BA10: การปรับปรุงคุณภาพด้านสุขอนามัยของปลาส้มฟักด้วยรังสีแกมมา

*ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์ [1], จารุรัตน์ เอี่ยมศิริ[1], สุรศักดิ์ สัจจบุตร [1] วิชิต โรจน์กิตติคุณ[2]และสมจิต ภู่บำเพ็ญ[2]

[1] กลุ่มวิจัยและพัฒนานิวเคลียร์ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

16 ถ.วิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 0 2596 7600 โทรสาร 0 2579 0220 E-mail: yuthapop@yahoo.com

[2] ภาควิชาปรสิตหนอนพยาธิ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

420/6ถ.ราชวิถี เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400 โทรศัพท์ 0 2354 9100

บทคัดย่อ

ได้สำรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์และเคมีของปลาส้มฟักจากแหล่งผลิตต่างๆจำนวน 32 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนของ *Escherichia coli* เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของปลาส้ม (มผช.26/2548) ในปลาส้มฟักจำนวน 2 ตัวอย่าง (ร้อยละ 6.25) ส่วนคุณภาพทางเคมีได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่างผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มผช.26/2548 และได้ศึกษาผลของปริมาณรังสีแกมมา 2, 4, 6, 8 และ10 กิโลเกรย์ที่มีต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ และเคมีของปลาส้มฟัก พบว่าการฉายรังสีปริมาณ 8 กิโลเกรย์สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลง 6-8 log cycles เมื่อเทียบกับปลาส้มฟักที่ไม่ฉายรังสี นอกจากนี้การฉายรังสีปริมาณ 4 และ 2 กิโลเกรย์สามารถกำจัดเชื้อ coliform bacteria และ *E. coli* ได้ตามลำดับ ส่วนค่าความเป็นกรดด่างไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สรุปได้ว่าการฉายรังสีปริมาณ 8 กิโลเกรย์เพียงพอที่จะใช้ปรับปรุงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของปลาส้มฟักโดยสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ 6 วัน หรือเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสได้ 49 วันโดยคุณภาพทางประสาทสัมผัสไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบ เทียบกับปลาส้มฟักที่ไม่ฉายรังสี

คำสำคัญ : อาหารฉายรังสี ปลาส้มฟัก รังสีแกมมา

Hygienic Quality Improvement of Fermented Fish (Pla-som) by Gamma Radiation.

*Yuthapong Prachasitthisak[1], Jaruratana Eamsiri[1], Surasak Sajjabut[1], Wichit Rojekittikhun[2] and Somjit Pubumpen[2]

[1]Research and Development Division, Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization)

16 Vibhavadi-Rangsit Rd. Chatuchak, Bangkok 10900

Tel. 0 2579 5230 ext. 2321 Fax. 0 2579 0220 E-mail: yuthapop@yahoo.com

[2] Department of Helminthology, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University.

420/6 Ratchawithi Rd. Phayathai Bangkok 10400 Tel. 0 2354 9100

Abstract

Thirty-two samples of fermented fish (Pla-som) from commercial producers were evaluated for microbiological and chemical qualities. It was found that two samples (6.25%) did not meet the Thai Community Product Standard of Pla-som (TCPS.26/2548) because of the high level of *Escherichia coli* contamination. In addition, the chemical quality, namely pH, could meet the TCPS.26/2548. The effects of gamma radiation at the doses of 2, 4, 6, 8 and 10 kGy on microbiological and chemical qualities of Pla-som were also evaluated. Irradiation at 8 kGy could reduce the total viable bacterial count by 6-8 log cycles when compared to non-irradiated Pla-som. In addition, the results indicated that irradiation at 4 and 2 kGy effectively eliminated coliform bacteria and *E. coli*, respectively. The pH of irradiated Pla-som, pH did not change significantly when compared to non-irradiated Pla-som ($p>0.05$). From this study, it can be concluded that the irradiation dose at 8 kGy appeared to be sufficient for improving the microbiological quality of Pla-som. The irradiated Pla-som could be kept for 6 days at ambient temperature or 49 days at 5 $^{\circ}$C without significant differences on the sensory qualities when compared to non-irradiated Pla-som ($p>0.05$).

Keywords : irradiated food, fermented fish (Pla-som), gamma radiation

1.บทนำ

ผลิตภัณฑ์อาหารหมักพื้นบ้านประเภทปลาส้มฟักมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณสูง และอาจมีพยาธิในปลาชนิดต่างๆที่นำมาเป็นวัตถุดิบด้วย จากการสำรวจพบว่าปลาที่นิยมใช้ทำปลาส้มฟักได้แก่ ปลาตะเพียน ปลาจีน และปลานวลจันทน์[1] เนื่องจากปลาส้มฟักเป็นอาหารหมักพื้นบ้านที่นิยมบริโภคโดยไม่ผ่านกระบวนการทำให้สุกด้วยความร้อนก่อน ทำให้ผู้บริโภคมีโอกาสเสี่ยงที่จะได้รับอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและพยาธิชนิดต่าง ๆ ได้แก่ พยาธิใบไม้ตับและพยาธิตัวจี๊ด เป็นต้น ส่วนปัญหาทางสุขอนามัยที่มาจากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์และพยาธิสามารถแก้ไขเบื้องต้นได้โดยปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ถูกสุขอนามัย นอกจากนี้การฉายรังสีอาหารยังเป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่สามารถประกันความปลอดภัยให้แก่ผู้บริโภคได้ โดยใช้รังสีแกมมาจากโคบอลต์ 60 (Co-60) ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร ทำให้ผลิตภัณฑ์ปลาส้มฟักที่วางจำหน่ายมีคุณภาพทางจุลินทรีย์ที่ดีขึ้น และยังได้รับการพิสูจน์แล้วว่าอาหารใดๆก็ตามที่ผ่านการฉายรังสีในปริมาณเฉลี่ยไม่เกิน 10 กิโลเกรย์ไม่ก่อให้เกิดโทษและอันตรายใดๆ และไม่จำเป็นต้องทดสอบความปลอดภัยอีกต่อไป[2] โดยงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของปลาส้มฟักโดยใช้รังสีแกมมามา และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ เคมี และคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของปลาส้มฟักที่ฉายรังสี และปลาส้มฟักไม่ฉายรังสี ที่อายุการเก็บต่างๆในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

2. วัสดุอุปกรณ์

2.1 เครื่องฉายรังสีแกมมา (Gamma cell 220 excel)

2.2 ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)

2.3 ตู้นึ่งฆ่าเชื้อความดันสูง (Autoclave)

2.4 ตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 °C (Incubator)

2.5 ตู้ปลอดเชื้อ (Larminar Air Flow)

2.6 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)

2.7 ตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (Low temperature incubator)

3. วิธีการ

3.1 การสำรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์ และเคมีของปลาส้มฟัก

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างปลาส้มฟักจากแหล่งผลิตในจังหวัดลพบุรี สิงห์บุรี และนครพนม จำนวน 32 ตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆดังนี้

3.1.1 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ โดยตรวจหาจำนวนและชนิดของจุลินทรีย์ต่างๆดังต่อไปนี้คือ เชื้อบักเตรีทั้งหมด (Total viable bacterial count, TVC), *Lactobacillus* spp., *Salmonella* spp., *Bacillus cereus, Clostridium perfringens*, Coliforms, *Escherichia coli, Staphylococcus aureus,* ราและยีสต์ ตามวิธีของ Association of Official Analytical Chemists[3]

3.1.2 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี โดยตรวจหาปริมาณกรด (Acidity) ตามวิธีของ Association of Official Analytical Chemists[3] และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัดของบริษัท Eutech Instrument รุ่น pH 510

3.1.3 การตรวจหาตัวอ่อนของพยาธิตัวจี๊ด (Gnathostoma larvae) และตัวอ่อนระยะติดต่อของพยาธิใบไม้ (Fluke metacercariae) ในปลาส้มฟักจำนวน 32 ตัวอย่าง ซึ่งพยาธิทั้ง 2 ชนิด สามารถตรวจได้โดยวิธีต่อไปนี้

3.1.3.1 วิธี Press preparation (compression) technique คีบเอาชิ้นปลาส้มฟักมากดทับระหว่างแผ่นแก้วขนาด 10 x 10 x 0.5 เซนติเมตร 2 แผ่น ตรวจด้วยกล้อง Dissecting microscope (Stereomicroscope) ทำการตรวจเช่นนี้ 5-7 ครั้งต่อตัวอย่าง

3.1.3.2 วิธี Simple sedimentation technique นำปลาส้มฟัก 200 กรัม ใส่ Sedimentation flask แล้วล้างด้วยน้ำประปาหลายๆครั้งจนน้ำล้างใส นำชิ้นปลาส้มฟักมาตรวจ

เช่นเดียวกับ ข้อ 3.1.3.1 จำนวน 5-7 ครั้ง ส่วนตะกอนที่เหลือนำไปใส่จานแก้วแล้วตรวจด้วยกล้อง Stereomicroscope อีกครั้ง

3.2 การศึกษาผลของรังสีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ และเคมี ของปลาส้มฟัก

นำตัวอย่างปลาส้มฟักจากแหล่งผลิต จำนวน 8 รุ่น โดยมีขนาดท่อนละ 100 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร ไปฉายรังสีที่ปริมาณ 0, 2, 4, 6, 8 และ10 กิโลเกรย์ โดยใช้เครื่องฉายรังสี Gamma cell 220 excel ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ มีค่าอัตราปริมาณรังสีเท่ากับ 0.1158 กิโลเกรย์ต่อนาที แล้วนำปลาส้มฟักที่ฉายรังสีปริมาณต่าง ๆ มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ และเคมีตามข้อ 3.1.1 และ 3.1.2 ตามลำดับ

3.3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ เคมี และคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของปลาส้มฟักที่ฉายรังสี 8 กิโลเกรย์ และปลาส้มฟักไม่ฉายรังสี ที่อายุการเก็บต่างๆ เก็บในอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

นำตัวอย่างปลาส้มฟักขนาดท่อนละ 100 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร จำนวน 12 ท่อนไปฉายรังสีที่ปริมาณ 8 กิโลเกรย์ ทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ และเคมีตามข้อ 3.1.1 และ 3.1.2 ตามลำดับ หลังจากเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 วัน และหลังจากเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1, 7, 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วัน

3.3.1 การศึกษาคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์และเคมีของปลาส้มฟักที่อายุการเก็บต่าง ๆ ตรวจวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณภาพกับปลาส้มฟักไม่ฉายรังสี ทั้งคุณภาพด้านจุลินทรีย์ และด้านเคมี ตามข้อ 3.1.1 และ 3.1.2 ตามลำดับ

3.3.2 การศึกษาคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของปลาส้มฟักที่อายุการเก็บต่าง ๆ

โดยทดสอบปลาส้มฟักที่ฉายรังสี 8 กิโลเกรย์เปรียบเทียบกับปลาส้มฟักที่ไม่ฉายรังสีโดยให้ผู้ชิมทดสอบคุณภาพด้านลักษณะภายนอก สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และคุณภาพรวม แล้วให้คะแนนตามความชอบมากน้อย 9 ระดับ (nine-point hedonic scale) และวิเคราะห์ผลทางสถิติตามวิธีการของ Larmond[4]

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1. การสำรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์และเคมีของปลาส้มฟัก

ผลการสำรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์และเคมีของปลาส้มฟักจำนวน 32 ตัวอย่างแสดงไว้ใน Table 1 พบว่าคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของปลาส้มฟักจำนวน 30 ตัวอย่างมีคุณภาพผ่านมาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาส้ม (มผช.26/2548)[5] โดยมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดตั้งแต่ $1.9x10^2$ ถึง $1.7x10^9$ โคโลนีต่อกรัม (CFU/g) และแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มมีค่า <3 ถึง >1100 Most Probable Number ต่อกรัม (MPN/g) ส่วนเชื้อ *B. cereus, C. perfringens, S. aureus, Salmonella* spp. และพยาธินั้นตรวจไม่พบ แต่มีปลาส้มฟักจำนวน 2 ตัวอย่าง (ร้อยละ 6.25) ที่มีคุณภาพไม่ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาส้ม เนื่องจากพบการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ส่วนคุณภาพด้านเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างของปลาส้มฟักทั้ง 32 ตัวอย่างผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาส้ม จากผลการสำรวจแสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตปลาส้มยังขาดการปฏิบัติด้านสุขอนามัยที่ดี เนื่องจากพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารได้แก่ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ในผลิตภัณฑ์ปลาส้มฟักที่วางจำหน่ายในท้องตลาด

4.2 การศึกษาผลของรังสีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ และเคมีของปลาส้มฟัก

จากการฉายรังสีปลาส้มฟักปริมาณ 2, 4, 6, 8 และ 10 กิโลเกรย์ แล้วทำการตรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์ และเคมีเปรียบเทียบกับปลาส้มฟักที่ไม่ฉายรังสี พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในปลาส้มฟักจะลดลงเมื่อปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น โดยการฉายรังสีปริมาณ 8 กิโลเกรย์สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลง 6-8 log cycles เมื่อเทียบกับปลาส้มฟักที่ไม่ฉายรังสี นอกจากนี้การฉายรังสีปริมาณ 4 และ 2 กิโลเกรย์สามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ได้ตามลำดับ ดังแสดงในTable 2

สำหรับคุณภาพด้านเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดของปลาส้มฟักที่ฉายรังสี 2, 4, 6, 8 และ 10 กิโลเกรย์นั้นไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับปลาส้มฟักที่ไม่ฉายรังสี

4.3 การศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ เคมี และประสาทสัมผัสของปลาส้มฟักที่ฉายรังสี 8 กิโลเกรย์ กับปลาส้มฟักไม่ฉายรังสีที่อายุการเก็บต่าง ๆ โดยเก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ผลการศึกษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของปลาส้มฟักที่เก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 1, 2, 3, 6, 7, 8, และ 9 วันดังแสดงใน Table 3 พบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในปลาส้มฟักที่ฉายรังสี 8 กิโลเกรย์ และที่ไม่ฉายรังสีเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 9 วันยังคงมีปริมาณใกล้เคียงกับระยะเริ่มต้นของการเก็บ ส่วนปริมาณเชื้อ *Lactobacillus* spp.และยีสต์และเชื้อราทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น

ส่วนคุณภาพของปลาส้มฟักที่เก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 1, 7, 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วัน ดังแสดงในTable 4 พบว่าเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและ *Lactobacillus* spp. ในปลาส้มฟักที่ไม่ฉายรังสียังมีปริมาณใกล้เคียงกับในระยะเริ่มต้นของการเก็บ แต่ในปลาส้มฟักที่ฉายรังสี 8 กิโลเกรย์จะมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดลดลงเล็กน้อยเมื่ออายุการเก็บที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากเชื้อแบคทีเรียมีความทนต่อรังสีน้อย ดังนั้นเมื่อได้รับปริมาณรังสีสูงถึง 8 กิโลเกรย์ทำให้เซลล์อ่อนแอลงเมื่อเก็บไว้นานทำให้เซลล์ค่อยๆลดจำนวนลง ส่วนปริมาณยีสต์และราในปลาส้มฟักที่ไม่

ฉายรังสีจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น ขณะที่ยีสต์และราในปลาส้มฟักที่ฉายรังสีมีปริมาณใกล้เคียงกับระยะเริ่มต้นของการเก็บ

ผลการศึกษาคุณภาพด้านเคมีของปลาส้มฟักที่ฉายรังสีเปรียบเทียบกับปลาส้มฟักที่ไม่ฉายรังสีเก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่าปลาส้มฟักที่ไม่ฉายรังสีมีค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่าและมีปริมาณกรดสูงกว่าปลาส้มฟักที่ฉายรังสี และจากการศึกษาอายุการเก็บพบว่าเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้นค่าความเป็นกรดด่างจะลดลง และปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้นทั้งนี้เนื่องจากปลาส้มฟักที่ไม่ฉายรังสีมีปริมาณเชื้อ *Lactobacillus* spp. มากกว่าเชื้อปลาส้มฟักที่ฉายรังสี โดยเชื้อ *Lactobacillus* spp. สามารถผลิตกรดแลกติกได้ ทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น และค่าความเป็นกรดด่างลดลง[6]

การตรวจคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของปลาส้มฟักที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ดังแสดงใน Table 5 พบว่าคะแนนความชอบของผู้ทดสอบชิมในคุณภาพด้านลักษณะภายนอก สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และคุณภาพรวมของปลาส้มฟักที่เก็บที่อุณหภูมิห้องทั้งที่ฉายรังสีและไม่ฉายรังสีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ที่อายุการเก็บ 1, 3 และ6 วัน แต่ที่อายุการเก็บ 8 วัน คะแนนความชอบของปลาส้มฟักที่ฉายรังสีจะสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบ เทียบกับปลาส้มฟักไม่ฉายรังสี

สำหรับคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของปลาส้มฟักทั้งที่ฉายรังสีและไม่ฉายรังสีเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แม้เก็บไว้นาน 49 วัน โดยปลาส้มฟักที่ฉายรังสีมีคะแนนความชอบสูงกว่าปลาส้มฟักที่ไม่ฉายรังสีเล็กน้อย ดังแสดงใน Table 6

5. สรุป

ปลาส้มฟักที่วางจำหน่ายยังมีปัญหาด้านสุขอนามัย เนื่องจากมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคและจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร การฉายรังสีสามารถกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆและควบคุมให้มีคุณภาพได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของปลาส้มได้ ปริมาณรังสี 8 กิโลเกรย์เพียงพอจะใช้ปรับปรุงคุณภาพด้านสุขอนามัยของปลาส้มฟักได้ โดยสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นาน 6 วัน หรือเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสได้นาน 49 วันโดยที่คุณภาพด้านเคมีได้แก่ค่าความเป็นกรดด่างยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และคุณภาพด้านประสาทสัมผัสยังเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคุณอารักษ์ วิทิตธีรานนท์ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ให้ความอนุเคราะห์เรื่องการฉายรังสีแกมมา

7. เอกสารอ้างอิง

1. รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย และคณะ. การจัดวางแนวทางการปฏิบัติที่ดีในกระบวนการผลิตปลาส้ม . http://ora.kku.ac.th/res_kku/Abstact/Abstract
2. WHO. 1981. Wholesomeness of Irradiated Food , Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee , Technical Report Series No.659 , Geneva.
3. Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Method of Analysis. 15th. Ed. Arlington, Virginia : The Association of Official Analytical Chemists.
4. Larmond, E.1977. Laboratory Methods for sensory evaluation of foods, Publication 1637, Canada Department of Agriculture, Canada.
5. กระทรวงอุตสาหกรรม. 2548. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาส้ม มผช.26/2548. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. www.tisi.go.th/otop/pdf_file/
6. คณิต วิชิตพันธุ์ และคณะ. การศึกษาวิธีการเก็บรักษาและการบรรจุปลาส้มเพื่อขยายเวลาในการเก็บและคงคุณลักษณะปลาส้มคุณภาพสูง. http://ora.kku.ac.th/res_kku/Abstact/Abstract

Table 1 Survey of microbiological and chemical qualities of commercial fermented fish (Pla-som).

Analysis	*Number of sample*	*Number of organisms*	**Thai Community Product Standard**
Microbiological qualities			
Total viable bacterial count[1]	32(32)	$1.9x10^2 – 1.7x10^9$	-
Lactobacillus spp.[1]	32(32)	$<10^3 – 1.2x10^9$	-
Coliforms[2]	32(27)	<3 - >1100	-
B. cereus[2]	32(0)	<3	-
C. perfringens[2]	32(0)	<3	<3
Salmonella spp.[3]	32(0)	Absent	Absent
S. aureus[2]	32(0)	<3	-
E. coli[2]	32(8)	<3 -460	<10
Yeasts [1]	32(32)	$21 – 6.6x10^5$	-
Molds[1]	32(32)	Not found	Not found
Parasites	32(0)	Not found	Not found
Chemical qualities			
pH	32(32)	4.58±0.17	4.0-6.0
Acidity (%)	32(32)	1.19±0.26	-

1 = colony forming unit /gram

2 = MPN-determination /gram

3 = absent /present test in 25g of sample

( ) Number in parenthesis is the number of samples that organisms are detected.

Table 2 Effect of gamma radiation on the microbiological and chemical qualities of fermented fish (Pla-som).

Analysis	**Radiation dose (kGy)**					
	0	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**
Microbiological qualities						
Total viable bacterial count[1]	$2.5x10^8$-$7.4x10^8$	$3.0x10^3$-$7.0x10^5$	$3.0x10^2$-$1.7x10^4$	18-$4.3x10^2$	1-$3.6x10^2$	1-10
Lactobacillus spp.[1]	$1.9x10^8$-$6.4x10^8$	$4.2x10^3$->$3.0x10^5$	11-$2.6x10^2$	<1-25	<1-4	<1-5
Coliforms[2]	>1100	<3-23	<3	<3	<3	<3
B. cereus[2]	<3	<3	<3	<3	<3	<3
C. perfringens[2]	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Salmonella spp.[3]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
S. aureus[2]	<3	<3	<3	<3	<3	<3
E. coli[2]	9.1-210	<3	<3	<3	<3	<3
Yeasts[1]	$3.1x10^2$-$4.4x10^4$	45->$3x10^3$	10-$4.2x10^2$	7-$1.0x10^2$	1–90	<1-90
Molds[1]	5	0	0	0	0	0
Chemical qualities						
pH	4.42±0.06	4.62±0.38	4.53±0.11	4.52±0.08	4.64±0.24	4.61±0.21
Acidity[4]	1.34±0.14	1.28±0.14	1.28±0.13	1.27±0.13	1.24±0.21	1.21±0.17

1 = colony forming unit /gram

2 = MPN-determination /gram

3 = absent /present test in 25g of sample

4 = percentage(%)

Table 3 Microbiological and chemical qualities of non-irradiated and irradiated (8 kGy) fermented fish (Pla-som) at various time of storage at ambient temperature.

Storage Time (days)	Treatment	Total viable[1] bact. counts	Yeasts[1] & molds	Coliforms[2]	*E. coli*[2]	Salmonella spp.[3]	*S. aureus*[2]	*C. perfringens*[2]	*Lactobacillus* spp.[1]	pH	Acidity[4]
1	Non-irr.	$6.2x10^8$	$1.5x10^2$	<3	<3	Absent	<3	<3	$6.3x10^8$	4.32	1.62
	Irr.	$2.4x10^2$	<1	<3	<3	Absent	<3	<3	$3.5x10^1$	4.46	1.47
2	Non-irr.	$7.8x10^8$	$1.6x10^3$	<3	<3	Absent	<3	<3	$8.8x10^8$	4.30	1.73
	Irr.	$5.7x10^2$	$1.5x10^1$	<3	<3	Absent	<3	<3	$1.6x10^2$	4.37	1.51
3	Non-irr.	$1.2x10^9$	$2.1x10^2$	<3	<3	Absent	<3	<3	$9.3x10^8$	4.23	1.87
	Irr.	$3.0x10^2$	$3.0x10^1$	<3	<3	Absent	<3	<3	$4.0x10^1$	4.36	1.60
6	Non-irr.	$5.5x10^7$	$1.1x10^4$	<3	<3	Absent	<3	<3	$6.6x10^7$	4.19	2.27
	Irr.	$6.2x10^2$	$4.1x10^1$	<3	<3	Absent	<3	<3	$4.1x10^2$	4.29	1.74
7	Non-irr.	$2.4x10^8$	$1.7x10^2$	<3	<3	Absent	<3	<3	$1.7x10^8$	4.20	2.32
	Irr.	$8.5x10^2$	$2.7x10^1$	<3	<3	Absent	<3	<3	$1.1x10^2$	4.35	1.70
8	Non-irr.	$2.0x10^8$	$1.2x10^5$	<3	<3	Absent	<3	<3	$1.6x10^8$	4.16	2.30
	Irr.	$3.9x10^3$	$1.4x10^2$	<3	<3	Absent	<3	<3	$3.8x10^3$	4.36	1.68
9	Non-irr.	$1.1x10^8$	$4.0x10^3$	<3	<3	Absent	<3	<3	$9.2x10^7$	4.14	2.43
	Irr.	$1.5x10^3$	$1.4x10^2$	<3	<3	Absent	<3	<3	$1.6x10^3$	4.35	1.60

1 = colony forming unit /gram

2 = MPN determination /gram

3 = absent /present test in 25g sample.

4 = percentage (%)

Table 4 Microbiological and chemical qualities of non-irradiated and irradiated (8 kGy) fermented fish (Pla-som) at various time of storage at 5 °C.

Storage Time (days)	Treatment	Total viable[1] bact. counts	Yeasts[1] & molds	Coliforms[2]	*E. coli*[2]	Salmonella spp.[3]	*S. aureus*[2]	*C. perfringens*[2]	*Lactobacillus* spp.[1]	pH	Acidity[4]
1	Non-irr.	$>3.0\times10^{7}$	2.6×10^{3}	>1100	<3	Absent	<3	<3	4.8×10^{8}	4.79	1.00
	Irr.	6.3×10^{3}	3	<3	<3	Absent	<3	<3	3.0×10^{3}	4.90	0.90
7	Non-irr.	4.5×10^{8}	8.5×10^{3}	2300	<3	Absent	<3	<3	3.2×10^{8}	4.66	1.07
	Irr.	2.8×10^{2}	9	<3	<3	Absent	<3	<3	1.0×10^{2}	4.70	1.01
14	Non-irr.	2.9×10^{8}	7.9×10^{4}	390	<3	Absent	<3	<3	3.1×10^{8}	4.50	1.29
	Irr.	8	3	<3	<3	Absent	<3	<3	3.5×10^{1}	4.54	1.18
21	Non-irr.	4.8×10^{8}	1.2×10^{3}	<3	<3	Absent	<3	<3	2.0×10^{8}	4.43	1.41
	Irr.	7	<1	<3	<3	Absent	<3	<3	1.0×10^{1}	4.62	1.26
28	Non-irr.	2.7×10^{8}	3.2×10^{3}	<3	<3	Absent	<3	<3	1.6×10^{8}	4.41	1.49
	Irr.	1.8×10^{2}	3.3×10^{1}	<3	<3	Absent	<3	<3	1.6×10^{2}	4.58	1.25
35	Non-irr.	3.4×10^{8}	8.5×10^{3}	<3	<3	Absent	<3	<3	1.5×10^{8}	4.39	1.53
	Irr.	1.7×10^{2}	4.5	<3	<3	Absent	<3	<3	$<1.0\times10^{1}$	4.50	1.32
42	Non-irr.	2.6×10^{8}	3.4×10^{4}	<3	<3	Absent	<3	<3	9.9×10^{7}	4.39	1.68
	Irr.	3	<1	<3	<3	Absent	<3	<3	2.5	4.53	1.39
49	Non-irr.	1.6×10^{8}	1.3×10^{5}	<3	<3	Absent	<3	<3	8.9×10^{7}	4.36	1.40
	Irr.	5.5	<1	<3	<3	Absent	<3	<3	5	4.49	1.25

1 = colony forming unit /gram

2 = MPN determination /gram

3 = absent /present test in 25g sample.

4 = percentage (%)

Table 5 Mean taste panel scores of irradiated (8 kGy) and non-irradiated fermented fish (Pla-som) at various time of storage at ambient temperature. (N = 11 panelists)

Storage time(days)	Color		Odor		Flavor		Texture		Appearance		Over all quality	
	Non-irr	irr	Non-irr	irr	Non-irr	irr	Non-irr	irr	Non-irr	irr	Non-irr	irr
1	8.4^{ns}	8.0^{ns}	8.0^{ns}	7.7^{ns}	8.5^{ns}	8.0^{ns}	8.0^{ns}	7.9^{ns}	8.3^{ns}	8.1^{ns}	8.4^{ns}	8.1^{ns}
3	7.7^{ns}	8.0^{ns}	7.7^{ns}	7.3^{ns}	6.9^{ns}	7.5^{ns}	6.3^{ns}	6.8^{ns}	7.5^{ns}	7.7^{ns}	6.2^{ns}	7.1^{ns}
6	7.9^{ns}	7.5^{ns}	7.5^{ns}	7.7^{ns}	7.5^{ns}	8.3^{ns}	7.9^{ns}	7.9^{ns}	8.0^{ns}	7.9^{ns}	7.9^{ns}	8.1^{ns}
8	3.8*	7.4*	3.5*	6.2*	2.4*	7.4*	2.4*	7.0*	2.8*	7.1*	2.9*	6.9*

Score of panelists:

9 = like extremely
8 = like very much
7 = like moderately
6 = like slightly
5 = neither like nor dislike
4 = dislike slightly
3 = dislike moderately
2 = dislike very much
1 = dislike extremely

Mean scores in the same sensory factor in each storage time with the symbol * are significantly different ($p < 0.05$)

^{ns} = non-significant difference.

Table 6 Mean taste panel scores of irradiated (8 kGy) and non-irradiated fermented fish (Pla-som) at various time of storage at 5°C. (N = 11 panelists)

Storage time(days)	Color		Odor		Flavor		Texture		Appearance		Over all quality	
	Non-irr	irr	Non-irr	irr	Non-irr	irr	Non-irr	irr	Non-irr	irr	Non-irr	irr
1	8.6^{ns}	8.0^{ns}	7.8^{ns}	7.6^{ns}	7.0^{ns}	7.2^{ns}	6.3^{ns}	6.8^{ns}	8.2^{ns}	7.9^{ns}	8.7^{ns}	8.1^{ns}
7	8.5^{ns}	8.0^{ns}	8.1^{ns}	7.8^{ns}	7.5^{ns}	7.9^{ns}	7.5^{ns}	7.3^{ns}	8.7^{ns}	8.1^{ns}	8.1^{ns}	7.7^{ns}
14	8.3^{ns}	8.3^{ns}	7.6^{ns}	8.0^{ns}	7.5^{ns}	8.3^{ns}	7.0^{ns}	8.0^{ns}	8.0^{ns}	8.4^{ns}	7.0^{ns}	8.0^{ns}
21	8.5^{ns}	8.0^{ns}	6.9^{ns}	7.4^{ns}	8.1^{ns}	8.1^{ns}	7.9^{ns}	7.9^{ns}	8.4^{ns}	8.2^{ns}	7.9^{ns}	8.1^{ns}
28	8.5^{ns}	8.2^{ns}	8.5^{ns}	8.3^{ns}	8.3^{ns}	7.9^{ns}	7.7^{ns}	7.9^{ns}	8.4^{ns}	8.3^{ns}	8.7^{ns}	8.3^{ns}
35	7.9^{ns}	7.5^{ns}	6.2^{ns}	6.9^{ns}	6.3^{ns}	6.8^{ns}	6.3^{ns}	6.8^{ns}	6.7^{ns}	7.2^{ns}	6.7^{ns}	7.3^{ns}
42	7.9^{ns}	7.9^{ns}	7.7^{ns}	8.0^{ns}	7.3^{ns}	7.6^{ns}	7.3^{ns}	7.7^{ns}	8.1^{ns}	8.3^{ns}	8.0^{ns}	8.5^{ns}
49	7.9^{ns}	7.9^{ns}	7.4^{ns}	7.8^{ns}	7.1^{ns}	7.4^{ns}	7.0^{ns}	7.1^{ns}	7.8^{ns}	8.0^{ns}	8.1^{ns}	8.3^{ns}

Score of panelists:

9 = like extremely
8 = like very much
7 = like moderately
6 = like slightly
5 = neither like nor dislike
4 = dislike slightly
3 = dislike moderately
2 = dislike very much
1 = dislike extremely

Mean scores in the same sensory factor in each storage time with the symbol * are significantly different ($p < 0.05$)

^{ns} = non-significant difference.