REFERENCE

พปส - 1 - 153
OAEP

TH0000002

ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของกะปิ

ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์ วชิรา พริ้งศุลกะ เสาวพงศ์ เจริญ
และ จินตนา บุนนาค

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

และ

ธัญญาลักษณ์ นินบดี และ ดวงดาว วงศ์สมมาตร
กองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ธันวาคม 2533

สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน

ISBN 974-7399-86-5

31/41

KAPI.DOC

พปส - 1 - 153

OAEP

ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของกะปิ

EFFECT OF GAMMA RADIATION ON MICROBIOLOGICAL QUALITY OF SHRIMP PASTE (KAPI)

ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์ วชิรา พริ้งศุลกะ เสาวพงศ์ เจริญ และ จินตนา บุนนาค

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

และ

ธัญญาลักษณ์ นินบดี และ ดวงดาว วงศ์สมมาตร

กองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

YUTHAPONG PRACHASITTHISAK, VACHIRA PRINGSULAKA, SAOVAPONG CHAROEN AND JINTANA BUNNAK

BIOLOGICAL SCIENCE DIVISION

AND

THUNYALUKSANA NINBODEE AND DOUNGDAO WONGSOMMART

FOOD ANALYSIS DIVISION, DEPARTMENT OF MEDICAL SCIENCE

ธันวาคม 2533

DECEMBER 1990

สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

OFFICE OF ATOMIC ENERGY FOR PEACE

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน

MINISTRY OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND ENERGY

" This report was prepared as an account of work sponsored by the Office of Atomic Energy for Peace (OAEP). Neither the OAEP, nor any of their employees, or any of their contractors, subcontractors, or their employees, makes any warranty, expressed or implied, or assumes any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness or usefulness of any information, apparatus, product or process disclosed or represents that its use would not infringe privately owned rights.

เอกสารฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ (พป.) สำนักงานฯ ไม่ประกันความรับผิดชอบทางกฎหมายในเรื่องความแน่นอน ความสมบูรณ์ หรือประโยชน์ของข้อมูล เครื่องมือ ผลิตผล หรือกระบวนการใดๆ ที่เปิดเผยในเอกสารนี้ "

ISBN 974-7399-86-5

พิมพ์เมื่อ : ตุลาคม 2541

Print : October 1998

KAPI.DOC

บทคัดย่อ

ได้ทำการตรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์และปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักของเกลือแกงในกะปิ จำนวน 7 ยี่ห้อ ที่วางจำหน่ายตามซุปเปอร์มาร์เก็ต รวมทั้งศึกษาผลของรังสีแกมมาปริมาณ 1 ถึง 6 กิโลเกรย์ ที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์และคุณภาพด้านประสาทสัมผัสต่อกะปิด้วย การศึกษาพบว่า กะปิที่ตรวจมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total viable bacterial counts) อยู่ในช่วงระหว่าง 1.20×10^4 ถึง 4.0×10^5 Colony forming unit (cfu) ต่อกรัม ไม่พบจุลินทรีย์กลุ่ม *Enterobacteriaceae*, Coliforms, Faecal coliforms, *Escherichia coli*, Salmonella, *Vibrio parahaemolyticus* และ *Staphylococcus aureus*. พบ *Clostridium perfringen* มีค่า Most probable number (MPN) ต่อกรัม ระหว่าง 9 ถึง 240 สำหรับจำนวนเกลือแกงในกะปิพบว่า มีค่าระหว่าง 19.08 เปอร์เซ็นต์ ถึง 25.08 เปอร์เซ็นต์ รังสีปริมาณ 4 กิโลเกรย์ มีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง 2 log cycles และ พวก Halophilic bactecia ลดลง 2-4 log cycles แต่ไม่สามารถลดจำนวนของ *Cl. perfringen* ลง รังสีปริมาณ 6 กิโลเกรย์ สามารถลดจำนวนของ *Cl. perfringen* ลงได้

การตรวจคุณภาพด้านประสาทสัมผัสต่อกะปิฉายรังสี ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในเรื่องของกลิ่นและรสชาติ นอกจากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในเรื่องของสีในกะปิฉายรังสีปริมาณ 6 กิโลเกรย์

ABSTRACT

Seven brands of shrimp paste (Kapi) sold in supermarkets were investigated for microbiological quality and quantity of salt. The effect of gamma radiation at dose 1 to 6 kGy on microbiological quality and on sensory quality of shrimp paste were also evaluated. Total viable bacterial counts of surveyed samples ranged from 1.20×10^4 to 4.00×10^5 colony forming unit (cfu) per gram and no detectable number of *Enterobacteriaceae*, coliforms, Faecal coliforms, *Escherichia coli*, Salmonella, *Vibrio parahaemolyticus* and *Staphylococcus aureus* was found. The most probable number (MPN) per gram of *Clostridium perfringen* is ranged from 9 to 240. Percentage of salt in surveyed shrimp pastes was rather high (ranged from 19.08 to 25.08). Radiation with 4 kGy resulted in 2 log cycles reduction of total viable bacterial counts and 2-4 log cycles reduction of halophilic bacteria, but no decrease in the most probable number per gram of *Cl. perfringen*. A dose of 6 kGy gamma radiation was adequate for decreasing the MPN per gram of *Cl. perfringen*. No significant change in sensory scores for odour and flavor was observed in irradiated shrimp paste. Only in irradiated at dose of 6 kGy was the significant change in colour observed.

1. คำนำ

กะปิเป็นผลิตภัณฑ์อาหารทะเลประเภทหมักดองชนิดหนึ่ง ทำจากเคย กุ้งขนาดเล็ก ปลาไส้ตัน ปลากะตัก และปลาเบญจพรรณขนาดเล็ก มีลักษณะคล้ายแป้งที่นวดด้วยน้ำร้อน มีสีแดงม่วงแดง และสีเทา คนไทยส่วนใหญ่รู้จักกะปิกันเป็นอย่างดี มักรับประทานกันในรูปของน้ำพริกกะปิกับปลาทู และผักชนิดต่างๆ นอกจากนี้ กะปิยังใช้เป็นเครื่องปรุงร่วมกับเครื่องปรุงชนิดอื่นๆ ในอาหารประเภทแกงเผ็ดบางอย่าง ตลอดจนใช้เป็นเครื่องจิ้มของผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวจัดต่างๆ ได้แก่ มะม่วง มะยม มะขาม และมะดัน เป็นต้น

กะปิจัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงอย่างหนึ่ง กล่าวคือ มีโปรตีนซึ่งได้จากกุ้งและปลาในปริมาณสูง[1,2] อีกทั้งยังประกอบด้วยเกลือแร่ที่สำคัญอีกหลายชนิด แต่เดิมกะปิมีการทำกันไว้เพียงเพื่อใช้บริโภคเฉพาะในแต่ละบ้านและอาจแบ่งเอาไปจำหน่ายบ้าง ต่อมาความนิยมบริโภคกะปิมีเพิ่มมากขึ้นจนเป็นที่ต้องการของตลาด ทำให้การทำกะปิได้ขยายตัวออกไปจนมีการทำกันเป็นอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ประชาชนที่อาศัยอยู่ตามแถบชายฝั่งทะเลเนื่องจากมีวัตถุดิบซึ่งสามารถหามาได้ง่าย เช่น เคย หรือกุ้งขนาดเล็ก และปลาขนาดเล็กชนิดต่างๆ อย่างไรก็ตาม บางครั้งความต้องการกะปิภายในประเทศไทยมีมากถึงกับเคยสั่งนำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้าน คือ พม่าและมาเลเซีย[3] กะปิจะมีกลิ่นและรสชาติเฉพาะตัวซึ่งจะมีความแตกต่างกันไปตามวัตถุดิบที่ใช้ ตลอดจนวิธีการทำของแต่ละท้องที่ และอายุการหมักของกะปิ[4,5] กะปิทำโดยการเอาเคย หรือกุ้งที่จับมาได้ล้างน้ำให้สะอาด นำไปคลุกเค้ากับเกลือเม็ดในอัตราส่วนเคย 6 ส่วนต่อเกลือ 1 ส่วนโดยน้ำหนัก ปล่อยทิ้งไว้ให้หมักตัว 1 คืน แล้วเอาไปผึ่งแดดอีก 1 วัน จากนั้นนำไปตำด้วยครกไม้หรือโม่ด้วยเครื่องโม่จนละเอียด บรรจุเคยที่ตำละเอียดแล้วลงในโอ่ง หรือไหดินเผา อัดให้แน่นและปิดฝาให้สนิท เชื้อจุลินทรีย์บางชนิดจะเข้าทำการย่อยสลายเนื้อเคย หรือกุ้งขนาดเล็กโดยกระบวนการหมัก ปล่อยทิ้งไว้นานประมาณ 3 เดือนก็จะได้กะปิที่มีกลิ่นหอมและรสชาติเป็นที่ยอมรับ[5,6] ในเรื่องคุณภาพด้านประสาทสัมผัสต่อกะปิ มีการศึกษาพบว่ากะปิจะมีกลิ่นและรสชาติดี ขึ้นอยู่กับชนิดของเคยที่นำมาใช้ทำกะปิ[4] นอกจากนี้ ยังขึ้นอยู่กับความสดของเคยหรือกุ้งที่นำมาใช้อีกด้วย[7] สำหรับสีของกะปิโดยทั่วไปแล้วจะมีสีตามวัตถุดิบที่นำมาใช้ทำ แต่มีผู้ผลิตบางรายได้ผสมสีบางชนิดเข้าไป ทั้งนี้ เพื่อให้ได้กะปิมีสีตามที่ต้องการ จากการตรวจตัวอย่างกะปิที่เก็บมาจากตลาดของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา พบว่าในบางตัวอย่างของกะปิมีการใช้สีซึ่งห้ามใช้ในการผสมอาหารรวมอยู่ด้วย[8]

เนื่องจากกะปิทำมาจากเคยหรือกุ้งโดยการหมักกับเกลือ กระบวนการผลิตไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อนใดๆเลย ดังนั้น โอกาสที่จะพบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคจึงเป็นไปได้สูง นอกจากนี้ พวกเครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต หากไม่ได้รับการปฏิบัติให้ถูกสุขลักษณะจะส่งผลให้

กะปิมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์มากยิ่งขึ้น การนำกะปิไปใช้ปรุงอาหารบางอย่างโดยไม่ได้ผ่านการปรุงด้วยความร้อนหรือบางครั้งมีการบริโภคกะปิกันแบบดิบๆ โดยตรงเลย จึงทำให้ผู้บริโภคอาจได้รับอันตรายขึ้นได้ ถ้าหากกะปินั้นมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค การฉายรังสีแกมมาเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งสามารถใช้ทำลายเชื้อจุลินทรีย์และพยาธิในอาหารได้ โดยที่อาหารนั้นมีคุณภาพด้านประสาทสัมผัสไม่เปลี่ยนแปลง ยิ่งไปกว่านั้น การฉายรังสีอาหารปริมาณไม่เกิน 10 กิโลเกรย์ เป็นที่ยอมรับแล้วว่ามีความปลอดภัยสำหรับบริโภคโดยไม่จำเป็นต้องทดสอบในเรื่องความปลอดภัยอีก(9)

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อต้องการทราบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของกะปิที่วางจำหน่ายในซุปเปอร์มาร์เก็ตต่างๆ รวมทั้งต้องการทราบผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์และคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกะปิ ทั้งนี้ เพื่อนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้ในการกำหนดปริมาณรังสีเพื่อการปรับปรุงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของกะปิต่อไป สำหรับหัวข้อของการศึกษาวิจัยอาจแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

1.1 สำรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์และปริมาณร้อยละของเกลือแกงในกะปิที่วางจำหน่ายตามซุปเปอร์มาร์เก็ต

1.2 ศึกษาผลของรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ ที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ และปริมาณร้อยละของเกลือแกงในกะปิ

1.3 ศึกษาผลของรังสีแกมมาปริมาณต่างๆ ที่มีต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกะปิ

2. <u>วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ</u>

2.1 <u>ตัวอย่างกะปิ</u>

ทำการสำรวจกะปิที่วางจำหน่ายตามซุปเปอร์มาร์เก็ตต่างๆ จดชื่อยี่ห้อและที่อยู่ของโรงงานผลิต เดินทางไปซื้อกะปิจากโรงงานที่ผลิตโดยตรงเพื่อให้ได้ตัวอย่างกะปิที่ผลิตออกมาจำหน่ายในรุ่นเดียวกัน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความแตกต่างในเรื่องของชนิดและจำนวนเชื้อจุลินทรีย์อันเนื่องมาจากวัตถุดิบที่ต่างกัน ตลอดจนระยะเวลาการหมักที่แตกต่างกันด้วย ตัวอย่างกะปิที่ซื้อมาส่วนใหญ่บรรจุในกระปุกพลาสติก ขนาดบรรจุ 200 กรัมต่อกระปุก ด้านบนราดปิดไว้ด้วยเทียนไขเพื่อช่วยให้สามารถเก็บรักษากะปิได้นานยิ่งขึ้น เนื่องจากกะปิบางยี่ห้อไม่ได้บรรจุตามขนาดดังกล่าว จะต้องซื้อกะปิมาแล้วทำการแบ่งบรรจุในกระปุกพลาสติกขนาด 200 กรัมใหม่ ทั้งนี้ เพื่อความสะดวกในการนำไปฉายรังสี และแบ่งไปตรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์ต่อไป

2.2 การฉายรังสี

ทำการฉายรังสีแกมมาตัวอย่างกะปิด้วยเครื่องฉายรังสีซึ่งมีโคบอลท์-60 เป็นต้นกำเนิดรังสีที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กะปิที่นำมาใช้ทดลองศึกษานี้มีทั้งหมด 7 ยี่ห้อ บรรจุในกระปุกพลาสติกขนาดบรรจุ 200 กรัม/กระปุก กะปิ 4 ยี่ห้อแรกฉายรังสีปริมาณ 0, 1, 2, 3 และ 4 กิโลเกรย์ ส่วนอีก 3 ยี่ห้อหลังฉายรังสีปริมาณ 0, 3, 4, 5 และ 6 กิโลเกรย์ แต่ละยี่ห้อใช้กะปิทั้งสิ้นจำนวน 30 กระปุก โดยฉายรังสีปริมาณรังสีละ 6 กระปุก การฉายรังสีนี้มี Dose Uniformity ($U = D_{max}/D_{min}$) ประมาณ 1.2 มีการทำ Process Control ทุกครั้งของการฉายรังสี โดยใช้ Nylon thin film dosemeter (FWT-60-00) ติดที่ข้างกระปุกของกะปิด้านที่อยู่ตรงข้ามกับท่อของต้นกำเนิดรังสี

2.3 การตรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์

การตรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของกะปินี้ จะดำเนินการตรวจภายหลังการฉายรังสีแล้ว 1 วัน ในแต่ละครั้งของการตรวจ ตัวอย่างกะปิส่วนหนึ่งจะดำเนินการตรวจที่กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติเพื่อตรวจหาจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด, Halophilic bacteria, *Enterobacteriaceae*, Coliforms, Faecal coliforms, *E. coli*, ยีสต์และรา ตัวอย่างกะปิอีกส่วนหนึ่งจะส่งไปที่กองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เพื่อทำการตรวจหาจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ได้แก่ Salmonella, *V. parahaemolyticus.*, *Staph. aureus* และ *Cl. perfringen* ในการตรวจเชื้อจุลินทรีย์นี้ มีการใช้เทคนิคที่เรียกว่า Liquid medium repair (LMR) เข้าร่วมในการตรวจด้วย ทั้งนี้ เพื่อลดการตายของเซลล์จุลินทรีย์ซึ่งได้รับบาดเจ็บจากการฉายรังสีมาก่อนแล้ว[10,11] นอกจากนี้ ในการตรวจหาจำนวนของ Halophilic bacteria จะเติม 10 เปอร์เซ็นต์ของ NaCl ใน Enrished media ทำการบ่มเชื้อ (Incubation) ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 7 วัน จึงทำการตรวจนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น[12] Enrished media ที่ใช้ประกอบด้วย Tryptic soy broth ซึ่งเติม Yeart extract จำนวน 3 กรัมต่อลิตร และ Agar จำนวน 12 กรัมต่อลิตร

2.4 การวิเคราะห์หาปริมาณเกลือแกงในกะปิ

ดำเนินการตรวจวิเคราะห์ตามวิธีการใน AOAC[13]

2.5 การตรวจคุณภาพด้านประสาทสัมผัส

ทำโดยการชิมตัวอย่างกะปิที่ไม่ฉายรังสีกับกะปิฉายรังสีปริมาณต่างๆกัน ใช้กรรมการผู้ชิมทั้งหมดจำนวน 10 คน ซึ่งเป็นผู้ที่เคยได้รับการฝึกด้านการชิมมาแล้ว กรรมการแต่ละคนจะได้รับตัวอย่างกะปิที่มีเลขรหัสกำกับอยู่ ทั้งนี้ เพื่อไม่ให้กรรมการผู้ชิมทราบตัวอย่างกะปิใดผ่านการฉายรังสีหรือไม่ เป็นการป้องกันการเอนเอียงที่อาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการให้คะแนน กรรมการผู้ชิมเมื่อทำการชิมแล้วจะต้องพิจารณาให้คะแนนตามความชอบในเรื่องของสี กลิ่นและรสชาติ สำหรับคะแนนความชอบนี้ กำหนดเรียงลำดับตั้งแต่ 9 ถึง 1 (Nine-point hedonic scale) ดังนี้คือ

คะแนน 6-9 เท่ากับชอบเล็กน้อย จนถึงชอบมากที่สุด

คะแนน 5 เท่ากับชอบ-ไม่ชอบ ก่ำกึ่งกัน

คะแนน 4-1 เท่ากับไม่ชอบเล็กน้อย จนถึงไม่ชอบมากที่สุด

คะแนนความชอบของกรรมการผู้ชิมทั้งหมดที่ได้รับจะนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี Analysis of variance[14] ทั้งนี้ เพื่อต้องการทราบว่ากะปิที่ไม่ฉายรังสีกับกะปิฉายรังสีปริมาณต่างๆจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของสี กลิ่น และรสชาติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่

3. ผลการทดลอง

3.1 การสำรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์ และปริมาณร้อยละ เกลือแกงในกะปิ

กะปิที่ทำการตรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์ และปริมาณร้อยละเกลือแกง มีจำนวนทั้งหมด 7 ยี่ห้อ ได้แก่ กะปิพันท้ายนรสิงห์ กะปิคลองด่าน กะปิแม่ประนอม ยอดกะปิสมุทรสงคราม กะปิหอยหลอด กะปิตราตาชู และกะปิตราเรือใบ ผลการตรวจได้แสดงไว้ใน **ตาราง 3.1** พบว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วงระหว่าง 1.20×10^4 ถึง 4.00×10^5 cfu ต่อกรัม สำหรับเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่แสดงถึงสุขอนามัยของอาหารซึ่งได้แก่ กลุ่ม *Enterobacteriaceae*, Coliforms, Faecal coliforms และ *E. coli* มีค่า MPN ต่อกรัม น้อยกว่า 0.3 เชื้อยีสต์และราพบจำนวนน้อยกว่า 10 cfu ต่อกรัม ตรวจไม่พบเชื้อ Salmonella, *V. parahaemolyticus* และ *Staph. aureus* ในจำนวน 25 กรัมของทุกตัวอย่างกะปิ ส่วนเชื้อ *Cl. perfringen* พบว่ามีค่า MPN ต่อกรัมระหว่าง 9 ถึง 240

สำหรับจำนวนเกลือแกงซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการทำกะปิ พบว่าตัวอย่างกะปิที่ตรวจวิเคราะห์มีจำนวนเปอร์เซนต์เกลือแกงตั้งแต่ 19.08 ถึง 25.08

3.2 ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของกะปิ

ผลการทดลองได้แสดงไว้ใน **ตาราง 3.2 ถึง 3.8** **ตารางที่ 3.2, 3.3, 3.4 และ 3.5** แสดงผลของรังสีแกมมาปริมาณ 0, 1, 2, 3 และ 4 กิโลเกรย์ ที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ในกะปิจำนวน 4 ยี่ห้อ พบว่ารังสีปริมาณ 4 กิโลเกรย์ มีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง 2 log cycles และพวก Holophilic bacteria ลดลง 2-4 log cycles แต่ไม่สามารถลดจำนวน MPN ต่อกรัมของ *Cl. perfringen* ลงได้ **ตาราง 3.6, 3.7 และ 3.8** แสดงผลของรังสีปริมาณ 0, 3, 4, 5 และ 6 กิโลเกรย์ ที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของกะปิจำนวน 3 ยี่ห้อ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ารังสีปริมาณ 6 กิโลเกรย์ สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และพวก Halophilic bacteria ลง 2-4 log cycles นอกจากนี้ ยังสามารถลดจำนวน MPN ต่อกรัมของเชื้อ *Cl. perfringen* จาก 210, 240 และ 460 ลงเหลือ 150, 9 และ 3 ตามลำดับ

สำหรับจำนวนเกลือแกงในกะปิ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของจำนวนอันเนื่องมาจากปริมาณของรังสีที่ฉายให้กับกะปิ

3.3 ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสต่อกะปิ

ผลของคะแนนความชอบเฉลี่ยจากคณะกรรมการผู้ชิมกะปิในเรื่องของสี กลิ่น และรสชาติ ได้แสดงไว้ใน**ตาราง 3.9** จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี Analysis of variance ปรากฏว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเรื่องของกลิ่นและรสชาติ ระหว่างกะปิไม่ฉายรังสีกับกะปิฉายรังสีปริมาณต่างๆ นอกจากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเรื่องของสีระหว่างกะปิไม่ฉายรังสีกับกะปิฉายรังสีปริมาณ 6 กิโลเกรย์

4. <u>บทสรุป</u>

การสำรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของกะปิ จำนวน 7 ยี่ห้อที่วางจำหน่ายตามซุปเปอร์มาร์เก็ต พบว่ามีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ระหว่าง 1.20×10^4 ถึง 4.00×10^5 cfu ต่อกรัม ตรวจไม่พบจุลินทรีย์กลุ่ม *Enterobacteriaceae*, Coliforms, Faecal coliforms และ *Staph. aureus* ส่วนเชื้อ *Cl. perfringen* พบว่ามีจำนวน MPN ต่อกรัม อยู่ระหว่าง 9 ถึง 240 สำหรับจำนวนเกลือแกงในกะปิ พบว่ามีจำนวนระหว่าง 19.08 ถึง 25.08 เปอร์เซนต์

ในเรื่องผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ พบว่ารังสีปริมาณ 4 กิโลเกรย์ มีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง 2 log cycles และพวก Halophilic bacteria ลดลง 2-4 log cycles แต่ไม่สามารถลดจำนวน MPN ต่อกรัมของเชื้อ *Cl. perfringen* ลงได้ รังสีปริมาณ 6 กิโลเกรย์ สามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และ Halophilic bacteria ลงได้ 2-4 log cycles นอกจากนี้ ยังสามารถลดจำนวน MPN ต่อกรัมของเชื้อ *Cl. perfringen* จาก 210, 240 และ 460 ลงเหลือ 150, 9 และ 3 ตามลำดับ การฉายรังสีไม่มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนเกลือแกงในกะปิ

สำหรับผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกะปิ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเรื่องของกลิ่นและรสชาติระหว่างกะปิไม่ฉายรังสีกับกะปิฉายรังสี นอกจากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเรื่องของสีของกะปิฉายรังสีปริมาณ 6 กิโลเกรย์ จากผลการศึกษานี้ พอจะสรุปได้ว่าการฉายรังสีปริมาณ 6 กิโลเกรย์ เพียงพอที่จะใช้ปรับปรุงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของกะปิได้

5. บทวิจารณ์

5.1 การสำรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์ และจำนวนเกลือแกงในกะปิ

จากผลการสำรวจซึ่งแสดงไว้ใน**ตาราง 3.1** พบตัวอย่างกะปิที่สำรวจมีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในช่วง 10^4 ถึง 10^5 cfu ต่อกรัม ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่แสดงสุขอนามัยของอาหารซึ่งได้แก่ เชื้อ *Enterobacteriaceae*, Coliforms, Faecal coliforms และ *E. coli* ทั้งไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่น Salmonella, *V. parahaemolyticus* และ *Staph. aureus* แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างกะปิที่สำรวจส่วนใหญ่มีคุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในขั้นดี กล่าวคือ มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ต่ำกว่า 10^5 cfu ต่อกรัม รวมทั้งไม่พบเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่แสดงสุขอนามัย และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคบางชนิด โดยทั่วไปแล้วในอาหารทะเลและผลิตภัณฑ์มักมีโอกาสพบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคเหล่านี้ได้เสมอ อย่างไรก็ตาม มีกะปิบางตัวอย่างพบว่ามีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดถึง 10^5 cfu ต่อกรัมและยังพบเชื้อ *Cl perfringen* ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคสำคัญชนิดหนึ่ง กล่าวได้ว่า กะปิที่พบเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณดังกล่าวนี้จัดเป็นกะปิที่มีคุณภาพด้านจุลินทรีย์ไม่ดีนัก การที่กะปิมีคุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในระดับดีนั้น อาจเนื่องมาจากปัจจัย 2 อย่างกล่าวคือ ประการแรก วัตถุดิบที่ใช้ทำกะปิ ได้แก่ เคย หรือ กุ้ง มีความสะอาด ทั้งนี้ รวมถึงเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตมีความสะอาด ประการที่สอง อาจเนื่องมาจากปริมาณเกลือแกงที่ใช้หมักกะปิมากพอที่จะยังยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เหล่านั้นได้ ดังจะเห็นได้จากจำนวนเกลือแกงที่พบในตัวอย่างกะปิมีอยู่สูงระหว่าง 19 ถึง 25 เปอร์เซนต์ ปัจจุบัน ประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรมของกะปิขึ้น เพื่อใช้ในการกำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารประเภทนี้ คาดว่าต่อไปในอนาคตจะต้องมีการกำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรมของกะปิขึ้นเพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการกำหนดคุณภาพด้านจุลินทรีย์สำหรับผู้ผลิตต่อไป

5.2 ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของกะปิ

ในเรื่องผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของกะปินี้ การทดลองในระยะแรกคาดหมายไว้ว่า รังสีแกมมาปริมาณ 4 กิโลเกรย์ น่าจะเพียงพอที่จะใช้กำจัดหรือลดปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ประเภทต่างๆในกะปิลงได้ แต่จากผลการทดลองฉายรังสีปริมาณ 4 กิโลเกรย์ กับตัวอย่างกะปิจำนวน 4 ยี่ห้อ ดังผลการทดลองที่แสดงไว้ใน **ตาราง 3.2, 3.3, 3.4 และ 3.5** ปรากฏว่ารังสีปริมาณ 4 กิโลเกรย์ สามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและกลุ่ม Halophilic bacteria ลงได้เท่านั้น แต่ไม่สามารถลดจำนวนของเชื้อ *Cl. perfringen* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคลงได้เลย ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจาก *Cl perfringen* เป็นจุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น สภาพแห้งซึ่งขาดแคลนน้ำ สภาพอุณหภูมิเย็นจัด หรือมีสารเคมี

ที่เป็นพิษต่อเซลล์ของจุลินทรีย์ การสร้างสปอร์เป็นการปรับตัวอย่างหนึ่งเพื่อให้สามารถมีชีวิตอยู่รอดต่อไปได้ของจุลินทรีย์ ดังนั้น จุลินทรีย์กลุ่ม Clostridium จึงมีความทนทานต่อรังสีได้สูง การกำจัดหรือลดจำนวนจุลินทรีย์กลุ่มนี้ จึงต้องใช้รังสีในปริมาณค่อนข้างสูง(15,16)

การศึกษาผลของรังสีที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของกะปิในระยะต่อมาได้เพิ่มการฉายรังสีปริมาณสูงขึ้นถึง 6 กิโลเกรย์ ผลปรากฏว่าที่รังสีปริมาณดังกล่าวนี้ สามารถลดจำนวน MPN ต่อกรัมของ *Cl. perfringen* ลงได้ นอกจากนี้ ยังลดจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และพวก Halophilic bacteria ลง 2-4 log cycles ดังผลที่แสดงไว้ใน **ตาราง 3.6, 3.7 และ 3.8** จะเห็นได้ว่าจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีความทนทานต่อรังสีแตกต่างกันไป การฉายรังสีกะปิซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์อาหารทะเลประเภทหมักจะต้องใช้รังสีในปริมาณที่สูงถึง 6 กิโลเกรย์ จึงจะเพียงพอในการลดจำนวนจุลินทรีย์ลงจนมีผลต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ ในเรื่องของจำนวนเกลือแกง พบว่าการฉายรังสีไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงใดๆ กับจำนวนเกลือแกงในกะปิ

5.3 ผลของรังสีที่มีต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกะปิ

คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของอาหารฉายรังสีเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของการศึกษาในครั้งนี้ เพราะเกี่ยวข้องกับการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารฉายรังสีชนิดนั้นๆ จากผลการทดลองในเรื่องผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของกะปิ ปรากฏว่าต้องใช้รังสีปริมาณ 6 กิโลเกรย์ จึงจะสามารถลดจำนวน MPN ต่อกรัมของ *Cl. perfringen* ลงได้ นับว่าเป็นปริมาณรังสีค่อนข้างสูงที่ใช้กับอาหารประเภทหมัก การศึกษาคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของกะปิฉายรังสีซึ่งแสดงผลไว้ใน **ตาราง 3.9** ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเรื่องของกลิ่นและรสชาติระหว่างกะปิไม่ฉายรังสีกับกะปิฉายรังสีปริมาณ 3, 4, 5 และ 6 กิโลเกรย์ นอกจากพบความแตกต่างในเรื่องของสีของกะปิเท่านั้น ที่พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกะปิไม่ฉายรังสีกับกะปิฉายรังสีปริมาณ 6 กิโลเกรย์ อย่างไรก็ตาม การบอกความแตกต่างกันนี้ จะบอกได้ก็ต่อเมื่อมีการเปรียบเทียบกันเท่านั้น หากให้พิจารณาดูแต่กะปิฉายรังสีเพียงอย่างเดียว จะไม่สามารถบอกได้ว่าตัวอย่างไหนเป็นกะปิที่ผ่านการฉายรังสีมาแล้ว ทั้งนี้ เพราะสีของกะปิไม่ได้มีลักษณะเป็นสีเฉพาะตัวเพียงอย่างเดียว แต่จะมีสีแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาใช้ทำกะปิและอายุการหมักของกะปิด้วย นอกจากนี้ ในปัจจุบันการทำกะปิมีการเติมสีเข้าไปในกระบวนการผลิตอีกด้วย มีการตรวจพบสีต้องห้ามบางชนิดในกะปิที่วางจำหน่ายกันในตลาด(8) ดังนั้น จะเห็นได้ว่ากะปิมีสีแตกต่างกันไปมากมาย ตั้งแต่ สีเทา สีน้ำตาล สีม่วง สีม่วงแดงจนถึงสีแดง เป็นต้น การบอกความแตกต่างในเรื่องของสีกะปิฉายรังสีปริมาณ 6 กิโลเกรย์ กับกะปิไม่ฉายรังสี จะบอกได้ก็ต่อเมื่อนำมาวางเปรียบเทียบกันเท่านั้น

6. กิติกรรมประกาศ

ในการศึกษาวิจัยนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กองการวัดกัมมันตภาพรังสีที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวัดการกระจายของรังสีภายในภาชนะบรรจุกะปีสำหรับฉายรังสี ตลอดจนการทำ Process Control ของการฉายรังสีกะปีในแต่ละครั้ง นอกจากนี้ ขอขอบคุณคณะนักศึกษาจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล รวมทั้งเจ้าหน้าที่ของกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ทำหน้าที่เป็นกรรมการผู้ชิมในการชิมกะปิฉายรังสีเพื่อตรวจคุณภาพด้านประสาทสัมผัส

Table 3.1 A survey of microbiological quality and percentage of salt of various brands of shrimp paste.

Microorganisms and percentage of salt	Puntay Nora Singha	Kapi Klong Darn	Mae Pranom	Yord Kapi Samut Songkram	Kapi Hoy Lord	Tar Chu	Rhur Bai
Total viable bacterial counts	1.30×10^5	1.65×10^4	3.85×10^4	4.60×10^4	1.20×10^4	4.00×10^5	3.00×10^4
Enterobacteriaceae[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Coliforms[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Faecal coliforms[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
E. coli[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Yeasts and Molds	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Salmonella[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
V. parahaemolyticus[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Staph. aureus[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Cl. perfringen[1]	9	43	43	150	43	240	23
% NaCl	25.08	23.58	19.08	20.43	21.05	22.55	20.09

1 = MPN-determination

2 = Absent/Present test of 25g sample

Table 3.2 Microbiological examination and percentage of salt of non-irradiated and irradiated "Mae Pranom" shrimp paste.

Microorganisms and	Radiation dose (kGy)				
% NaCl	0	1	2	3	4
Total viable bacterial counts	2.87×10^5	4.85×10^4	8.30×10^3	4.25×10^3	4.25×10^3
Halophilic bacteria	1.22×10^6	2.42×10^5	2.91×10^3	5.60×10^2	4.45×10^2
Enterobacteriaceae[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Coliforms[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Faecal coliforms[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
E. coli[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Yeasts and Molds	<10	<10	<10	<10	<10
Salmonella[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
V. parahaemolyticus[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Staph. aureus[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Cl. perfringen[1]	28	93	93	240	93
% NaCl	26.2	26.2	26.5	26.8	26.9

1 = MPN-determination

2 = Absent/Present test of 25g sample

Table 3.3 Microbiological examination and percentage of salt of non-irradiated and irradiated "Hoy Lord" shrimp paste.

Microorganisms and % NaCl	Radiation dose (kGy)				
	0	1	2	3	4
Total viable bacterial counts	2.70×10^4	6.50×10^3	4.05×10^3	9.35×10^2	7.15×10^2
Halophilic bacteria	1.88×10^5	7.70×10^4	3.42×10^2	6.50×10^2	1.90×10^2
Enterobacteriaceae[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Coliforms[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Faecal coliforms[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
E. coli[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Yeasts and Molds	<10	<10	<10	<10	<10
Salmonella[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
V. parahaemolyticus[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Staph. aureus[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Cl. perfringen[1]	1,100	93	240	1,100	43
% NaCl	19.2	20.1	20.1	18.6	19.2

1 = MPN-determination

2 = Absent/Present test of 25g sample

Table 3.4 Microbiological examination and percentage of salt of non-irradiated and irradiated "Sri Tong" shrimp paste.

Microorganisms and	Radiation dose (kGy)				
% NaCl	0	1	2	3	4
Total viable bacterial counts	1.90×10^5	4.90×10^4	4.40×10^3	4.75×10^3	3.40×10^3
Halophilic bacteria	3.90×10^5	$4.75 10^4$	4.77×10^3	2.89×10^3	1.70×10^3
Enterobacteriaceae[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Coliforms[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Faecal coliforms[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
E. coli[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Yeasts and Molds	<10	<10	<10	<10	<10
Salmonella[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
V. parahaemolyticus[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Staph. aureus[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Cl. perfringen[1]	23	23	23	21	23
% NaCl	16.6	16.5	16.1	17.2	16.3

1 = MPN-determination

2 = Absent/Present test of 25g sample

Table 3.5 Microbiological examination and percentage of salt of non-irradiated and irradiated "Yord Kapi Rayong" shrimp paste.

Microorganisms and	Radiation dose (kGy)				
% NaCl	0	1	2	3	4
Total viable bacterial counts	2.60×10^4	1.36×10^4	4.90×10^3	3.65×10^3	3.10×10^3
Halophilic bacteria	4.15×10^4	1.18×10^4	1.75×10^3	5.35×10^2	3.20×10^2
Enterobacteriaceae[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Coliforms[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Faecal coliforms[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
E. coli[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Yeasts and Molds	<10	<10	<10	<10	<10
Salmonella[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
V. parahaemolyticus[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Staph. aureus[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Cl. perfringen[1]	460	290	240	460	210
% NaCl	24.5	25.2	23.6	23.9	23.9

1 = MPN-determination

2 = Absent/Present test of 25g sample

Table 3.6 *Microbiological examination and percentage of salt of non-irradiated and irradiated* "Puntay Nora Singha" shrimp paste.

Microorganisms and	Radiation dose (kGy)				
% NaCl	0	3	4	5	6
Total viable bacterial counts	2.00×10^4	2.24×10^4	4.90×10^2	4.10×10^2	9.00×10^2
Halophilic bacteria	7.85×10^4	4.15×10^2	3.50×10^2	1.85×10^2	2.10×10^2
Enterobacteriaceae[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Coliforms[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Faecal coliforms[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
E. coli[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Yeasts and Molds	<10	<10	<10	<10	<10
Salmonella[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
V. parahaemolyticus[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Staph. aureus[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Cl. perfringen[1]	210	43	93	150	150
% NaCl	23.7	22.8	24.7	23.2	23.5

1 = MPN-determination

2 = Absent/Present test of 25g sample

Table 3.7 Microbiological examination and percentage of salt of non-irradiated and irradiated "Tar Chu" shrimp paste.

Microorganisms and	Radiation dose (kGy)				
% NaCl	0	3	4	5	6
Total viable bacterial counts	8.50×10^3	2.80×10^2	1.50×10^2	1.65×10^2	5.50×10
Halophilic bacteria	8.00×10^3	1.45×10^2	2.00×10^2	2.00×10	3.00×10
Enterobacteriaceae[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Coliforms[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Faecal coliforms[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
E. coli[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Yeasts and Molds	<10	<10	<10	<10	<10
Salmonella[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
V. parahaemolyticus[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Staph. aureus[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Cl. perfringen[1]	240	23	43	93	9
% NaCl	20.4	21.0	20.6	20.4	20.2

1 = MPN-determination

2 = Absent/Present test of 25g sample

Table 3.8 Microbiological examination and percentage of salt of non-irradiated and irradiated "Sala Mae Bun" shrimp paste.

Microorganisms and % NaCl	Radiation dose (kGy)				
	0	3	4	5	6
Total viable bacterial counts	1.55×10^5	3.20×10^2	2.40×10^2	4.00x10	2.50x10
Halophilic bacteria	3.60×10^5	2.50x10	8.00x10	<10	<10
Enterobacteriaceae[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Coliforms[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Faecal coliforms[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
E. coli[1]	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Yeasts and Molds	<10	<10	<10	<10	<10
Salmonella[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
V. parahaemolyticus[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Staph. aureus[2]	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Cl. perfringen[1]	460	460	93	240	3
% NaCl	22.8	25.2	26.0	21.8	22.8

1 = MPN-determination

2 = Absent/Present test of 25g sample

Table 3.9 Mean[1] and analysis of variance of flavor panel scores of non-irradiated and irradiated shrimp paste.

Sensory factors	Radiation dose (kGy)					F-value
	0	3	4	5	6	
Colour	7.5^{a}	7.6^{a}	7.5^{a}	7.0^{ab}	6.6^{b}	3.7685[3]
Odour	6.5	7.2	7.0	6.9	7.2	1.0718[2]
Flavor	7.0	6.6	7.0	7.3	7.3	1.8355[2]

[1] n = 10 judgements

[2] non-significant difference $p > 0.05$

[3] significant difference $p < 0.05$

Mean scores with the same exponent letter did not differ significantly

7. เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กองวิชาการ (2521). สรุปผลงานการศึกษาวิจัยกะปิ เอกสารทางวิชาการ ช.0059/22

2. กรมอนามัย กองโภชนาการ (2530). ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

3. แสงไทย พจน์สมพงส์ (2513) รายงานผลการสำรวจอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ :รายงานผลการทดลองปี 2513 แผนกอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง กระทรวงเกษตร หน้า 137-138

4. แสงไทย พจน์สมพงส์ และเริงฤดี พฤทธิอานันต์ (2520). ศึกษาคุณภาพของกะปิ-I คุณภาพของกะปิเคยจากร้านค้า รายงานผลการทดลองปี 2520 กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง หน้า 26-30

5. แสงไทย พจน์สมพงส์ และเริงฤดี พฤทธิอานันต์ (2520) ศึกษาคุณภาพของกะปิ-II การเปลี่ยนแปลงบางอย่างของกะปิเคยระหว่างการหมักดอง รายงานผลการทดลองปี 2520 กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง หน้า 31-46

6. จิราวรรณ เศตะพราหมณ์ สุนีย์ พยอมแจ่มศรี และเริงฤดี พฤทธิอานันต์ (2521). การศึกษาทดลองผลิตกะปิจากเคยและวิเคราะห์คุณภาพระหว่างการหมักและช่วงการเก็บรักษา รายงานผลการทดลองปี 2521 กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง หน้า 27-36

7. ผ่องเพ็ญ รัตตกุล และ นฤมล แสงทอง (2528) การผลิตกะปิที่ดี รายงานผลการสัมมนาวิชาการประจำปี 2528 กรมประมง

8. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กองวิชาการ (2530) โครงการศึกษาวิจัยการใช้สีในกะปิและกุ้งแห้ง

9. JECFI, (1981). Wholesomeness of irradiated food. Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. Techn. Rep. Ser. No 659, World Health Organization, Geneva.

10. Mossel, D.A.A., Veldman, A. and Eelderink, I. (1980). Comparison of the effect of liquid medium repair and the incorporation of catalase in Mc-Conkey-type media on the recovery of *Enterobacteriaceae* sublethally stressed by freezing. J. Applied Bacteriol. 49 p.405-419

11. Mossel, D.A.A. and Van NETTEN, P. (1984). Harmful effect of selective media on stressed microorganisms nature and remedies. In: Revival of Injured Microbes (Eds. Russell, A.D. and M.H.E. Andrew), Academic Press, London and New York. p.329-369

12. Speck, M.L. (1976). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. American Public Health Association. Inc. Washington, D.C. p.194-201.

13. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (1975). 12 th. Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington. D.C.

14. Larmond, E., (1977), Laboratory methods for sensory evaluation of foods, Publication 1637. Canada Department of Agriculture, Canada.

15. Masokhina-Porshnyakova, N.N. and Ladukhina, G.V. (1967). The effect of ionizing radiation on. *Cl.botulinum* spores In: Microbiological Problems in Food Preservation by Irradiation. Report of a panel on microbiological problems in food preservation by irradiation. IAEA, Vienna. P27-35.

16. Training manual on food irradiation technology and Techniques (1982). 2nd Ed., Techn. Rep.Ser. No 114. IAEA. Vienna.