

BA04: การปรับปรุงคุณภาพปลารอบปรุงรสทางด้านจุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสโดยการฉายรังสีแกมมา

* ปัญชลี ประคองศิลป์ นฤมล เนรมิตมานสุข วรณิกา เพียนภักตร์ และประเวทย์ แก้วช่วง
ศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

37 ม.3 ต. คลอง 5 อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี 12120

โทรศัพท์ 0 2577 4169 โทรสาร 0 2577 1944 E-Mail: spanchalee@yahoo.com

บทคัดย่อ

การศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพปลารอบปรุงรสโดยการฉายรังสีแกมมาในเชิงการค้า โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 กลุ่ม ปลารอบกลุ่มที่ 1 บรรจุในถุงพลาสติกฟิโอฟิดสไนท์แบบสุญญากาศเก็บที่อุณหภูมิห้อง กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 บรรจุในถุงพลาสติกฟิโอฟิดสไนท์แบบมีอากาศเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 18°C ตามลำดับ ปลารอบทั้ง 3 กลุ่มฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีต่ำสุด 2.0 กิโลเกรย์ ทำการตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ภายในกลุ่มทดลอง เปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างไม่ฉายรังสีและตัวอย่างฉายรังสี ทุก 1, 2 และ 3 เดือนหลังจากฉายรังสี พบว่าตัวอย่างไม่ฉายรังสีทั้ง 3 กลุ่มมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดสูงเกินเกณฑ์คุณภาพจุลินทรีย์วิสาหกิจตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช.106/2546 เรื่อง ปลารอบปรุงรส (กำหนดให้ไม่เกิน 1.0×10^3 โคโลนีต่อกรัม) ในขณะที่ตัวอย่างจากกลุ่มฉายรังสีทั้ง 3 กลุ่มมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดพบน้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี 1 log cycle ทั้งนี้ตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli*, *Salmonella* spp., *S. aureus* และ *Clostridium perfringens* ในตัวอย่างฉายรังสีและไม่ฉายรังสีของทั้ง 3 กลุ่ม สำหรับการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างฉายรังสีและไม่ได้ฉายรังสีของทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แม้ว่าการบรรจุปลารอบปรุงรสในสภาพสุญญากาศและฉายรังสีแกมมาที่ 2 กิโลเกรย์ให้คุณภาพด้านจุลินทรีย์ที่ดีกว่ากลุ่มบรรจุแบบมีอากาศ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมในการผลิตในเชิงการค้ากลุ่มบรรจุแบบมีอากาศเก็บที่อุณหภูมิห้อง จะมีความเหมาะสมกว่าทางด้านต้นทุนการผลิต

คำสำคัญ : ปลารอบ อาหารฉายรังสี คุณภาพทางจุลินทรีย์ การทดสอบประสาทสัมผัส

Improvement of Microbiological and Sensory Quality of Fried Seasoning Anchovy Fish Snack by Gamma Irradiation

*Panchalee Prakongsil, Naruemon Neramitmansook, Wannipa Phianphak and Pravait Kaewchoung

Thai Irradiation Center, Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization)

37 Moo.3 Technopolis, Klong 5, Klong Luang, Pathumthani 12120

Phone: 0 2577 4169, Fax: 0 2577 1944 E-Mail: spanchalee@hotmail.com

Abstract

Microbiological and sensory qualities of gamma irradiated fried seasoning anchovy fish snack were evaluated. The samples were packed in polyethylene bags and stored under three different conditions. In Group I,

the fish snacks were vacuum-packed and stored at room temperature. In Group II, the bags were sealed normally and stored at room temperature. Group-III samples were packed as in Group II but they were stored at 18°C. Gamma irradiation was applied at the minimum absorbed dose of 2.0 kGy. Microbiological qualities were evaluated at 1, 2 and 3 months post irradiation. At three months, unirradiated samples from all three storage conditions were found with their total bacterial counts exceeding the limit for the quality standard of the Ministry of Industry ($> 10^3$ cfu/g), while the total bacterial counts from irradiated samples were 1 log cycle fewer than those from unirradiated samples. The total yeast and mold counts produced by irradiated samples were within the limit throughout the three-month storage for all three conditions. *E. coli*, *Salmonella* spp., *S. aureus* and *Clostridium* spp. were not found under all storage conditions for both irradiated and unirradiated samples. No significant differences in the sensory quality were observed between irradiated and unirradiated samples for all three conditions. Although irradiated fried seasoning anchovy fish snack in a vacuum pack yielded better microbiological qualities than irradiated samples in a normal-sealed pack, samples in a normal-sealed pack stored at room temperature would be more appropriate for commercial production when production costs were considered.

Keywords: fried fish snack, irradiated food, microbiological quality, sensory evaluation

1. บทนำ

ปลากรอบปรุงรส เป็นผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปมาจากปลาสดขนาดเล็ก เช่น ปลากระตัก ปลาข้าวสาร ปลาเกล็ดขาว ปลาชีวกั่ว ทำให้แห้งโดยการผึ่งแดด ทอดให้กรอบ ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส เช่น พริก น้ำตาล งา หรือสมุนไพรบางชนิด เป็นที่นิยมนำมาเป็นของฝากพื้นเมืองจากหลายจังหวัดในแถบภาคตะวันออก ภาคกลาง และภาคใต้ ปลากรอบที่แปรรูปแล้วนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยแคลเซียมในปริมาณสูง สามารถบริโภคเสริมเพื่อทดแทนการขาดแคลเซียมของร่างกาย ผลการสำรวจจากหลายแหล่ง^{1,2} ตรวจพบปัญหาที่มีปริมาณจุลินทรีย์บ่งชี้สุขลักษณะเกินมาตรฐานในปริมาณค่อนข้างสูง ดังผลการสำรวจโดยศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ภูเก็ต ในปี 2550¹ ได้สำรวจคุณภาพปลากรอบปรุงรสที่ผลิตและวางจำหน่ายในเขตจังหวัดภูเก็ต ตัวอย่างส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 61.7 (29 ตัวอย่างจากทั้งหมด 47 ตัวอย่าง) ตรวจพบมีคุณภาพทางจุลชีววิทยาที่ไม่เข้าข่ายมาตรฐาน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดเกินเกณฑ์คุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน³ ซึ่งสาเหตุที่มีจุลินทรีย์บ่งชี้สุขลักษณะเกินเกณฑ์เช่นนี้ มักเป็นผลมาจากการขาดสุขลักษณะการผลิตที่ดี รวมถึงมีสภาพการบรรจุและวางจำหน่ายที่ไม่เหมาะสม ดังมีรายงานตรวจพบตัวอย่างจากร้านค้าส่วนใหญ่มีปริมาณจุลินทรีย์ที่ตรวจพบสูงกว่าที่พบในตัวอย่างจากแหล่งผลิต²

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบหารูปแบบของการบรรจุที่เหมาะสมร่วมกับการใช้รังสีแกมมาเพื่อประโยชน์ในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ตั้งต้นในผลิตภัณฑ์ปลากรอบปรุงรส ในขณะที่

ผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพด้านประสาทสัมผัส รสชาติ ความกรอบ และคุณลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์ เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคได้อย่างต่อเนื่อง และมีความเหมาะสมสำหรับการผลิตในเชิงการค้า

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมตัวอย่างปลากรอบปรุงรส และการฉายรังสี

กลุ่มที่ 1 ปลากรอบปรุงรสบรรจุในถุงพลาสติกพรีแบบสุญญากาศเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 3 องศาเซลเซียส)

ปลากรอบปรุงรสที่ใช้ตลอดการวิจัยนี้ ได้แก่ ปลากรอบปรุงรส สูตรปลากรอบสามรส มีแหล่งผลิตจากอำเภอมหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร ประกอบด้วย ปลาขนาดลำตัวความยาวประมาณ 6 – 8 ซม. ทอดกรอบและปรุงรสด้วยน้ำตาล เกลือ พริกบด และงาขาว นำมาบรรจุในถุงพลาสติกพรีแบบสุญญากาศถุงละ 200 กรัม บรรจุใส่กล่องขนาด 30x27x20 ซม. จำนวนกล่องละ 7 ซอง แบ่งเป็นกลุ่มที่ไม่ฉายรังสีจำนวน 6 กล่อง กลุ่มฉายรังสีจำนวน 6 กล่อง นำเข้าฉายรังสีแกมมาด้วยเครื่องฉายรังสีแกมมา รุ่น Carrier Type Gamma Irradiator รุ่น JS 8900 IR-155 ของ MDS Nordian ที่ศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ จ.ปทุมธานี ปริมาณรังสีต่ำสุดที่กำหนด 2.0 กิโลเกรย์ มีอัตราปริมาณรังสีสูงสุดต่อต่ำสุดเท่ากับ 1.32 หลังการฉายรังสีเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 3 องศาเซลเซียส)

กลุ่มที่ 2 ปลากรอบปรุงรสบรรจุในถุงพลาสติกพรีแบบมีอากาศ จากการผลิตในเชิงการค้า เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 3 องศาเซลเซียส)

นำปลากรอบปรุงรสมาบรรจุในถุงพลาสติกพรีปิดสนิทแบบมีอากาศ ถุงละ 200 กรัม มีขนาดกล่องและจำนวนบรรจุต่อกล่อง เช่นเดียวกับการทดลองในกลุ่มที่ 1 แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมไม่ฉายรังสีจำนวน 5 กล่อง กลุ่มฉายรังสีจำนวน 70 กล่อง น้ำหนักรวม 136.5 กิโลกรัม นำเข้าฉายรังสีแกมมาที่ศูนย์ฉายรังสี ปริมาณรังสีต่ำสุดที่กำหนด 2.0 กิโลเกรย์ มีอัตราปริมาณรังสีสูงสุดต่อต่ำสุดเท่ากับ 1.58 หลังการฉายรังสีเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 3 องศาเซลเซียส)

กลุ่มที่ 3 ปลากรอบปรุงรสบรรจุในถุงพลาสติกพรีแบบมีอากาศ จากการผลิตในเชิงการค้า เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 ± 3 องศาเซลเซียส

นำปลากรอบปรุงรส นำมาบรรจุในถุงพลาสติกพรีปิดสนิทแบบมีอากาศ ถุงละ 200 กรัม มีขนาดกล่องและจำนวนบรรจุต่อกล่อง เช่นเดียวกับการทดลองในกลุ่มที่ 1 และ 2 แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมไม่ฉายรังสีจำนวน 5 กล่อง กลุ่มฉายรังสีจำนวน 35 กล่อง น้ำหนักรวม 70 กิโลกรัม นำเข้าฉายรังสีแกมมาที่ศูนย์ฉายรังสี ปริมาณรังสีต่ำสุดที่กำหนด 2.0 กิโลเกรย์ มีอัตราปริมาณรังสีสูงสุดต่อต่ำสุดเท่ากับ 1.33 หลังการฉายรังสีเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 ± 3 องศาเซลเซียส

2.2 การตรวจสอบผลของรังสีที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของปลากรอบปรุงรส

การสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มฉายรังสี และกลุ่มควบคุมไม่ฉายรังสี กลุ่มที่ 1 ใช้ตัวอย่างกลุ่มละ 6 กล่อง รวม 12 กล่อง กลุ่มที่ 2 และ กลุ่มที่ 3 ใช้ตัวอย่าง กลุ่มควบคุมไม่ฉายรังสีจำนวน 5 กล่อง และกลุ่มฉายรังสีจำนวน 7 กล่อง ดังนี้

ทำการตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ ทั้ง 3 กลุ่ม ทุก 1 เดือน จนครบ 3 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 3 ซ้ำ เพื่อตรวจหา Total viable bacteria count, Total Yeast and Mold Count, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp. และ *Clostridium perfringens* ตามวิธี AOAC(1989)⁶

2.3 การตรวจสอบผลของรังสีที่มีต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของปลากรอบปรุงรส

กลุ่มที่ 1 ทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสที่อายุการเก็บหลังฉายรังสี เป็นเวลา 3 เดือน โดยทดสอบความแตกต่างโดยรวม โดยวิธีทดสอบแบบสามเหลี่ยม (Triangle test) ก่อน จากนั้นจึงทดสอบโดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ เริ่มจากระดับคะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุดถึงคะแนน 9 ชอบมากที่สุด เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มฉายรังสี และกลุ่มไม่ฉายรังสีในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ คุณภาพโดยรวม ใช้กลุ่มผู้ทดสอบ จำนวน 12-14 คน จากวิธีของ Lawless และ Heymann (1998)⁷ การสรุปผลข้อมูลทางสถิติโดยวิธีทดสอบแบบสามเหลี่ยม ใช้วิธี One-tailed binomial test และการให้คะแนนความชอบของทั้ง 2 กลุ่มทดลองใช้วิธีทางสถิติ Paired-*t*-test การวิเคราะห์ผลทำโดยใช้โปรแกรม MINITAB ที่นัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

กลุ่มที่ 2 ทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสที่อายุการเก็บหลังฉายรังสี เป็นเวลา 3 เดือน โดยทดสอบความแตกต่างโดยรวมโดยวิธีทดสอบแบบสามเหลี่ยมก่อน จากนั้นจึงทดสอบโดยให้คะแนนความชอบแบบ 7 ระดับ ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ ลักษณะปรากฏ คุณภาพโดยรวม และความตั้งใจซื้อ เริ่มจากระดับคะแนน 1 ไม่ชอบเลยถึงคะแนน 7 ชอบมากที่สุด เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มฉายรังสีและกลุ่มไม่ฉายรังสี ใช้กลุ่มผู้ทดสอบจำนวน 12-14 คน จากวิธีของ Lawless และ Heymann (1998)⁷ ทำการทดสอบทางสถิติเช่นเดียวกับกลุ่มที่ 1

กลุ่มที่ 3 ทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสที่อายุการเก็บหลังฉายรังสี เป็นเวลา 4 เดือน โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นการทดสอบคุณลักษณะแต่ละด้านของผลิตภัณฑ์ (Scoring test)⁸ ใช้ระดับคะแนนทั้งหมด 7 ระดับโดยให้คะแนนมากขึ้นเมื่อระดับความเข้มของคุณลักษณะที่มีมากขึ้นตามลำดับ เช่น การประเมินระดับความเข้มของสี ระดับ 0 คะแนน คือ มีสีเข้มน้อยที่สุด ถึงระดับ 6 คะแนน คือ สีเข้มนามากที่สุด การประเมินกลิ่นแปลกปลอม ระดับ 0 คะแนน คือ มีกลิ่นแปลกปลอม น้อยที่สุด ถึงระดับ 6 คะแนน คือ มีกลิ่นแปลกปลอมมากที่สุด ส่วนที่ 2 คือ การประเมินความชอบแบบ 7 ระดับ ซึ่งประยุกต์จากวิธีของ Lawless และ Heymann (1998)⁷ เช่นเดียวกับการทดลองในกลุ่มที่ 2 ผลการทดลองที่ได้นำมาคำนวณทางสถิติโดยวิธี Paired *t*-test ที่นัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

2.4 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของปลากรอบปรุงรสหลังฉายรังสี

สุ่มเก็บตัวอย่างปลากรอบปรุงรสหลังฉายรังสีในกลุ่มที่ 1 บรรจุแบบสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 3 องศาเซลเซียส) แห้งละ 200 กรัม จำนวนรวม 4,000 กรัม วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ตามวิธีวิเคราะห์คุณค่าโภชนาการตามฉลากโภชนาการ ตามวิธี AOAC⁸ ตามลำดับ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของปลากรอบสามรส

นำปลากรอบปรุงรส บรรจุในถุงพลาสติกฟิโอฟีและฉายรังสีแกมมาที่ค่าปริมาณรังสีต่ำสุดที่กำหนด 2.0 กิโลเกรย์ แบ่งการทดลองเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่ 1 บรรจุแบบสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 3 องศาเซลเซียส) กลุ่มที่ 2 บรรจุแบบมีอากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 3 องศาเซลเซียส) และกลุ่มที่ 3 บรรจุแบบมีอากาศเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 ± 3 องศาเซลเซียส พบว่าปลากรอบปรุงรสกลุ่มควบคุมไม่ฉายรังสีของทั้ง 3 กลุ่มทดลอง ตรวจพบมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเกินเกณฑ์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ปลากรอบปรุงรส มพช. 106/2546³ ตลอดการทดลอง 3 เดือน รวมถึงมีจำนวนเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดในกลุ่มควบคุมไม่ฉายรังสีในกลุ่มที่ 2 และ 3 เกินเกณฑ์ (กำหนดปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดต้องไม่เกิน 1.0×10^3 โคโลนีต่อกรัม และมีจำนวนเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดไม่เกิน 10 โคโลนีต่อกรัม) เมื่อเปรียบเทียบกับปลากรอบปรุงรสกลุ่มฉายรังสี พบว่า ปลากรอบปรุงรสกลุ่มที่ 1 บรรจุแบบสุญญากาศฉายรังสี และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 3 องศาเซลเซียส) สามารถรักษาคูณภาพด้านจุลินทรีย์ไว้ได้ตลอดการเก็บรักษา 3 เดือน โดยมีค่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานโดยตลอด⁴ สำหรับกลุ่มทดลองฉายรังสีกลุ่มที่ 2 และ 3 บรรจุแบบมีอากาศ ฉายรังสี และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 3 องศาเซลเซียส) และ 18 ± 3 องศาเซลเซียส มีค่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเกินเกณฑ์มาตรฐานทั้ง 2 กลุ่ม สำหรับปริมาณเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดในกลุ่มทดลองฉายรังสีทั้ง 3 กลุ่ม ยังคงมีคุณภาพด้านจุลินทรีย์เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ตัวอย่างปลากรอบปรุงรสทั้ง 3 กลุ่มทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่ฉายรังสี ตรวจไม่พบ *E. coli* และจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *S. aureus*, *Salmonella* spp. และ *C. perfringens* ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงเกณฑ์มาตรฐานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 700/2530⁵ เรื่อง ปลาของ ปลาเกล็ด และปลาแห้งป่น จะพบได้ว่า ปลากรอบปรุงรสฉายรังสีทั้ง 3 กลุ่ม ยังคงรักษาคูณภาพด้านจุลินทรีย์เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. ดังกล่าว (กำหนดให้ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดไม่เกิน 1.0×10^5 โคโลนีต่อกรัม จำนวนเชื้อราทั้งหมดไม่เกิน 10^2 โคโลนีต่อกรัม และในตัวอย่าง 1 กรัม ต้องตรวจไม่พบ *S. aureus*, *C. perfringens* และ *E. coli*)

โดยวิธี MPN น้อยกว่า 3 สำหรับ *Salmonella* ต้องตรวจไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม) ขณะที่ปลาทูกรอบปรุงรสกลุ่มควบคุมไม่ฉายรังสีบรรจุแบบมีอากาศ กลุ่มที่ 2 และ 3 เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 3 องศาเซลเซียส) และที่ 18 ± 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 และ 3 เดือน ตามลำดับมีค่าปริมาณเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดเกินเกณฑ์

2. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของปลาทูกรอบปรุงรส

ผลการทดสอบปลาทูกรอบปรุงรสในกลุ่มที่ 1 บรรจุแบบสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 3 องศาเซลเซียส) โดยวิธีประเมินความชอบโดยใช้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าทั้งกลุ่มควบคุมไม่ฉายรังสี และกลุ่มฉายรังสีมีคะแนนความชอบในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ และความชอบรวมใกล้เคียงกันในระดับชอบเล็กน้อย ถึงชอบปานกลาง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในตลอดการทดลอง 3 เดือน

กลุ่มที่ 2 ปลาทูกรอบปรุงรสบรรจุแบบมีอากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 3 องศาเซลเซียส) โดยวิธีประเมินความชอบโดยใช้คะแนนความชอบแบบ 7 ระดับ ผลการทดลองดังตารางที่ 2 พบว่าทั้งกลุ่มควบคุมไม่ฉายรังสี และกลุ่มฉายรังสี มีคะแนนความชอบในด้าน สี กลิ่น ความกรอบ อยู่ในระดับชอบปานกลาง ถึงชอบค่อนข้างมาก คะแนนด้านลักษณะปรากฏ และคะแนนความชอบรวมอยู่ในระดับชอบมาก สำหรับคะแนนด้านรสชาติและคะแนนด้านความตั้งใจซื้ออยู่ในระดับปานกลาง ถึงค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบในทั้ง 2 กลุ่มพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

กลุ่มที่ 3 ปลาทูกรอบปรุงรสบรรจุแบบมีอากาศเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 18 ± 3 องศาเซลเซียส ผลการทดลองดังตารางที่ 3 ผลการวัดระดับคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ พบว่า คะแนนความเข้มข้นสี และกลิ่น อยู่ในระดับเข้มข้นเล็กน้อย คะแนนด้านเนื้อสัมผัส มีความกรอบอยู่ในระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง ด้านกลิ่นแปลกปลอมมีคะแนนอยู่ในระดับความเข้มข้นน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบทั้งกลุ่มควบคุมไม่ฉายรังสีและกลุ่มฉายรังสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ผลการให้คะแนนความชอบแบบ 7 ระดับ ทั้งกลุ่มควบคุมไม่ฉายรังสีและกลุ่มฉายรังสีผู้ทดสอบให้คะแนนด้านรสชาติ และคะแนนความชอบรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในตลอดการทดลอง 4 เดือน

3. การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของปลาทูกรอบปรุงรสฉายรังสี

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของปลาทูกรอบปรุงรสฉายรังสี พบมีปริมาณแคลเซียมอยู่ในระดับสูง เทียบกับปริมาณความต้องการของร่างกายใน 1 วัน ใน 1 หน่วยบริโภคประมาณ 55 กรัม มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 198 มิลลิกรัม คิดเป็นประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณความต้องการแคลเซียมของร่างกายในแต่ละวัน ตรวจไม่พบวิตามินเอ และซี ผลการทดลองดังตารางที่ 4

4. สรุป

ผลิตภัณฑ์ปลากรอบปรุงรส เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง หลังการฉายรังสีแล้วยังคงให้คุณค่าทางโภชนาการอยู่ในระดับสูง มีปริมาณโปรตีนและแคลเซียมอยู่ในระดับสูง เหมาะแก่การบริโภคเพื่อทดแทนหรือเสริมการขาดแคลเซียมของร่างกายได้เป็นอย่างดี ผลการทดลองในงานวิจัยนี้ ปลากรอบปรุงรส กลุ่มที่ 1 บรรจุในสภาพสุญญากาศ ฉายรังสีด้วยปริมาณรังสีที่กำหนด 2.0 กิโลเกรย์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 30 ± 3 องศาเซลเซียส ให้ผลดีที่สุดในการควบคุมปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และจำนวนเชื้อราและยีสต์ทั้งหมดที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์ โดยสามารถลดปริมาณเชื้อตั้งต้นลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี และรักษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์ไว้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน มพช. 106/2546⁴ รวมถึงมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่พึงพอใจของกลุ่มผู้ทดสอบ เก็บรักษาได้นานกว่า 3 เดือนหลังการฉายรังสี โดยกลุ่มผู้ทดสอบให้คะแนนความพึงพอใจไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงเกณฑ์มาตรฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมอก. 700 /2530⁶ จะพบได้ว่า ปลากรอบปรุงรสบรรจุแบบสุญญากาศ และแบบมีอากาศนำมาฉายรังสีที่ปริมาณรังสีต่ำสุดที่ 2.0 กิโลเกรย์ ทั้ง 3 กลุ่มยังคงรักษาคุณภาพด้านจุลินทรีย์เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก. ดังกล่าว

สำหรับปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ปลากรอบปรุงรสในการทดลองนี้ ได้แก่ รูปแบบการบรรจุ รวมถึงการได้รับรังสี โดยอุณหภูมิที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษาในการทดลองนี้มีผลต่อการปรับปรุงคุณภาพด้านจุลินทรีย์น้อยมาก

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ มาด้วยดีโดยตลอด คณะผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง

1. ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ภูเก็ต . 2550. คุณภาพปลากรอบปรุงรสที่ผลิตและวางจำหน่ายในจังหวัดภูเก็ต. ข่าวเผยแพร่ประชาสัมพันธ์. 2 หน้า.
2. อรรวรรณ คงพันธุ์ และคณะ, 2546. ปลากระตักตากแห้ง : 1. การสำรวจคุณภาพและกระบวนการผลิต. วารสารการประมง. 56, 156- 166.
3. อุตสาหกรรม, กระทรวง 2546. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ปลากรอบปรุงรส มพช. 106/ 2546. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 5 หน้า.

4. ปราณี อ่านเปรื่อง, 2547. หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 323 หน้า.
5. อุตสาหกรรม, กระทรวง 2546. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง ปลาหยอง ปลาเกล็ด และ ปลาแห้งปน มอก. 700/2530. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 14 หน้า.
6. AOAC. 1989. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist , 15th Virginia . USA.
7. Lawless, H. T. and Heymann, H. 1998. Sensory Evaluation of : Principles and Practices. Chapman & Hall, New York.
8. AOAC .1987. Method of Analysis for Nutrition Labeling. The Association of Official Analytical Chemist , USA.

Table1. Effect of gamma irradiation on microbiological and sensory qualities of fried seasoning anchovy fish snack evaluated at different time point over the duration of 3 months. *Samples were packed under vacuum, irradiated at 2.0 kGy, stored at 30±3 °C.*

Quality	Storage time (months)							
	2 days		1		2		3	
	Non-Irr.	Irr.	Non-Irr.	Irr.	Non-Irr.	Irr.	Non-Irr.	Irr.
<u>Microbiological qualities :</u>								
-Total viable count ¹	ND	ND	6.5x10 ³	3.5x10 ²	4.2x10 ³	2.5x10 ²	5.0x10 ³	2.0x10 ²
-Total Yeasts & Mould Count ¹	ND	ND	10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
- <i>E. coli</i> ²	ND	ND	< 3	<3	< 3	< 3	< 3	< 3
- <i>S. aureus</i> ¹	ND	ND	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
- <i>Salmonella</i> spp. ³	ND	ND	absent	absent	absent	absent	absent	absent
- <i>C. perfringens</i> ¹	ND	ND	NF	NF	NF	NF	NF	NF
<u>Sensory qualities :</u>								
9-point hedonic								
- Color	6.7±0.7	7.4±0.8	6.7±1.1	6.8±1.2	ND	ND	6.7±1.2	6.7±0.5
- Odor	6.8±0.8	6.9±0.7	6.9±0.8	6.7±1.6	ND	ND	6.6±0.7	6.1±1.1
- Taste	7.0±0.7	7.2±1.1	7.6±0.7	7.3±1.3	ND	ND	6.8±1.1	6.8±0.9
- Texture	7.1±1.0	7.4±0.8	7.3±0.7	7.2±0.8	ND	ND	6.4±0.9	6.6±0.7
- Appearance	7.2±0.8	7.4±0.7	7.2±0.9	7.1±0.9	ND	ND	6.9±0.8	6.8±0.4
- Overall	7.2±0.8	7.3±0.8	7.0±0.9	7.0±1.0	ND	ND	6.8±1.0	6.6±0.5

Microbiological qualities :

- 1 = Colony Forming Units/ gram
 2 = MPN determined/ gram
 3 = absent / present test in 25 grams of sample
 NF = Not Found
 ND = Not Detected

9-point hedonic scale :

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

Table 2 Effect of gamma irradiation on microbiological and sensory evaluation of fried seasoning anchovy fish snack evaluated at different time point over the duration of 3 months.

Samples were packed under normal seal, irradiated at 2.0 kGy, stored at $30 \pm 3^\circ \text{C}$.

Quality	Storage time (months)							
	4 days		1		2		3	
	Non-Irr.	Irr.	Non-Irr.	Irr.	Non-Irr.	Irr.	Non-Irr.	Irr.
<u>Microbiological qualities :</u>								
-Total viable count ¹	ND	ND	1.1×10^5	4.8×10^4	2.8×10^4	9.0×10^3	8.8×10^4	2.0×10^3
-Yeasts & Moulds ¹	ND	ND	10	< 10	6.0×10^2	< 10	1.5×10^2	10
- <i>E. coli</i> ²	ND	ND	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
- <i>S. aureus</i> ¹	ND	ND	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
- <i>Salmonella</i> ³	ND	ND	absent	absent	absent	absent	absent	absent
- <i>C. perfringens</i> ¹	ND	ND	NF	NF	NF	NF	NF	NF
<u>Sensory qualities :</u>								
9-point hedonic								
- Color	3.9±1.4	3.8±0.9	4.3±1.1	3.8±0.9	ND	ND	4.4±1.0	4.0±1.0
- Odor	3.4±1.2	3.9±1.2	3.1±0.8	3.2±1.1	ND	ND	3.4±0.8	3.6±0.9
- Taste	3.8±1.1	4.1±1.0	5.7±1.0	5.5±1.0	ND	ND	5.9±0.8	5.7±0.8
- Texture(crispy)	4.4±0.6	4.3±0.6	3.9±1.0	3.8±0.9	ND	ND	4.0±0.8	4.1±0.7
- Appearance	ND	ND	5.6±1.1	5.4±1.3	ND	ND	5.7±1.0	5.6±1.1
- Overall	5.6±1.0	5.5±0.8	5.6±1.0	5.1±1.5	ND	ND	5.6±1.4	5.7±1.1
- Buying intension	4.1±0.8	4.0±0.8	4.3±0.8	3.9±0.9	ND	ND	4.4±0.7	4.2±0.8

Microbiological qualities :

1 = colony forming units/ grams

2 = MPN determined/ grams

3 = absent/present test in 25 grams of sample

NF = Not Found

ND = Not Detected

7- point hedonic scale:

score 0 = dislike

score 1 = like very slightly

score 2 = like slightly

score 3 = like moderately

score 4 = like slightly much

score 5 = like very much

score 6 = like extremely

Table 3 Effect of gamma irradiation on microbiological and sensory evaluation of fried seasoning anchovy fish snack evaluated at different time point over the duration of 3 months. *Samples were packed under normal sealed , irradiated at 2.0 kGy, stored at 18±3 °C.*

Quality	Storage time (months)							
	1		2		3		4	
	Non-Irr.	Irr.	Non-Irr.	Irr.	Non-Irr.	Irr.	Non-Irr.	Irr.
<u>Microbiological qualities :</u>								
-Total viable count ¹	9.0x10 ⁴	2.3x10 ⁴	1.1x10 ⁵	2.0x10 ⁴	2.6x10 ⁴	7.5x10 ³	ND	ND
- Yeasts & Moulds ¹	10	< 10	< 10	< 10	3.0x10 ²	10	ND	ND
- <i>E. coli</i> ²	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	ND	ND
- <i>S. aureus</i> ¹	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	ND	ND
- <i>Salmonella</i> ³	absent	absent	absent	absent	absent	absent	ND	ND
- <i>Clostridium</i> spp. ⁴	NF	NF	NF	NF	NF	NF	ND	ND
<u>Sensory qualities :</u>								
Scoring test								
- Color	2.8±1.1	2.3±0.8	ND	ND	2.7±1.2	2.4±1.4	2.6±1.0	3.0±0.9
- Odor	2.8±0.7	2.3±1.2	ND	ND	2.5±0.9	2.6±0.8	2.6±0.8	2.4±0.7
- Bad Smell	1.3±1.3	1.0±0.7	ND	ND	1.2±0.9	1.3±1.0	1.6±0.8	1.1±1.1
- Texture (crispy)	3.3±1.0	3.3±1.1	ND	ND	2.7±1.2	2.9±1.5	2.9±0.5	2.8±1.0
Hedonic 7 point:								
- Taste	3.0±1.0	2.7±1.1	ND	ND	3.3±1.2	3.5±0.7	3.2±1.4	2.9±0.9
- Overall	2.9±1.0	2.8±1.3	ND	ND	3.4±1.3	3.3±0.8	3.2±1.3	3.0±1.0

Microbiological qualities :

1 = Colony Forming Units/ gram
2 = MPN determined/ gram
3 = absent/present test in 25 grams of sample
NF = Not Found
ND = Not Detected

Scoring test :

score 0 = not strong
score 1 = strong very slightly
score 2 = strong slightly
score 3 = strong moderately
score 4 = strong slightly much
score 5 = strong very much
score 6 = strong extremely

7- point hedonic scale:

score 0 = dislike
score 1 = like very slightly
score 2 = like slightly
score 3 = like moderately
score 4 = like slightly much
score 5 = like very much
score 6 = like extremely

Table 4 Nutrition facts of Irradiated fried seasoning anchovy fish snack (per 200 grams)
irradiated at minimum require dose 2.0 kGy

Irradiated fried seasoning anchovy fish snack			
Nutrition Facts :			
Serving Size : 1/4 bag (55 g)			
Serving Per Container : about 4			
Amount Per Serving			
Calories	270	Calories from Fat	130
% Daily Value*			
Total Fat	14 g		21%
Saturated Fat	5 g		25%
Trans Fat	0 g		
Cholesterol	75 mg		25%
Sodium	860 mg		36%
Total Carbohydrate	16 g		5%
Dietary Fiber	0 g		0%
Sugars	12 g		
Protein	19 g		
Vitamin A	0 %	Vitamin C	0%
Calcium	20%	Iron	6%
*Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet.			

From : NFI Report Operation No. JC 06784 . Test date : July – August , 2006 .

Based on : Method of Analysis for Nutrition Labelling AOAC (1987), (1993),
(1995), (2000).