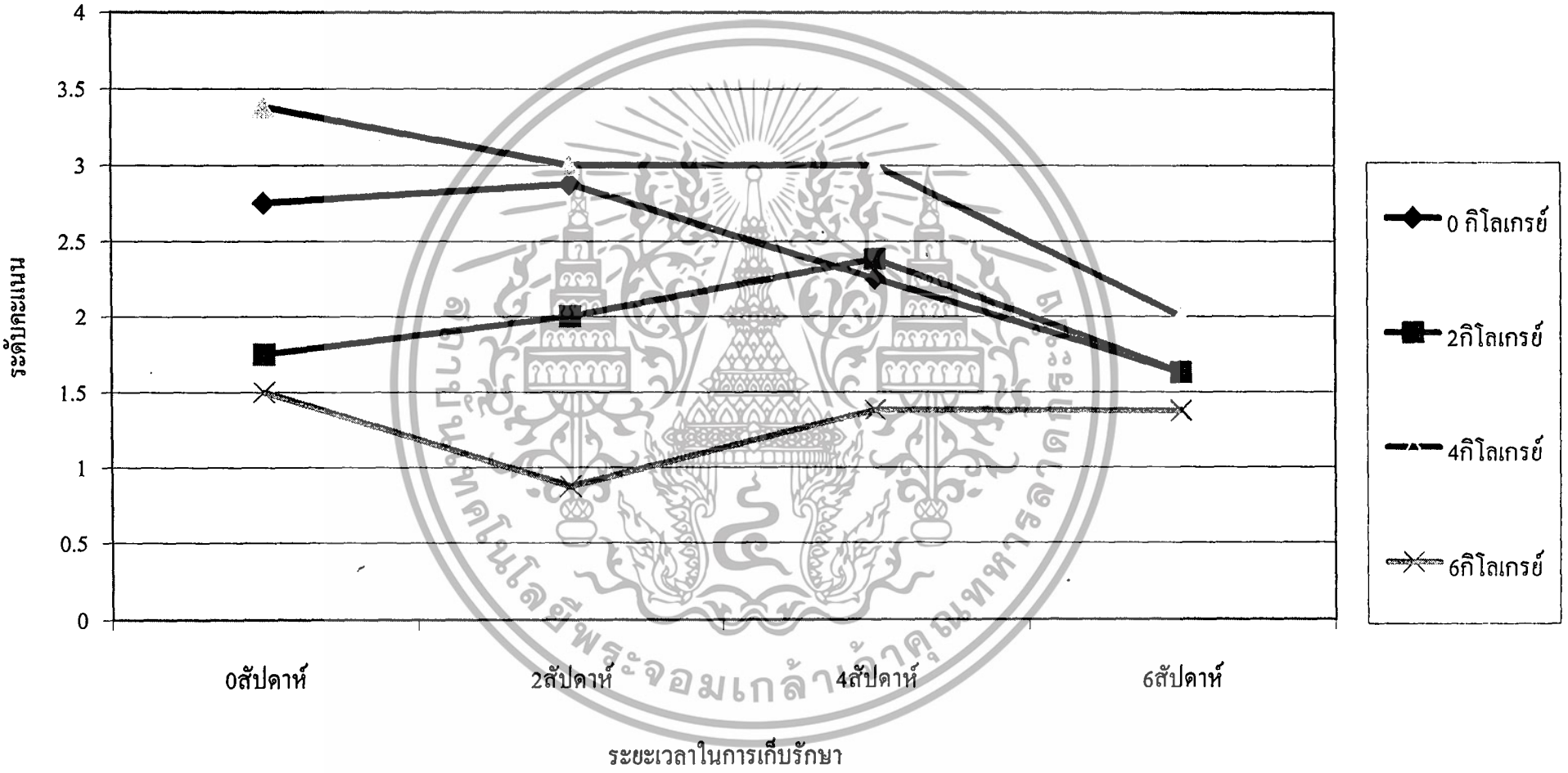
ภาพที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีของปลาร้าฉายรังสี



ธนาคารความรู้ ดอยคำ
ห้องสมุดดอยคำ ในพระบรมราชูปถัมภ์

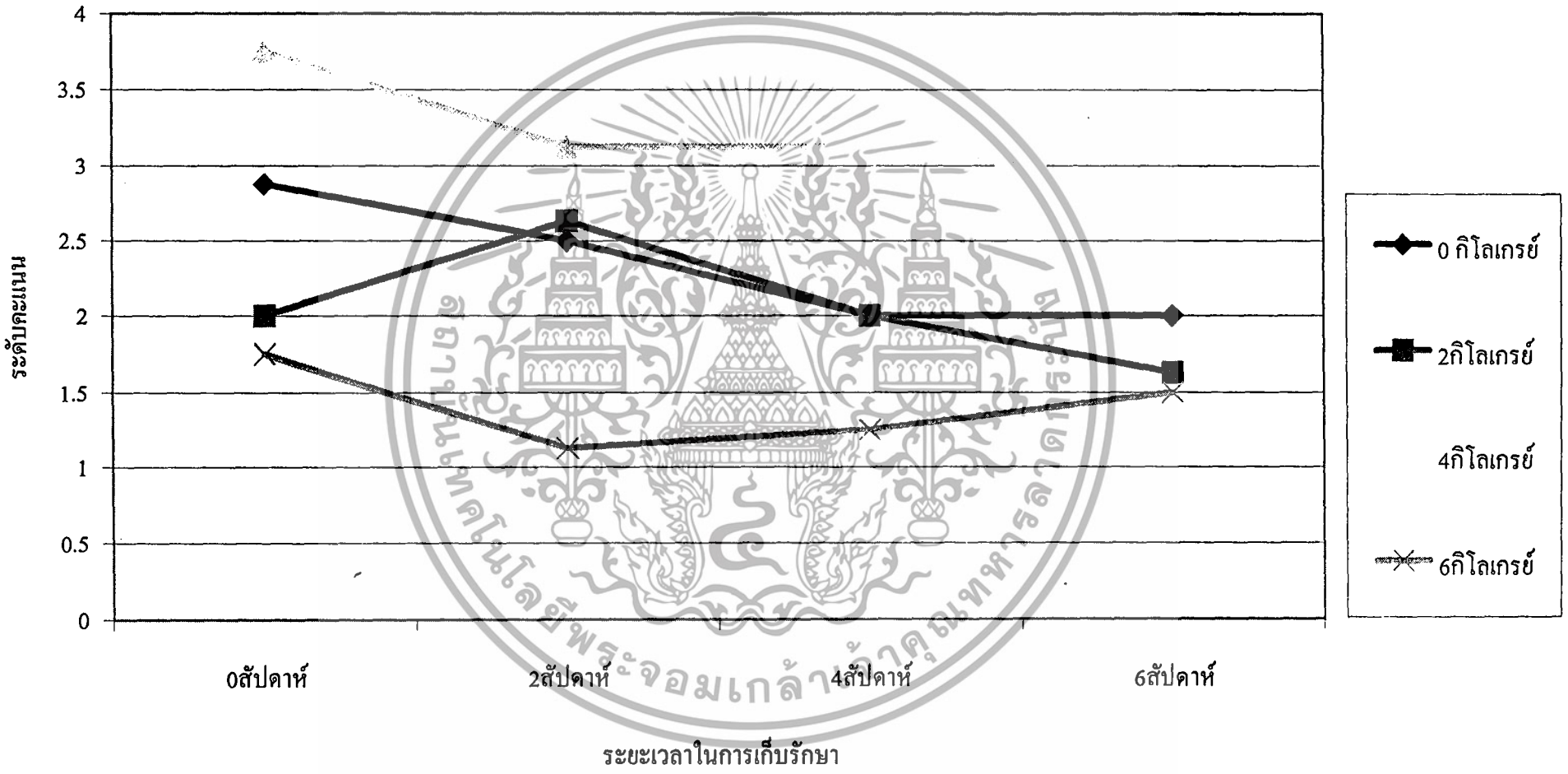
166411

ภาพที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงกลิ่นของปลาร้าฉายรังสี



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาพที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะการยอมรับทั่วไปของปลาร้าฉายรังสี



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 จากการทดลองหลังจากนำปลาร้าไปฉายรังสีที่ระดับ 2, 4 และ 6 กิโลเกรย์ แล้วนำมาตรวจสอบทางจุลินทรีย์เทียบกับระยะเวลาในการเก็บรักษา ปรากฏว่าที่ระดับรังสี 2และ4 กิโลเกรย์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Clostridium Perfringens* ได้ในระยะเวลา 4 สัปดาห์แรกเท่านั้น หลังจากนั้นเชื้อก็จะมีการเจริญเติบโตเกิดขึ้นอีก ส่วนปลาร้าที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 6 กิโลเกรย์ ปรากฏว่า สามารถที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่ในปลาร้า รวมทั้งเชื้อ *Clostridium Perfringens* ได้ในระยะเวลา 6 สัปดาห์ในการทดลอง

5.1.2 ผลของ pH ของปลาร้าที่ผ่านการฉายรังสีในระดับต่างๆ กัน ปลาร้าที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีการเปลี่ยนแปลงของ pH ลดลง จากสัปดาห์แรก 5.45 ลดลงเหลือ 5.40 เมื่อสัปดาห์ที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบกัน ปรากฏว่าปลาร้าที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 2 กิโลเกรย์ มีการลดลงใกล้เคียงกับปลาร้าที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสี แสดงว่ายังมีการเจริญของเชื้อ Bacteria ที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักขึ้นและทำให้ pH ลดลง ส่วนปลาร้าที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 4และ6 กิโลเกรย์ ผลของ pH ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แสดงว่าการฉายรังสีในระดับนี้สามารถที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ Bacteria ที่ทำให้เกิดกระบวนการหมักได้

5.1.3 ผลของการฉายรังสีที่ระดับต่างๆ ต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านสี ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนทางด้านกลิ่นและการยอมรับทั่วไปของปลาร้าที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 6 กิโลเกรย์ เมื่อเปรียบเทียบกับปลาร้าที่ไม่ได้ฉายรังสีจะมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยจะมีกลิ่นหืนเกิดขึ้นที่ระดับรังสีดังกล่าว

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาระดับปริมาณของรังสีที่ใช้ในการทำลาย *Clostridium Perfringens* ปรากฏว่าที่ระดับรังสี 6 กิโลเกรย์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ภายในระยะเวลา 6 สัปดาห์ ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่าหากมีการเก็บรักษาปลาร้าที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับนี้ต่อไปอีก และนำมาวิเคราะห์ดูว่าระยะเวลาใดที่สามารถตรวจพบเชื้อนี้ได้ อาจจะทำให้ได้ข้อมูลในด้านการเก็บรักษาปลาร้าที่มากกว่า 6 สัปดาห์ แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นกับปลาร้าที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับนี้คือ ทำให้กลิ่นของปลาร้าไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค คือมีกลิ่นหืนเกิดขึ้นทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเพราะในปลาร้ามีองค์ประกอบของไขมันอยู่ด้วย

หากต้องการที่จะใช้รังสีในการทำลายเชื้อ *Clostridium Perfringens* อาจจะใช้รังสีที่ระดับต่ำกว่า 6 กิโลเกรย์ เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อลักษณะทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . หน้า 185.

บุหลัน พิทักษ์ผล.2538. การถนอมผลิตผลทางการเกษตร. บริษัทประชาชน จำกัด , กรุงเทพมหานคร. หน้า 50-55.

มัทนา แสงจินดาวงษ์.2538. จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ประมง. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง, คณะประมง . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 240 หน้า

วารุณี ประดิษฐ์ศรีกุล.2539. เอกสารประกอบการเรียนวิชาเทคโนโลยีหมักดอง. คณะเทคโนโลยีการอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยาหันตรา. หน้า 100-103.

วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์. 2536. วารสารทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ปีที่ 27 ฉบับที่ 2 เมษายน-มิถุนายน, กรุงเทพมหานคร. หน้า 204-205.

สำนักงานปรมาณู เพื่อสันติ .2536. การฝึกอบรมพลังงานนิวเคลียร์และการใช้ประโยชน์. รุ่นที่ , กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. บทที่ 11 หน้า 1-14.

อภิญญา นุสิโกมล.มปป. แบคทีเรีย. ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 251.

สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. 2542. ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตและคุณลักษณะเฉพาะของปลาร้า(Studies on Production and Identity of Fermented Fishery Products (Pla-ra) . รายงานโครงการวิจัยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหารฉบับสมบูรณ์. กรมประมง . กรุงเทพมหานคร.

AOAC.1995. offical Method of Analysis. 16th ed. Association of official Analytical Chemists, Arlington, VA. Chapter 17 , P. 48-52.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ขั้นตอนต่างๆในการฉายรังสี การเตรียมตัวอย่างปลาร้าและการวิเคราะห์เชื้อ *Clostridium perfringens*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการฉายรังสีเพื่อดูการกระจายของปริมาณรังสีที่เวลาที่กำหนด

1. เตรียมตัวอย่างให้พร้อมโดยบรรจุขวดปิดฝาให้สนิท
2. ทำการทดลองการกระจายของรังสีภายในอาหาร โดยใช้ Dosemeter ที่เป็นแผ่นฟิล์ม บรรจุแผ่นฟิล์มลงในฟิล์มทึบแสง 2 ชั้นแล้วหุ้มอีกทีด้วย พลาสติกฟอยด์
3. นำไปวางตามตำแหน่งต่างๆ ดังนี้คือ ตรงก้นขวดด้านใน ตรงกลางขวด ตรงปากขวด โดยวางบนตัวอย่างอาหารเหมือนในกรณีของบ่ลาร้า โดยกำหนดหมายเลขเพื่อความถูกต้อง
4. หลังจากนั้นนำไปฉายรังสี โดยใช้เครื่อง Gramma Cell 220 เป็นเวลา 30 นาที
5. เมื่อครบเวลาแล้วนำออกมาจากเครื่องฉายรังสี พักไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง
6. นำฟิล์มแต่ละตำแหน่งซึ่งได้กำหนดหมายเลขไว้นั้นออกมา วัดระดับความเข้มของรังสีที่ฟิล์มดูดซับไว้ด้วยเครื่องUV - VIS - NIR Scanning Spectrophotometerโดยที่ทำการวัดความหนาของฟิล์มแต่ละชิ้นด้วยเครื่อง MITUTOYO
7. เมื่อได้ตัวเลขต่างๆ ออกมาแล้วนำมาคำนวณหา Dose ที่เวลาดังกล่าว (30 นาที)โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยออกมา

ผลจากการคำนวณ

ที่เวลา 30 นาทีปริมาณรังสีที่ได้รับในปลาร้า 3.38 กิโลเกรย์ ซึ่งปริมาณรังสีที่ต้องการคือ

ปริมาณรังสีที่ต้องการ	2	กิโลเกรย์	ใช้เวลา	18	นาที
ปริมาณรังสีที่ต้องการ	4	กิโลเกรย์	ใช้เวลา	36	นาที
ปริมาณรังสีที่ต้องการ	6	กิโลเกรย์	ใช้เวลา	54	นาที

วิธีการฉายรังสีกับตัวอย่างทั้งหมด

2 กิโลเกรย์ ใช้เวลา 18 นาที/ชุด/2ขวด

ตัวอย่างมีทั้งหมด 8 ขวด คิดเป็น 4 ชุด

ใช้เวลาทั้งหมด 72 นาที

4 กิโลเกรย์ ใช้เวลา 36 นาที/ชุด/ 2 ขวด

ตัวอย่างมีทั้งหมด 8 ขวด คิดเป็น 4 ชุด

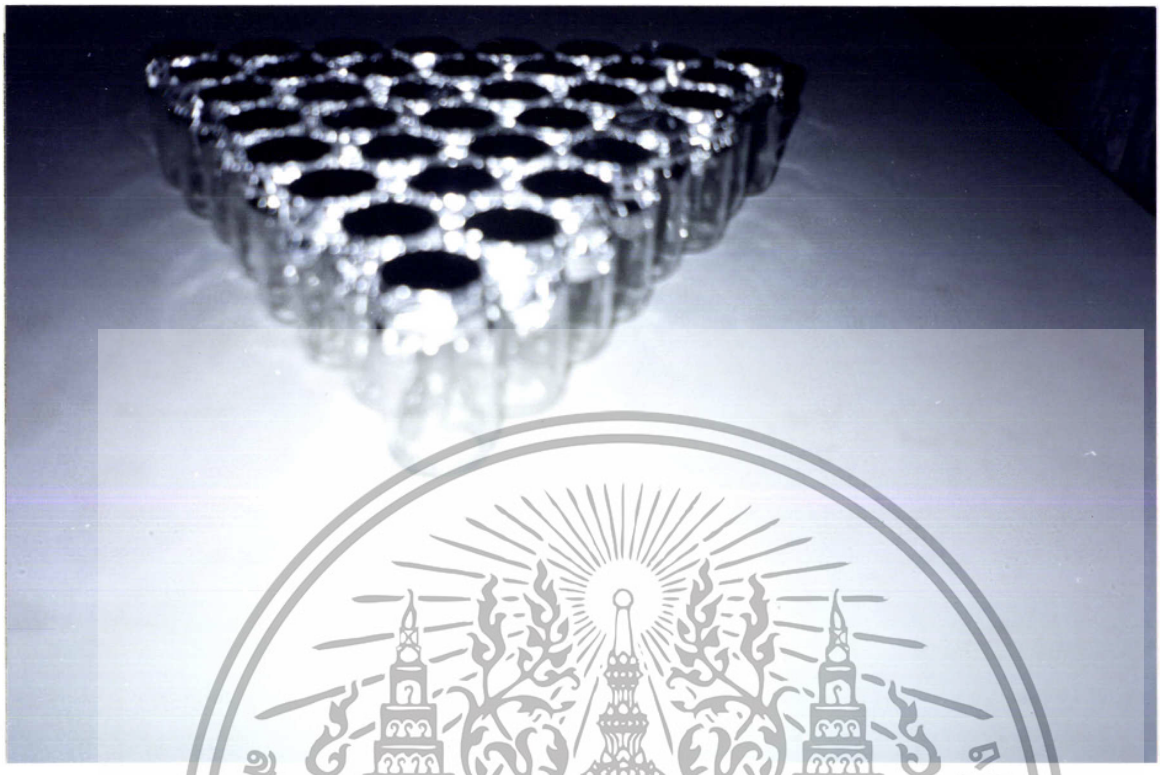
ใช้เวลาทั้งหมด 144 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

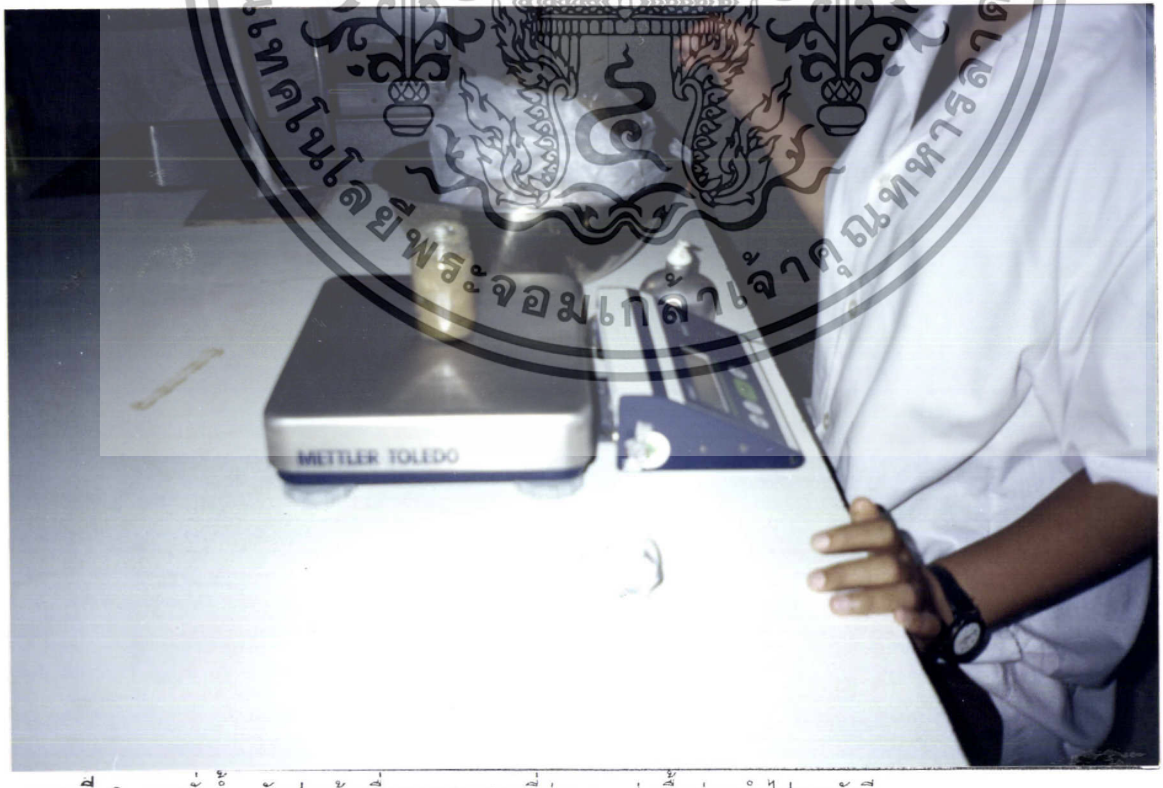
6 กิโลเกรย์ ใช้เวลา 54 นาที/ชุด/ 2ขวด
ตัวอย่างมีทั้งหมด 8 ขวด คิดเป็น 4 ชุด
ใช้เวลาทั้งหมด **216** นาที

รวมเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการฉายรังสี **432** นาที (7 ชั่วโมง 20 นาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 การเตรียมขวดซึ่งใช้เป็นภาชนะบรรจุปลาร้าก่อนนำไปฉายรังสีโดยมีการล้างทำความสะอาด แล้วปิดฝาด้วยฟอยล์เจาะรูเพื่อม่าเชื้อ



ภาพที่ 6 การชั่งน้ำหนักปลาร้าเพื่อบรรจุภาชนะที่ผ่านการฆ่าเชื้อก่อนนำไปฉายรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

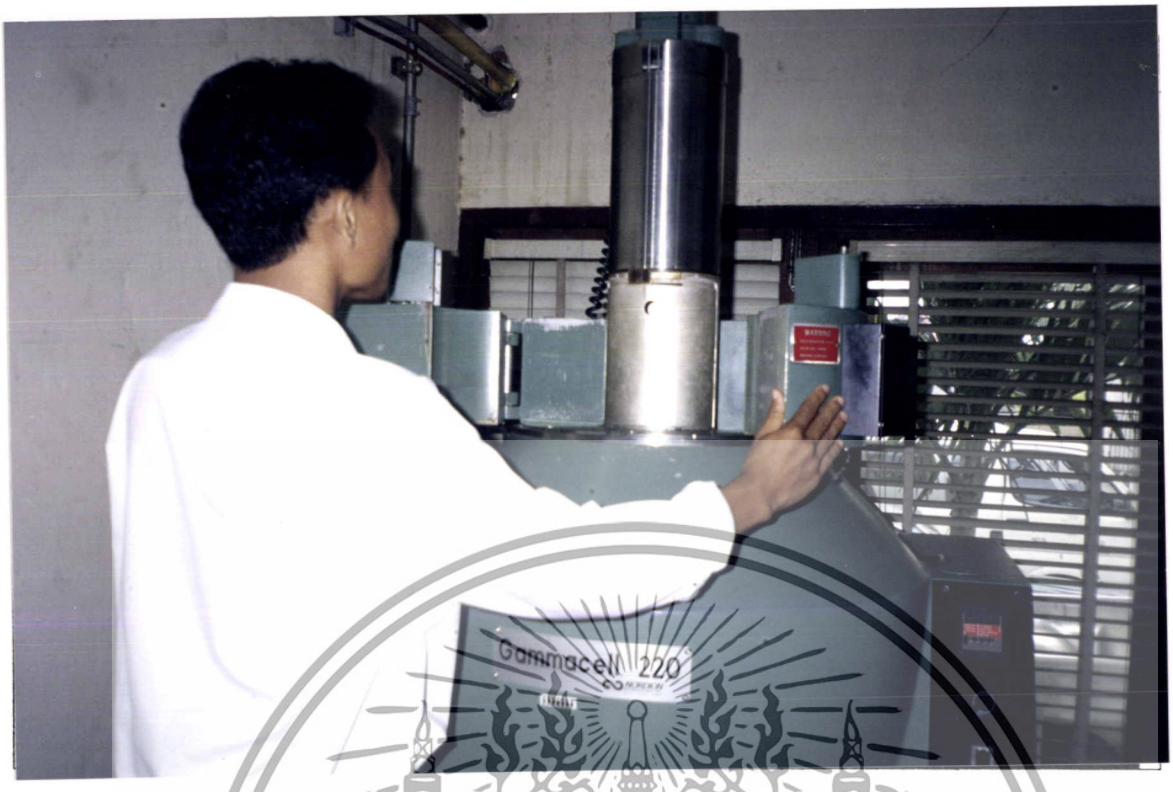
ภาพที่ 7 การใช้ฟิล์มหุ้มถอยวดอีกครั้งเพื่อป้องกันอากาศเข้าสู่ตัวอย่างทดลอง

ภาพที่ 8 ตัวอย่างปลาร้าก่อนนำไปทำการฉายรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 9 เครื่องฉายรังสี Gamma cell 220

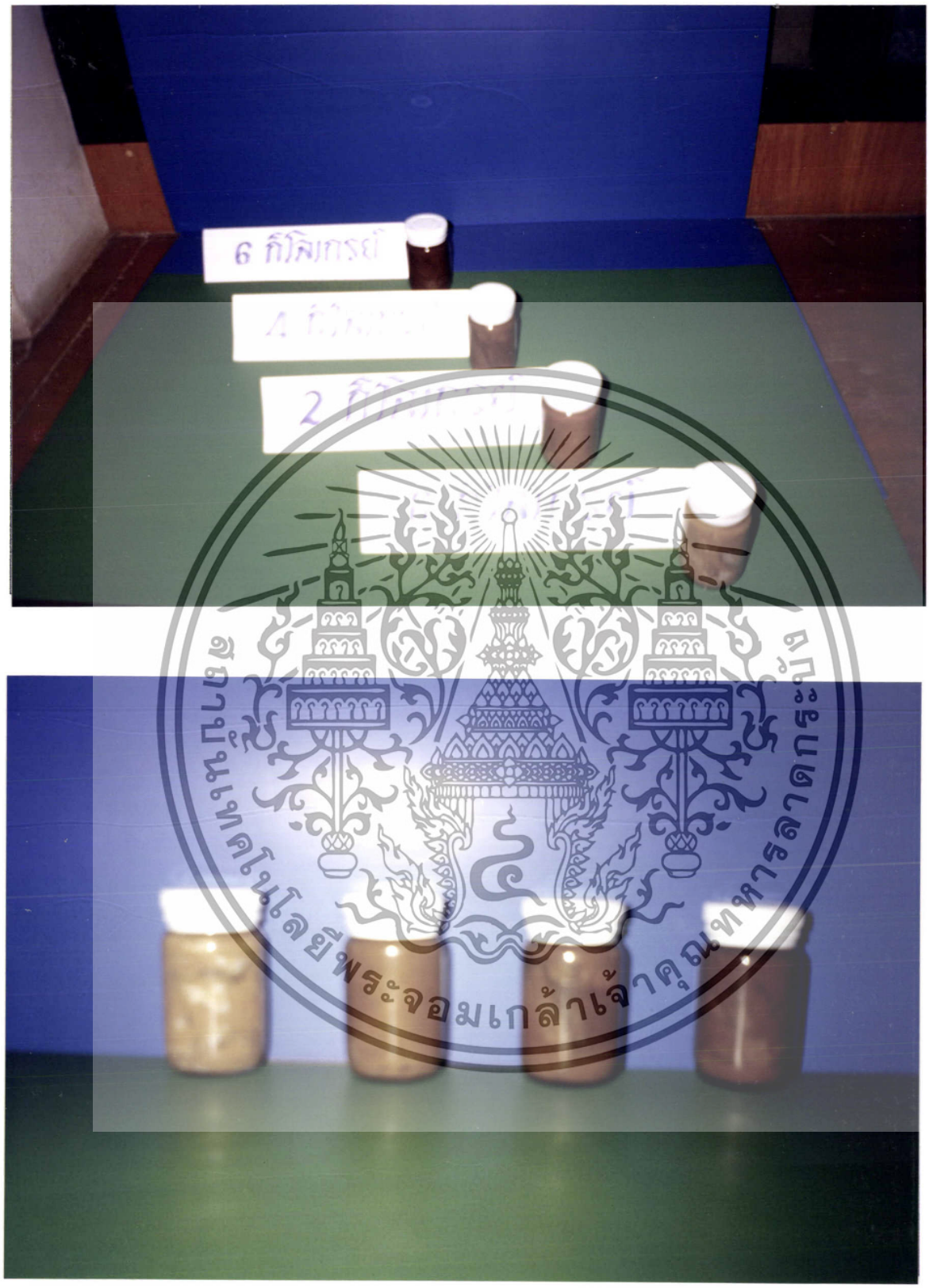
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 การตรวจสอบเครื่องฉายรังสี Gamma cell 220 ก่อนการฉายรังสี

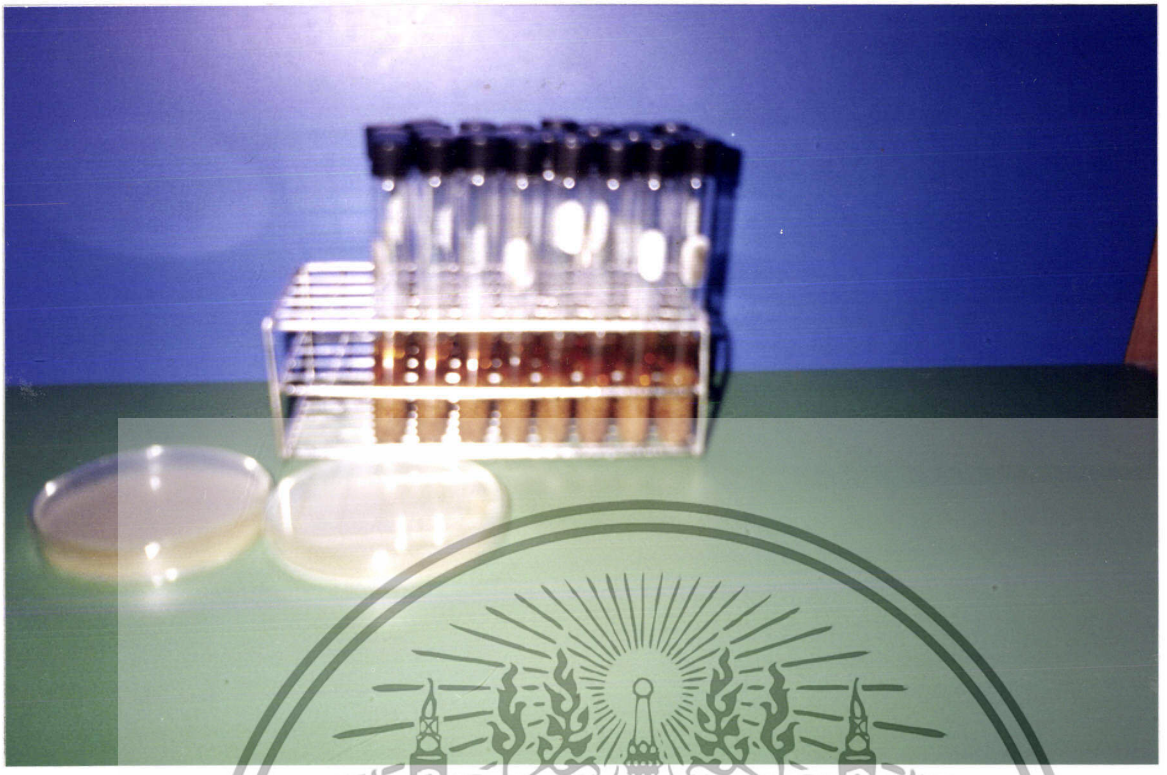
ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงสีของภาชนะบรรจุหลังจากการฉายรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 แสดงลักษณะของปลาร้าหลังฉายรังสีที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 กิโลเกรย์ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 แสดงหลอดอาหารที่บรรจุ CMM. plate อาหารของ PCA และ TSC+egg yolk Agar

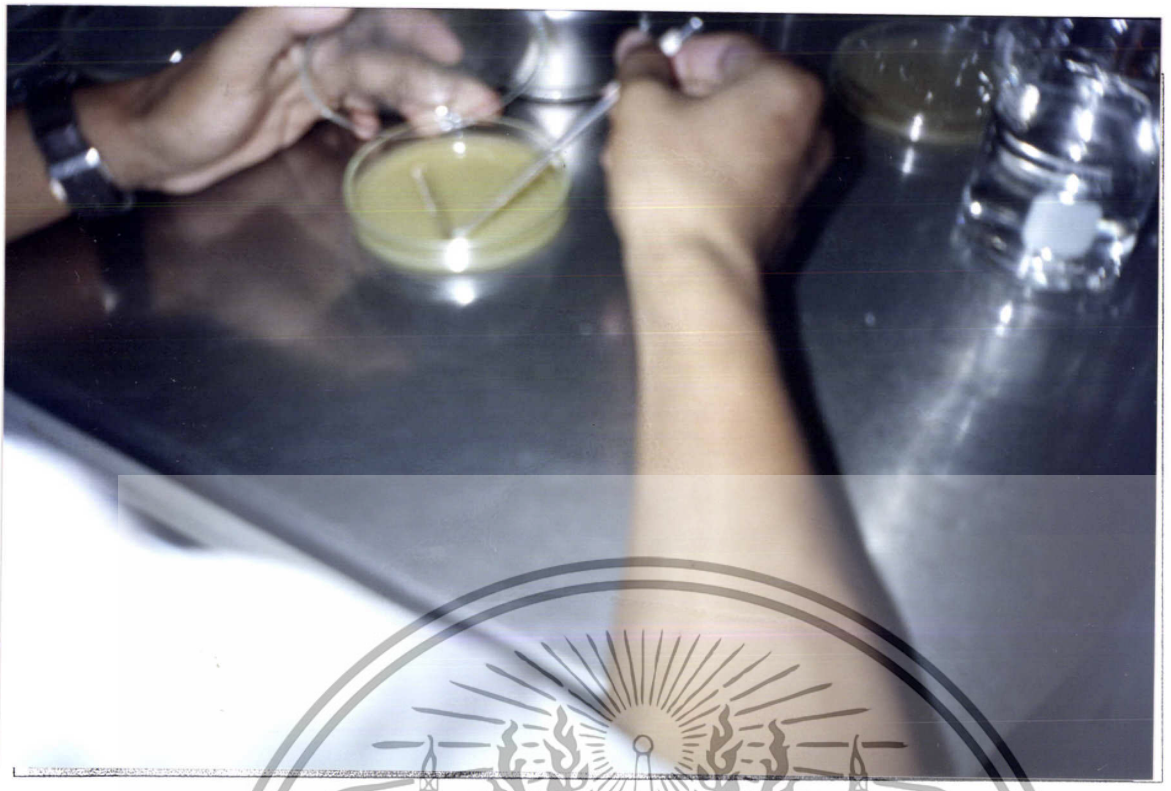
ภาพที่ 14 การเตรียมอาหาร TSC+ Egg Yolk Agar.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 15 อุปกรณ์และอาหารเลี้ยงเชื้อก่อนทำการถ่ายเชื้อ

ภาพที่ 16 การเจือจางตัวอย่างในสารละลาย 0.1 % Peptone water

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 17 การถ่ายเชื้อลงในอาหาร TSC + Egg Yolk Agar. โดยวิธี Spread plate.

ภาพที่ 18 นำอาหารเลี้ยงเชื้อที่ถ่ายเชื้อแล้วไปบ่มในที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการบ่มเชื้อ 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแบบทดสอบและผลคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสีกลิ่นและการยอมรับทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Quality Scoring Test

ชื่อผู้ตรวจสอบ.....นามสกุล.....

วันที่ทำการตรวจสอบ.....

ตัวอย่างที่ตรวจสอบ.....

คำชี้แจง

กรุณาประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่นและการยอมรับทั่วไปของตัวอย่างที่เตรียมให้ตามหมายเลขที่กำหนดจากซ้ายไปขวา โดยระบุคะแนนตามความเป็นจริงและเหมาะสมที่สุดลงไปหน้าหมายเลขตัวอย่าง ซึ่งระดับคะแนนเป็นดังต่อไปนี้

คะแนน	ความรู้สึกของผู้ทดสอบ	
	สี และการยอมรับทั่วไป	กลิ่น
4	ชอบมากที่สุด	กลิ่นหอมปกติของปลาร้า
3	ชอบปานกลาง	ไม่มีกลิ่นหืน
2	ชอบน้อย	กลิ่นหืนน้อย
1	เฉยๆ	กลิ่นหืน
0	ไม่ชอบ	กลิ่นหืนมากที่สุด

หมายเลขตัวอย่าง

....

....

สี	กลิ่น	การยอมรับโดยทั่วไป
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงระดับคะแนนการเปลี่ยนแปลงด้านสีของปลาร้าฉายรังสี

อายุการเก็บ / ระดับรังสี	0 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์
0 กิโลเกรย์	2.50	2.25	2.25	2.13
2 กิโลเกรย์	2.75	3.50	2.63	2.25
4 กิโลเกรย์	2.88	2.75	3.25	2.88
6 กิโลเกรย์	1.75	1.63	2.25	1.75

ตารางที่ 8 แสดงระดับคะแนนการเปลี่ยนแปลงด้านกลิ่นของปลาร้าฉายรังสี

อายุการเก็บ / ระดับรังสี	0 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์
0 กิโลเกรย์	2.75	2.88	2.25	1.63
2 กิโลเกรย์	1.75	2.00	2.38	1.63
4 กิโลเกรย์	3.38	3.00	3.00	2.00
6 กิโลเกรย์	1.50	0.88	1.38	1.38

ตารางที่ 9 แสดงระดับคะแนนการเปลี่ยนแปลงด้านการยอมรับทั่วไปของปลาร้าฉายรังสี

อายุการเก็บ / ระดับรังสี	0 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์
0 กิโลเกรย์	2.88	2.50	2.00	2.00
2 กิโลเกรย์	2.00	2.63	2.00	1.63
4 กิโลเกรย์	3.75	3.13	3.13	2.88
6 กิโลเกรย์	1.75	1.13	1.25	1.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านประสาทสัมผัสที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านสี

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
YEILD	Between Groups	5.250	3	1.750	2.361	.093
	Within Groups	20.750	23	.741		
	Total	26.000	31			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

YEILD

Duncan[a]

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
4.00	8	1.7500	
1.00	8	2.1250	2.1250
2.00	8	2.2500	2.2500
3.00	8		2.8750
Sig.		.283	.110

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8.000

**หมายเหตุ Treatment 1.00 หมายถึง ระดับรังสี 0 กิโลเกรย์

Treatment 2.00 หมายถึง ระดับรังสี 2 กิโลเกรย์

Treatment 3.00 หมายถึง ระดับรังสี 4 กิโลเกรย์

Treatment 4.00 หมายถึง ระดับรังสี 6 กิโลเกรย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านกลิ่น

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
YEILD	Between Groups	23.125	3	7.708	5.170	.006
	Within Groups	41.750	28	1.491		
	Total	64.875	31			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

YEILD

Duncan[a]

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
4.00	8	.8750	
2.00	8	2.0000	2.0000
1.00	8		2.8750
3.00	8		3.0000
Sig.		.076	.132

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8.000

****หมายเหตุ** Treatment 1.00 หมายถึง ระดับรังสี 0 กิโลเกรย์

Treatment 2.00 หมายถึง ระดับรังสี 2 กิโลเกรย์

Treatment 3.00 หมายถึง ระดับรังสี 4 กิโลเกรย์

Treatment 4.00 หมายถึง ระดับรังสี 6 กิโลเกรย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับทั่วไป

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
YEILD	Between Groups	17.594	3	5.865	4.884	.007
	Within Groups	33.625	28	1.201		
	Total	51.219	31			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

YEILD

Duncan[a]

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
4.00	8	1.1250	
1.00	8		2.5000
2.00	8		2.6250
3.00	8		3.1250
Sig.		1.000	.291

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8.000

****หมายเหตุ** Treatment 1.00 หมายถึง ระดับรังสี 0 กิโลเกรย์

Treatment 2.00 หมายถึง ระดับรังสี 2 กิโลเกรย์

Treatment 3.00 หมายถึง ระดับรังสี 4 กิโลเกรย์

Treatment 4.00 หมายถึง ระดับรังสี 6 กิโลเกรย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แสดงวิธีการทดสอบค่า TBA ในปลาร้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีวิเคราะห์ปริมาณ Thiobarbituric acid number

การเตรียม TBA reagent

ละลายกรด thiobarbituric 0.2883 g. ละลายในกรดอะซิตริก 90% โดยการอุ่นเบาๆ ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร ด้วยกรดอะซิตริก เข้มข้น 90% ใน Volumetric flask

ขั้นตอนวิธีการทดลอง

1. ชั่งเนื้อปลาร้ามา 10 g. ปั่นผสมกับน้ำกลั่น 50 ml. ใน Chanical blender
2. เทใส่ใน Distillation flask ขนาดพอเหมาะ ล้าง blender ด้วยน้ำกลั่นจำนวน 47.5 ml.
3. เติมสารละลายกรดเกลือความเข้มข้น 4 โมลาร์ จำนวน 2.5 ml. ปรับ pH ให้ได้ 1.5 แล้วเติม Anti-foaming ต่อเครื่องกลั่นเข้าด้วยกัน
4. นำไปต้ม กลั่นจนเป็นของเหลวจนได้ของเหลว 50 ml. (ภายในเวลา 10 นาที หลังเดือด)
5. ปีเปตของเหลวที่กลั่นได้มา 5 ml. ใส่ในหลอดแก้วที่มีฝาปิด เติมสารละลายThiobarbituric acid reagent ลงไป 5 มิลลิลิตร ปิดฝาเขย่า
6. นำไปต้มในน้ำเดือดนาน 35 นาที
7. ทำให้เย็นภายใน 10 นาที นำไปวัดค่า O.D. ที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับ Blank คำนวนค่า TBA

TBA number = 7.8xO.D.(mg. Malonaldehyde : Kg.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อนางสาวกาญจนา คำเอียด

- เกิดเมื่อวันที่ 30 สิงหาคม 2520
- การศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา ร.ร.บ้านทุ่งไทรงาม พ.ศ.2532
- การศึกษาระดับมัธยมศึกษา ร.ร.ทับปุดวิทยา จ.พังงา พ.ศ. 2538
- การศึกษาระดับ ปวส.จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา ปี พ.ศ. 2540
- การศึกษาระดับปริญญาตรี จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ปี พ.ศ. 2542

ชื่อนายบุญเพิ่ม เจริญชนม์

- เกิดเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2520
- การศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา ร.ร.บ้านผักบุ้ง ปี พ.ศ. 2532
- การศึกษาระดับมัธยมศึกษา ร.ร.บ้านผือพิทยาสรรค์ จ.อุดรธานี ปี พ.ศ. 2538
- การศึกษาระดับ ปวส.จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา ปี พ.ศ. 2540
- การศึกษาระดับปริญญาตรี จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ปี พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้