

การใช้รังสีปรับปรุงคุณภาพด้านสุขอนามัยของกุ้งจ่อม

ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์^{*1}, จารุรัตน์ เอี่ยมศิริ¹, สุรศักดิ์ สัจจนตร¹ และวิชิต โรจนกิตติคุณ²

¹ กลุ่มวิจัยและพัฒนานิวเคลียร์ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน)

16 ถ.วิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร.0-2579-5230 ต่อ 2321 e-mail: yuthapop@oae.go.th

² ภาควิชาปรสิตหนอนพยาธิ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

ได้สำรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์และคุณสมบัติทางเคมีของกุ้งจ่อมจากจังหวัดบุรีรัมย์จำนวน 64 ตัวอย่าง และศึกษาผลของรังสีแกมมาปริมาณ 2 ถึง 8 กิโลเกรย์ที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์และประสาทสัมผัสของกุ้งจ่อม พบว่ากุ้งจ่อมจำนวน 55 ตัวอย่าง(ร้อยละ 85.94) มีคุณภาพไม่ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของกุ้งจ่อม (มพช.147/2546) โดยพบการปนเปื้อนของ *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* ประมาณร้อยละ 69 และ 6 ตามลำดับ การฉายรังสีปริมาณ 8 กิโลเกรย์มีผลทำให้กุ้งจ่อมได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน และสามารถกำจัดเชื้อ *B. cereus* และ *C. perfringens* จนอยู่ในระดับที่ตรวจไม่พบ แต่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในเรื่องสี และกลิ่นของกุ้งจ่อมที่ฉายรังสีปริมาณ 6 และ 8 กิโลเกรย์ โดยยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ จากการศึกษาสรุปได้ว่าการฉายรังสีปริมาณ 8 กิโลเกรย์เพียงพอที่จะใช้ปรับปรุงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของกุ้งจ่อมโดยสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นาน 35 วัน

คำสำคัญ : อาหารฉายรังสี, กุ้งจ่อม

Hygienic Quality Improvement of Kung Chom by Gamma Irradiation.

Yuthapong Prachasitthisak^{*1}, Jaruratana Eamsiri¹, Surasak Sajjabut¹ and Wichit Rojekittikhun²

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

16 Vibhavadi-Rangsit Rd. Chatuchak, Bangkok 10900 Tel.0-2579-5230 ext. 2321 e-mail: yuthapop@oae.go.th

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

Abstract

Sixty four samples of fermented shrimp (Kung Chom) from Buri-Rum province were picked for microbiological quality and chemical properties investigation. The effect of gamma radiation at dose 2 to 8 kGy on microbiological and sensory quality of Kung Chom were evaluated. It was found that the fifty five samples(85.94%) could not meet the Thai Community Product Standard of Kung Chom (TCPS147/2546). Approximately 69 and 6 percent of examined samples were contaminated with *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens*, respectively. Irradiation at 8 kGy resulted in upgrading Kung Chom quality to meet the TCPS. In addition, the amount of *B. cereus* and *C. perfringens* could be eliminated below detectable level at this dose. For the sensory evaluation, significant changes in color and odor of 6 and 8 kGy irradiated Kung Chom were observed. However, these changes were still within acceptable range. From this study, it can be concluded that the dosage at 8 kGy appeared to be sufficient for improving the microbiological quality of Kung Chom. The irradiated Kung Chom could be kept for 35 days at ambient temperature.

Key words : irradiated food, fermented shrimp

บทนำ

กุ้งจ่อมเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักพื้นบ้านของภาคอีสาน พัฒนามาจากการทำปลาหมักที่เรียกว่าปลาจ่อม โดยนำกุ้งฝอยที่จับได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติมาหมักกับเกลือหรือน้ำปลา และข้าวคั่วนานประมาณ 5-7 วัน เนื่องจากไม่มีการใช้ความร้อนใดๆเลยในกระบวนการผลิตกุ้งจ่อม ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมาในกุ้งฝอยอาจเป็นอันตรายกับผู้บริโภคได้ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ก่อโรคทางเดินอาหาร ดังมีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับความปลอดภัยของอาหารหมักพื้นบ้านชนิดที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนก่อนการบริโภคได้แก่ ปูเค็ม กุ้งจ่อม หรือปลาจ่อม พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคพวก *B. cereus*, *C. perfringens* และ *Escherichia coli* เป็นต้น⁽¹⁾ นอกจากนี้ในการศึกษาโรคอาหารเป็นพิษในอาหารหมักดองพื้นบ้านพร้อมบริโภค (กุ้งจ่อม, ปูดอง, ปลาจ่อม และ ปลาจ่อม) พบว่าในกุ้งจ่อม 34 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนเชื้อ *B. cereus* จำนวน 4 ตัวอย่าง และพบเชื้อ *Salmonella* จำนวน 1 ตัวอย่าง⁽²⁾

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อนำเอาวิธีฉายรังสีแกมมา มาปรับปรุงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของกุ้งจ่อม หัวข้อการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. สำรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์และเคมีของกุ้งจ่อมที่ผลิตและจำหน่ายในอำเภอประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์
2. ศึกษาผลของรังสีปริมาณ 0, 2, 4, 6, และ 8 กิโลเกรย์ ที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์และเคมีของกุ้งจ่อม
3. ศึกษาผลของรังสีปริมาณ 0, 2, 4, 6, และ 8 กิโลเกรย์ ต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกุ้งจ่อม
4. เปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาของกุ้งจ่อมไม่ฉายรังสีกับกุ้งจ่อมฉายรังสีปริมาณ 8 กิโลเกรย์ เก็บที่อุณหภูมิห้อง

วิธีการ

1. การสำรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์และด้านเคมีของกุ้งจ่อม

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างกุ้งจ่อมที่ผลิตและวางจำหน่ายใน อ. ประโคนชัย จ. บุรีรัมย์ จำนวน 64 ตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆดังนี้

1.1 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ ตรวจหาจำนวนและชนิดของจุลินทรีย์ต่างๆดังต่อไปนี้คือ เชื้อแบคทีเรียทั้งหมด (Total viable bacterial count), *Lactobacillus* spp., *Vibrio parahaemolyticus*, *Salmonella* spp., *B. cereus*, *C. perfringens*, Coliforms, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, ราและยีสต์, ตามวิธีของ Association of Official Analytical Chemists⁽³⁾

1.2 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ตรวจหาปริมาณเกลือแกง (%NaCl) ปริมาณโปรตีน และปริมาณกรด (Acidity) ตามวิธีของ Association of Official Analytical Chemists และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัดของบริษัท Eutech Instrument รุ่น pH 510

1.3 การตรวจหาพยาธิในกุ้งจ่อมจำนวน 24 ตัวอย่างโดยตรวจหาตัวอ่อนของพยาธิตัวจิ๊ด (Gnathostoma larvae) และตัวอ่อนระยะติดตัวของพยาธิใบไม้ (Fluke metacercariae) ทำการตรวจหาด้วยวิธีต่อไปนี้

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

1.3.2 วิธี Simple sedimentation technique นำกุ้งจ่อม 200 กรัม ใส่ Sedimentation flask แล้วล้างด้วยน้ำประปาหลายๆ ครั้งจนน้ำล้างใส นำตัวกุ้งมาตรวจเช่นเดียวกับ ข้อ 1.3.1 จำนวน 5-7 ครั้ง ส่วนตะกอนที่เหลือนำไปใส่จานแก้วแล้วตรวจด้วยกล้อง Stereomicroscope อีกครั้ง

2. การศึกษาหาปริมาณรังสีที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ และด้านเคมีของกุ้งจ่อม

คัดเลือกตัวอย่างกุ้งจ่อมที่ผ่านการตรวจวิเคราะห์มาแล้วว่ามีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ค่อนข้างสูงจำนวน 22 ตัวอย่างจากข้อ 1 นำมาแบ่งบรรจุในขวดแก้วขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง x สูง เท่ากับ 6.5 x 8 เซนติเมตร ขวดละ 150 กรัม จำนวน 5 ขวด นำไปฉายรังสีที่ปริมาณ 0, 2, 4, 6 และ 8 กิโลเกรย์ ใช้เครื่องฉายรังสี Gamma cell 220 excel มีค่า dose rate เท่ากับ 0.2 kGy/min ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ และด้านเคมีตามข้อ 1.1 และ 1.2 ตามลำดับ

3. การศึกษาผลของรังสีที่มีต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกุ้งจ่อม

การตรวจคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกุ้งจ่อม ทำโดยชิมกุ้งจ่อมแล้วพิจารณาให้คะแนนในเรื่องของสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ตามความชอบ-ไม่ชอบ (nine point hedonic scale) ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติตามวิธีการที่รวบรวมโดย Larmond⁽⁴⁾ กำหนดการให้คะแนนดังต่อไปนี้

6-9 = ลำดับคะแนนความชอบที่เพิ่มขึ้น 5 = ระดับคะแนนที่ยอมรับ 4-1 = ลำดับคะแนนความไม่ชอบที่เพิ่มขึ้น

4. การศึกษาเปรียบเทียบอายุการเก็บระหว่างกุ้งจ่อมฉายรังสี 8 กิโลเกรย์ กับกุ้งจ่อมไม่ฉายรังสี

บรรจุกุ้งจ่อมที่หมักได้ที่แล้วในขวดแก้วขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง x สูง เท่ากับ 6.5 x 8 ซม. ขวดละ 150 กรัม จำนวน 20 ขวด นำไปฉายรังสีปริมาณ 8 กิโลเกรย์ จำนวน 10 ขวด ที่เหลือให้เป็นพวกไม่ฉายรังสี เก็บรักษากุ้งจ่อมทั้ง 2 กลุ่มที่อุณหภูมิห้อง ตรวจวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ ด้านเคมี และด้านประสาทสัมผัสตาม ข้อ 1.1, 1.2 และ ข้อ 3 ตามลำดับ ระหว่างกุ้งจ่อมฉายรังสี 8 กิโลเกรย์ กับกุ้งจ่อมไม่ฉายรังสีที่ระยะเวลาเก็บต่างๆ

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาคุณภาพด้านจุลชีววิทยา และด้านเคมีของกุ้งจ่อม

ผลการสำรวจคุณภาพกุ้งจ่อมจำนวน 64 ตัวอย่างแสดงไว้ใน Table 1 และ 2 พบกุ้งจ่อม 55 ตัวอย่าง (ร้อยละ 85.94) มีคุณภาพไม่ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกุ้งจ่อม (มพช.147/2546) เพราะพบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ หรือมีค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือมีปริมาณเกลือแอสกินมาตรฐาน มพช. กุ้งจ่อมกำหนด ส่วนใหญ่เป็นการปนเปื้อนเกินมาตรฐานด้านเชื้อรา ยีสต์ และพบเชื้อ *E. coli* ด้านเคมีเป็นตัวอย่างที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือมีปริมาณเกลือแอสกินมาตรฐาน นอกจากนี้ พบตัวอย่างกุ้งจ่อมมีการปนเปื้อนเชื้อ *B. cereus* และ *C. perfringens* ถึงร้อยละ 68.75 และ 6.25 ตามลำดับ

ผลการสำรวจแสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตกุ้งจ่อมยังขาดการปฏิบัติด้านสุขอนามัยที่ดี เพราะพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารได้แก่ Coliforms และ *E. coli* และพบกุ้งจ่อมจำนวนมากปนเปื้อนเชื้อ *B. cereus* และ *C. perfringens* แม้จะมีปริมาณเชื้อต่ำไม่พอจะทำให้มนุษย์เจ็บป่วยได้ อย่างไรก็ตาม เชื้อเหล่านี้อาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ถ้ามีการเพิ่มจำนวนขึ้นถึง 10^6 cfu (colony forming unit) ต่อกรัมหรือมากกว่านี้⁽⁵⁾ ดังนั้นจึงควรหาทางป้องกันหรือกำจัดให้หมดไป

2. การศึกษาผลของรังสีปริมาณ 0, 2, 4, 6, และ 8 กิโลเกรย์ ที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ และด้านเคมีของกุ้งจ่อม

ฉายรังสีกุ้งจ่อมปริมาณ 0, 2, 4, 6 และ 8 กิโลเกรย์ แล้วทำการตรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์ และด้านเคมี ผลการทดลองพบว่า ปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้จำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆในกุ้งจ่อมลดลง รังสีปริมาณ 2 กิโลเกรย์ สามารถกำจัดเชื้อ Coliforms, *E. coli*, *Salmonella* spp., และ *S. aureus* ให้ผ่านมาตรฐาน มพช. กุ้งจ่อมได้ สำหรับเชื้อราและยีสต์ ต้องใช้ปริมาณรังสีสูงถึง 8 กิโลเกรย์ จึงจะควบคุมจำนวนให้ได้มาตรฐาน มพช. นอกจากนี้ พบว่าปริมาณรังสีดังกล่าวมีผลทำให้เชื้อแบคทีเรียทั้งหมดลดลง 5-8 log cycles และสามารถกำจัดเชื้อ *B. cereus* และ *C. perfringens* จนอยู่ในระดับที่ตรวจไม่พบได้ ผลการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 3

สำหรับคุณภาพด้านเคมี ตรวจไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในปริมาณเกลือแอสกิน โปรตีน ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรด เมื่อฉายรังสีปริมาณเพิ่มขึ้น

3. การศึกษาผลของรังสีที่มีต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกุ้งจ่อม

ผลการศึกษาได้แสดงไว้ใน Table 4 พบว่า การฉายรังสีกุ้งจ่อมปริมาณตั้งแต่ 6 กิโลเกรย์ขึ้นไปมีผลทำให้สีและกลิ่นของกุ้งจ่อมมีความแตกต่างกับกุ้งจ่อมไม่ฉายรังสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม คะแนนความชอบของกุ้งจ่อมฉายรังสีปริมาณดังกล่าวในเรื่องสีและกลิ่นยังเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

4. การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ เคมิและประสาทสัมผัสของกุ้งจ่อมฉายรังสี ปริมาณ 8 กิโลกรัม กับกุ้งจ่อมไม่ฉายรังสีที่ระยะเวลาเก็บต่างๆ (เก็บที่อุณหภูมิห้อง) ผลการศึกษา แสดงไว้ใน Table 5, 6 และ 7 ตามลำดับ พบว่ารังสีปริมาณ 8 กิโลกรัม มีผลทำให้จำนวนจุลินทรีย์ ทั้งหมด ยีสต์ รา และ *Lactobacillus* spp. ลดลงเกือบหมด กุ้งจ่อมฉายรังสี 8 กิโลกรัม เก็บนาน 35 วัน พบว่ายังคงมีคุณภาพด้านจุลินทรีย์ใกล้เคียงกับคุณภาพในระยะเริ่มต้น สำหรับกุ้งจ่อมไม่ฉาย รังสี พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีจำนวนลดลงตามระยะเวลาการเก็บ การตรวจคุณภาพด้านเคมี ตรวจไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกุ้งจ่อมทั้งสองประเภทที่ระยะเวลาการ เก็บต่างๆ นอกจากค่าความเป็นกรด-ด่างที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การตรวจคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกุ้งจ่อมฉายรังสี 8 กิโลกรัม กับไม่ฉายรังสี พบว่า ในระยะแรกของการเก็บ ผู้ชิมให้คะแนนความชอบในเรื่องสีและกลิ่นของกุ้งจ่อมไม่ฉายรังสีสูงกว่า พวกที่ฉายรังสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บนานขึ้นคะแนนความชอบของกุ้งจ่อมไม่ฉายรังสี เริ่มลดลง จนพวกฉายรังสีเริ่มจะได้รับคะแนนความชอบมากกว่าพวกไม่ฉายรังสี แสดงว่าคุณภาพ ด้านประสาทสัมผัสของกุ้งจ่อมพวกไม่ฉายรังสีลดลงเร็วกว่าพวกฉายรังสี

สรุป

กุ้งจ่อมที่นำมาศึกษาส่วนใหญ่ยังมียังมีคุณภาพด้านสุขอนามัยไม่ดี มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ที่ก่อโรคและจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร แสดงว่ากระบวนการผลิตกุ้งจ่อมยังขาดสุขลักษณะ ที่ดี วิธีการฉายรังสีสามารถกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆและควบคุมให้มีคุณภาพได้มาตรฐาน มพข. กุ้งจ่อม รังสีปริมาณ 8 กิโลกรัม เพียงพอจะใช้ปรับปรุงคุณภาพด้านสุขอนามัยของกุ้งจ่อมได้ และ กุ้งจ่อมฉายรังสีปริมาณดังกล่าวมีคุณภาพด้านประสาทสัมผัสยังเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

1. ศรีเมือง มาลีหาล และ คณะ, 2539. การศึกษาความปลอดภัยของอาหารหมักพื้นบ้านชนิดที่ไม่ ผ่านการให้ความร้อนก่อนการบริโภค : ปูเค็ม, กุ้งจ่อม หรือปลาจ่อม ผลงานวิจัยประจำปี 2539 สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. อรุณ บำงตระกูลนนท์, นพรัตน์ หมานริม, ชัยวัฒน์ พูลศรีกาญจน์, ปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ และ อติสร เสวตวิวัฒน์, 2547. เชื้อโรคอาหารเป็นพิษในอาหารหมักดองพื้นบ้านพร้อมบริโภค, อาหาร FOOD JOURNAL, ปีที่ 34 ฉบับที่ 1 มกราคม-มีนาคม 2547.
3. AOAC. 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. Stanley M.H. et al. 1992. *Bacillus cereus*. p.191 In: FDA Bacteriological Analytical Manual, 7th.Ed. Chapter 14.

Table 1 Survey of microbiological quality of fermented shrimp (Kung Chom) sold in the market.

Organisms	Number of sample	Number of organisms	TCPS of Kung Chom
Total viable bacterial count ¹	64(64)	$1.0 \times 10^4 - 4.25 \times 10^8$	-
<i>Lactobacillus</i> spp. ¹	64(64)	$10 - 1.9 \times 10^8$	-
Coliforms ²	64(11)	<3 - 460	-
<i>B. cereus</i> ²	64(44)	<3 - 210	-
<i>C. perfringens</i> ²	64(4)	<3 - 9.1	-
<i>V. parahaemolyticus</i> ¹	64(0)	<10	-
<i>Salmonella</i> spp. ³	64(0)	Absent	Absent
<i>S. aureus</i> ²	64(0)	<3	<3
<i>E. coli</i> ²	64(5)	<3 - 75	<3
Yeasts & Molds ¹	64(61)	<10 - 9.5×10^5	Not more than 200 CFU/g
Worm	24(0)	Not found	Not found

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.

TCPS = Thai community product standard

Table 2 Survey of chemical properties of fermented shrimp (Kung Chom) sold in the market (64 samples).

Chemical investigation	Quantity	TCPS of Kung Chom
%Protein	12.10 ± 1.47	Not less than 8 %
%NaCl	8.89 ± 0.96	5-10 %
pH	4.86 ± 0.23	4.0-5.0
Acidity	1.47 ± 0.23	-

TCPS = Thai community product standard

Table 3 Effect of gamma radiation on the microbiological quality and chemical properties of Kung Chom. (22 samples)

Microorganisms	Radiation dose (kGy)				
	0	2	4	6	8
Total viable bacterial count ¹	1.8x10 ⁵ -2.2x10 ⁸	1.4x10 ² -5.7x10 ⁵	1.5x10-1.6x10 ⁴	<10-9.6x10 ²	<10-3.3x10 ²
<i>Lactobacillus</i> spp. ¹	50-6.0x10 ⁶	<10-3.2x10 ⁴	<10-1.9x10 ²	<10	<10
Coliforms ²	<3-7.3	<3	<3	<3	<3
<i>B. cereus</i> ²	<3-93	<3-93	<3-43	<3-9.1	<3
<i>C. perfringens</i> ²	<3	<3	<3	<3	<3
<i>V. parahaemolyticus</i> ¹	<10	<10	<10	<10	<10
<i>Salmonella</i> spp. ³	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
<i>S. aureus</i> ²	<3	<3	<3	<3	<3
<i>E. coli</i> ²	<3	<3	<3	<3	<3
Yeasts & Molds ¹	<10-3.4x10 ⁶	<10-3.5x10 ⁴	<10-2.2x10 ³	<10-4.6x10 ²	<10-5.6x10
Chemical properties					
%Protein ^{ns}	12.23±1.13	11.94±0.92	11.90±1.12	12.03±1.14	11.96±1.13
%NaCl ^{ns}	8.84±0.95	8.75±1.01	8.86±1.03	8.77±1.04	8.66±1.04
pH ^{ns}	4.91±0.16	4.94±0.17	4.97±0.16	4.99±0.15	5.00±0.16
Acidity ^{ns}	1.28±0.17	1.26±0.18	1.23±0.17	1.23±0.16	1.23±0.18

1 = colony forming unit /gram

2 = MPN-determination /gram

3 = absent /present test in 25g of sample

ns = non-significant difference.

Table 4 Mean taste panel scores¹ of non-irradiated and irradiated Kung Chom at various doses of irradiation.

Sensory factor		Radiation dose (kGy)					F-value
		0	2	4	6	8	
Color	Lot1	7.92 ^a	7.75 ^a	7.42 ^{ab}	6.92 ^b	6.83 ^b	9.4362**
	Lot2	7.73 ^a	7.80 ^a	7.20 ^{ab}	7.00 ^b	6.93 ^b	7.7810**
Odor	Lot1	7.50 ^a	6.92 ^{ab}	6.75 ^{ab}	6.25 ^b	6.08 ^b	5.7645**
	Lot2	7.13	6.67	6.80	6.87	6.53	1.3196 ^{ns}
Taste	Lot1	7.67	7.58	7.50	7.17	7.33	0.9465 ^{ns}
	Lot2	7.07	7.00	6.93	6.87	6.73	0.4513 ^{ns}
Texture	Lot1	7.36	7.09	7.27	7.18	6.91	0.8706 ^{ns}
	Lot2	7.47	7.33	7.27	7.13	7.13	1.1701 ^{ns}

¹ = 12 judgements

** significant difference $p < 0.01$

ns = non-significant difference.

Mean scores with the same exponent letter did not differ significantly

Table 5 Quality investigation of non-irradiated and irradiated (8 kGy) Kung Chom kept at ambient temperature at various time of storage.

Storage Time (days)	Treatment	Total viable ¹ bact. counts	Yeasts ¹ & molds	Coliforms ²	<i>E. coli</i> ²	<i>Salmonella</i> spp. ³	<i>S. aureus</i> ²	<i>B.cereus</i> ²	<i>C. perfringens</i> ²	<i>V. para-haemolyticus</i> ¹	<i>Lactobacillus</i> spp. ¹
4	Non-irr.	4.6x10 ⁷	2.9x10 ⁵	<3	<3	Absent	<3	<3	<3	<10	1.2x10 ⁶
	Irr.	8.2x10	5.6x10	<3	<3	Absent	<3	<3	<3	<10	<10
7	Non-irr.	8.1x10 ⁶	4.8x10 ³	<3	<3	Absent	<3	3	<3	<10	2.0x10 ⁴
	Irr.	1.8x10 ²	<10	<3	<3	Absent	<3	<3	<3	<10	<10
11	Non-irr.	1.1x10 ⁶	3.4x10 ³	<3	<3	Absent	<3	3.6	<3	<10	<10 ⁴
	Irr	2.8x10	<10	<3	<3	Absent	<3	<3	<3	<10	<10
14	Non-irr.	1.7x10 ⁵	1.0x10	<3	<3	Absent	<3	<3	<3	<10	1.0x10 ³
	Irr	4.4x10	<10	<3	<3	Absent	<3	<3	<3	<10	<10
18	Non-irr.	8.8x10 ⁴	<10	<3	<3	Absent	<3	7.3	<3	<10	<10 ³
	Irr	3.0x10	<10	<3	<3	Absent	<3	<3	<3	<10	<10
21	Non-irr.	6.0x10 ⁵	3.2x10 ²	<3	<3	Absent	<3	3.6	<3	<10	<10 ³
	Irr	3.2x10	<10	<3	<3	Absent	<3	<3	<3	<10	<10
25	Non-irr.	1.7x10 ³	8.4x10 ²	<3	<3	Absent	<3	<3	<3	<10	<10 ³
	Irr	5.2x10	<10	<3	<3	Absent	<3	<3	<3	<10	<10
28	Non-irr.	1.4x10 ³	<10	<3	<3	Absent	<3	3.6	<3	<10	<10 ³
	Irr	3.5x10	<10	<3	<3	Absent	<3	<3	<3	<10	<10
32	Non-irr.	2.1x10 ³	1.0x10	<3	<3	Absent	<3	3.6	<3	<10	<10 ³
	Irr	1.5x10	<10	<3	<3	Absent	<3	<3	<3	<10	<10
35	Non-irr.	3.0x10 ³	1.9x10 ⁴	<3	<3	Absent	<3	<3	<3	<10	<10 ³
	Irr	4.1x10	<10	<3	<3	Absent	<3	<3	<3	<10	<10

1 = colony forming unit /gram

2 = MPN determination /gram

3 = absent /present test in 25g sample.

Table 6 Chemical properties investigation of irradiated (8 kGy) and non-irradiated fermented shrimp kept at ambient temperature at various time of storage.

Storage time (days)	% Protein		%NaCl		pH		Acidity	
	Non-irr.	Irr.	Non-irr.	Irr.	Non-irr.	Irr.	Non-irr.	Irr.
4	13.03 ^{ns}	12.09 ^{ns}	10.03 ^{ns}	9.62 ^{ns}	4.58*	4.76*	1.69 ^{ns}	1.62 ^{ns}
7	12.62 ^{ns}	12.31 ^{ns}	9.35 ^{ns}	9.22 ^{ns}	4.64*	4.74*	1.70 ^{ns}	1.59 ^{ns}
11	12.30 ^{ns}	13.94 ^{ns}	8.95 ^{ns}	8.95 ^{ns}	4.68*	4.75*	1.60 ^{ns}	1.51 ^{ns}
14	12.36 ^{ns}	12.77 ^{ns}	10.16 ^{ns}	9.89 ^{ns}	4.68*	4.77*	1.53 ^{ns}	1.54 ^{ns}
18	12.35 ^{ns}	12.72 ^{ns}	9.35 ^{ns}	9.76 ^{ns}	4.72*	4.80*	1.72*	1.46*
21	12.29 ^{ns}	12.43 ^{ns}	8.14 ^{ns}	8.4 ^{ns}	4.69*	4.77*	1.85*	1.72*
25	12.72 ^{ns}	12.78 ^{ns}	8.14 ^{ns}	8.55 ^{ns}	4.69*	4.78*	1.85*	1.72*
28	12.06 ^{ns}	12.25 ^{ns}	9.08 ^{ns}	8.95 ^{ns}	4.68*	4.74*	1.81 ^{ns}	1.77 ^{ns}
32	12.24 ^{ns}	12.66 ^{ns}	9.12 ^{ns}	9.06 ^{ns}	4.69*	4.77*	1.82 ^{ns}	1.70 ^{ns}
35	12.79 ^{ns}	12.34 ^{ns}	10.03 ^{ns}	9.34 ^{ns}	4.69*	4.78*	1.94*	1.73*

Means in the same chemical properties in each storage time with the symbol * are significantly different ($p < 0.05$)

ns = non-significant difference.

Table 7 Mean taste panel scores of irradiated (8 kGy) and non-irradiated fermented shrimp kept at ambient temperature at various time of storage. (N = 11 panelists)

Storage time (days)	Color		Odor		Flavor		Texture	
	Non-irr.	Irr.	Non-irr.	Irr.	Non-irr.	Irr.	Non-irr.	Irr.
4	8.45*	6.73*	7.82*	7.00*	7.73*	6.73*	7.36 ^{ns}	7.09 ^{ns}
7	8.45*	6.91*	7.54*	7.18*	7.27 ^{ns}	6.91 ^{ns}	7.55 ^{ns}	7.27 ^{ns}
11	8.00*	6.91*	7.45*	6.55*	7.45*	6.73*	7.09 ^{ns}	6.73 ^{ns}
14	8.09*	6.55*	7.45*	6.73*	7.27 ^{ns}	6.64 ^{ns}	7.45 ^{ns}	6.91 ^{ns}
18	7.82*	6.45*	6.91*	6.27*	6.91 ^{ns}	6.64 ^{ns}	6.91 ^{ns}	6.73 ^{ns}
21	7.73*	6.09*	7.36*	6.36*	7.27*	6.36*	7.27*	6.54*
25	6.36*	8.00*	6.55*	7.27*	6.73*	7.55*	6.55*	7.64*
28	7.27*	6.00*	7.00 ^{ns}	6.55 ^{ns}	7.00 ^{ns}	6.45 ^{ns}	6.55 ^{ns}	6.45 ^{ns}
32	7.828*	6.18*	7.00*	6.09*	7.45*	6.73*	7.18*	6.55*
35	6.09*	7.36*	5.73*	6.64*	5.82 ^{ns}	6.64 ^{ns}	6.09*	6.82*

Score of 6-9 = increasing order in likeness, 5 = borderline of acceptability, 4-1 = increasing order in dislikeness

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

ns = non-significant difference.