A-5

การใช้รังสีแกมมาเพื่อยืดอายุการเก็บและปรับปรุงคุณภาพทางแบคทีเรียของลูกชิ้นเนื้อวัว

เสาวพงศ์ เจริญ และ โกวิทย์ นุชประมูล

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

โทรศัพท์ 5795230 โทรสาร 5613013

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาผลของรังสีแกมมาปริมาณ 1-3 กิโลเกรย์ ที่มีต่อคุณภาพทางแบคทีเรีย เคมี และประสาทสัมผัสของลูกชิ้นเนื้อวัวจากผู้ผลิตทางการค้า และศึกษาอายุการเก็บของลูกชิ้นเนื้อวัวไม่ฉายรังสีและฉายรังสี 0.9 และ 1.8 กิโลเกรย์ ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3°ซ รวมทั้งเปรียบเทียบผลของการบรรจุในถุงพลาสติกแบบมีอากาศผ่านได้กับแบบสูญญากาศ การศึกษาอายุการเก็บได้ทำ 2 รุ่น แต่ละรุ่นทำการวิเคราะห์ตัวอย่างทุก 1, 7, 10, 14, 21 และ 24 วัน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวน *Lactobacillus sp.* ความเป็นกรด-ด่าง การออคซิเดชั่นของไขมัน (ค่า TBA number) และคุณภาพทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส

ผลการทดลองพบว่าการฉายรังสีลูกชิ้นเนื้อวัวที่ปริมาณ 2 กิโลเกรย์ สามารถทำลายเชื้อ *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* ที่มีอยู่ได้หมด และยังลดจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดลงได้ 2-3 log cycles ส่วนเชื้อ *Salmonella sp.* นั้นตรวจไม่พบทั้งในตัวอย่างที่ฉายรังสีและไม่ฉายรังสี กลิ่นและค่า TBA number ของลูกชิ้นเนื้อวัวเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากการฉายรังสีที่ 1 กิโลเกรย์ ลูกชิ้นเนื้อวัวไม่ฉายรังสีสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3°ซได้นานประมาณ 7วัน การฉายรังสี 0.9 และ 1.8 กิโลเกรย์สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเป็น 21 และ 24 วันตามลำดับ คุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นเนื้อวัวฉายรังสีจะลดลงตามอายุการเก็บที่เพิ่มขึ้น แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หลังจากเก็บไว้ 24 วัน การบรรจุถุงพลาสติกแบบมีอากาศให้ผลเช่นเดียวกับการบรรจุแบบสูญญากาศ รังสีปริมาณ 2 กิโลเกรย์เพียงพอที่จะใช้ในการปรับปรุงคุณภาพทางแบคทีเรียและยืดอายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นเนื้อวัว

TH9800032

Gamma Irradiation of Beef Ball for Shelf-Life Extension and for Improving its Bacterial Quality

Saovapong Charoen and Kovit Nouchpramool
Biological Science Division, Office of Atomic Energy for Peace
Tel.5795230 Fax.5613013

ABSTRACT

The effects of gamma irradiation at doses of 1-3 kGy on bacteriological, chemical and sensory quality of beef ball from commercial producer were investigated. The shelf-life at 3°C of beef ball, irradiated at 0, 0.9 and 1.8 kGy was determined and compared to those packed under atmospheric condition. Two replications of beef ball were carried out. Changes in mesophilic count, psychrotrophic count, *Lactobacillus* count, pH, TBA number and sensory quality of irradiated and non-irradiated beef ball were determined every 1, 7, 10, 14, 21 and 24 days.

The results indicated that irradiation of beef ball at 2 kGy eliminated *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and reduced bacterial load by 2-3 log cycles. *Salmonella sp.* was not detected in both irradiated and non-irradiated products. Significant changes in odor and TBA number were observed after 1 kGy treatment . The shelf-life of non-irradiated beef ball based on psychrotrophic count was approximately 7 days compared with 21 and 24 days for beef ball irradiated at 0.9 and 1.8 kGy. The sensory quality of irradiated beef ball tended to decrease during storage but was within the acceptable range even after 24 days of storage at 3°C. Packing of beef ball under vacuum or atmospheric condition gave similar results. Dosage at 2 kGy appeared to be sufficient for improving bacteriological quality and increasing the shelf-life of beef ball without affecting sensory quality.

1. บทนำ

ลูกชิ้นเนื้อวัวเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมในการบริโภคมากโดยใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารจานด่วนประเภทก๋วยเตี๋ยว หรือนำมาบริโภคโดยตรงเช่นลูกชิ้นปิ้ง แม้ว่าลูกชิ้นจะผ่านความร้อนในขบวนการผลิตมาแล้วขั้นตอนหนึ่ง แต่ในช่วงสุดท้ายของขั้นตอนการผลิตเช่น การผึ่งให้สะเด็ดน้ำก่อนการบรรจุหรือขณะบรรจุ บางครั้งอาจมีการปนเปื้อนโดยจุลินทรีย์ได้ โดยทั่วไปจะเห็นลูกชิ้นเนื้อวัววางจำหน่ายในซุปเปอร์มาร์เก็ตโดยบรรจุถาดโฟมปิดคลุมด้วยพลาสติกรัดมุมและและบรรจุถุงพลาสติกแบบสูญญากาศ ซึ่งจะมีอายุการวางจำหน่ายประมาณไม่เกิน 7-10 วัน ปัจจุบันการผลิตเพื่อจำหน่ายปลีกโดยบรรจุถุงพลาสติกแบบสูญญากาศสามารถรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น การบรรจุแบบสูญญากาศนี้เป็นวิธีช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เฉพาะกลุ่มต้องการอากาศเท่านั้น ทำให้ชะลอการเน่าเสียได้เพียงระยะเวลาหนึ่ง มีผู้ทำงานวิจัยมากมายที่นำการใช้รังสีแกมมาเพื่อช่วยในการปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการเก็บเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์[1] ปัจจุบันประเทศสหรัฐอเมริกาและในอีกหลายประเทศได้อนุญาตให้ฉายรังสีเนื้อไก่เพื่อช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ [2] ประเทศไทยก็มีการยอมรับให้ฉายรังสีอาหารประเภทเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์หลายรายการ เช่น แหนม หมูยอฯ [3] หากมีการนำวิธีการฉายรังสีมาใช้ร่วมกับการบรรจุแบบสูญญากาศก็จะทำให้ลูกชิ้นเนื้อวัวมีจำนวนจุลินทรีย์ลดลงและสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น เป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิต ผู้จำหน่ายและผู้บริโภคทั่วไป จึงได้เริ่มงานวิจัยนี้ขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของรังสีที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆในลูกชิ้นเนื้อวัว ตลอดจนศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและประสาทสัมผัสที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 °ซ

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพของลูกชิ้นเนื้อวัว

นำลูกชิ้นเนื้อวัวจากผู้ผลิตที่บรรจุถุงพลาสติกแบบสูญญากาศ มาใส่ขวดแก้วทรงกระบอกที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วขวดละ 200 กรัมจำนวน 4 ขวด นำไปฉายรังสีแกมมาด้วยเครื่อง Gamma Cell 220 ให้ได้รับปริมาณรังสี 1, 2 และ 3 กิโลเกรย์ แล้วทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางแบคทีเรีย เคมี และประสาทสัมผัสของตัวอย่างทั้งที่ฉายและไม่ฉายรังสีรวม 38 ตัวอย่าง

2.2 การยืดอายุการเก็บลูกชิ้นเนื้อวัวด้วยรังสีแกมมา

นำลูกชิ้นเนื้อวัวจากผู้ผลิตซึ่งเป็นลูกชิ้นที่บรรจุถุงพลาสติกแบบสูญญากาศและแบบธรรมดา ขนาดบรรจุถุงละ 200 กรัม มาบรรจุใส่กล่องโฟมขนาดกว้าง 34.5 ซม. ยาว 47.5 ซม. สูง 35 ซม. ซึ่งควบคุมความเย็นภายในด้วย ice pack นำไปฉายรังสีแกมมาที่ศูนย์ฉายรังสีอาหารและผลิตผลการเกษตร จังหวัดปทุมธานี ด้วยปริมาณรังสี 1 และ 2 กิโลเกรย์ จากนั้นนำมาเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 3 °ซ พร้อมกับตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี ทำการตรวจคุณภาพลูกชิ้นเนื้อวัวฉายและไม่ฉายรังสีทุก 1, 7, 10, 14, 17, 21 และ 24 วัน โดยสุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 3 ถุง มาวิเคราะห์คุณภาพทางแบคทีเรีย เคมี และประสาทสัมผัส ทำซ้ำการทดลองเช่นเดียวกันนี้ทั้งหมด 2 ครั้ง

2.3 การตรวจวิเคราะห์ทางแบคทีเรีย

ชนิดของแบคทีเรียที่ตรวจคือ จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด, coliform, *E.coli*, *Lactobacillus sp.* *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella sp.* การตรวจใช้วิธีของ Speck [4]

2.4 การตรวจวิเคราะห์ทางเคมี

ทำการวิเคราะห์ปริมาณ Thiobarbituric acid โดยใช้วิธีของ Vyncke [5] และวัดค่า pH ด้วยวิธี AOAC [6]

2.5 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบคุณภาพคือข้าราชการและเจ้าหน้าที่ของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีประสบการณ์ในการชิมจำนวน 10 คน ผู้ชิมต้องทดสอบคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นเนื้อวัวฉายและไม่ฉายรังสีที่ผ่านการนึ่งเป็นเวลา 4 นาที เปรียบเทียบกับตัวอย่างมาตรฐานและโดยการให้คะแนนตามความชอบตามวิธีการทดสอบของ Larmond [7]

3. ผลการศึกษาวิจัย

3.1 ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพของลูกชิ้นเนื้อวัว

ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพทางแบคทีเรีย เคมี และประสาทสัมผัส ของลูกชิ้นเนื้อวัวแสดงไว้ในตารางที่ 1 ผลการตรวจนับแบคทีเรียทั้งหมดที่เจริญได้ในลูกชิ้นเนื้อวัวไม่ฉายรังสีอยู่ในช่วง 10^4-10^6 โคโลนีต่อกรัม การฉายรังสี 1 และ 2 กิโลเกรย์ทำให้จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดลดลง 2 และ 3 log cycles ตามลำดับ การฉายรังสีทำให้จำนวนแบคทีเรียชนิดต่างๆลดลงตามปริมาณของรังสีโดยปริมาณรังสี 2 กิโลเกรย์สามารถทำลายเชื้อ *E. coli* และ *Staphylococcus aureus* ได้หมด ผลการตรวจตัวอย่างทั้งฉายและไม่ฉายรังสีจำนวน 38 ตัวอย่าง ปรากฏว่าไม่พบเชื้อ *Salmonella sp.*

การฉายรังสีไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของลูกชิ้นเนื้อวัว ในขณะที่ตัวอย่างที่ฉายรังสีมีค่า TBA number เพิ่มขึ้น สำหรับคุณภาพด้านสี รสชาติ และเนื้อสัมผัสไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญแม้ว่าจะฉายรังสีถึง 3 กิโลเกรย์ก็ตาม ส่วนกลิ่นนั้นผู้ชิมสามารถสังเกตความแตกต่างได้แม้ว่าจะฉายรังสีด้วยปริมาณต่ำเพียง 1 กิโลเกรย์

3.2 ผลของรังสีแกมมาที่มีต่ออายุการเก็บรักษาของลูกชิ้นเนื้อวัว

การเปลี่ยนแปลงจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดและจำนวน *Lactobacillus sp.* ของลูกชิ้นเนื้อวัวฉายและไม่ฉายรังสีในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 °ซ แสดงในตารางที่ 2 และ 3 ผลการวัดปริมาณรังสีพบว่าลูกชิ้นเนื้อวัวได้รับปริมาณรังสีต่ำสุดเท่ากับ 0.9 และ 1.8 กิโลเกรย์ ลูกชิ้นเนื้อวัวที่บรรจุถุงแบบสูญญากาศและไม่ฉายรังสีมีจำนวนแบคทีเรียเริ่มต้นประมาณ 10^5 โคโลนีต่อกรัม การฉายรังสีแกมมาด้วยปริมาณ 0.9 และ1.8 กิโลเกรย์ สามารถลดจำนวนแบคทีเรียลงได้เหลือประมาณ 10^3 โคโลนีต่อกรัมซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสี

ในระหว่างการเก็บรักษาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดของลูกชิ้นเนื้อวัวไม่ฉายรังสีเพิ่มขึ้นในอัตราที่เร็วกว่าเมื่อเทียบกับจำนวนแบคทีเรียของลูกชิ้นเนื้อวัวฉายรังสี เมื่อใช้จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเท่ากับ 10^7 โคโลนีต่อกรัม เป็นเกณฑ์ตัดสินที่จะไม่ยอมรับสำหรับการบริโภค ก็จะเห็นได้ว่าลูกชิ้นเนื้อวัวไม่ฉายรังสีเก็บรักษาได้นาน 7 วัน ส่วนลูกชิ้นเนื้อวัวฉายรังสีที่ 0.9 และ 1.8 กิโลเกรย์เก็บรักษาได้นาน 21 และ 24 วัน ตามลำดับ การบรรจุแบบสูญญากาศและการบรรจุแบบธรรมดาไม่ทำให้จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งในตัวอย่างที่ฉายรังสีที่ 0.9 และ 1.8 กิโลเกรย์

การฉายรังสีที่ 0.9 และ 1.8 กิโลเกรย์ทำให้จำนวน *Lactobacillus sp.* ในลูกชิ้นเนื้อวัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเก็บรักษานานขึ้นจำนวน *Lactobacillus sp.* ในลูกชิ้นเนื้อวัวที่บรรจุแบบสูญญากาศจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ ในขณะที่ในลูกชิ้นเนื้อวัวฉายรังสีที่บรรจุแบบธรรมดาตรวจไม่พบแม้ว่าจะเก็บนานถึง 24 วัน

ค่า TBA number และ pH ของลูกชิ้นเนื้อวัว ฉายและไม่ฉายรังสีในระหว่างการเก็บรักษาแสดงไว้ใน ตารางที่ 4 และ 5 การฉายรังสีและระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้ค่า TBA number สูงขึ้น การฉายรังสีที่ 1.8 กิโลเกรย์ทำให้ค่า TBA number สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งในลูกชิ้นเนื้อวัวที่บรรจุแบบธรรมดา การบรรจุแบบสูญญากาศสามารถลดการเพิ่มของค่า TBA number ได้อย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในลูกชิ้นเนื้อวัวที่ฉายรังสีที่ 1.8 กิโลเกรย์ ส่วนค่า pH นั้นไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลาของการทดลองไม่ว่าลูกชิ้นนั้นจะฉายรังสีหรือไม่ก็ตาม และการบรรจุที่ต่างกันก็ไม่มีผลต่อค่า pH ด้วย

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นเนื้อวัวฉายและไม่ฉายรังสีในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 °ซ แสดงไว้ในตารางที่ 6 การฉายรังสีลูกชิ้นเนื้อวัวด้วยปริมาณรังสี 0.9 และ 1.8 กิโลเกรย์ไม่ทำให้คุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติและเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นเนื้อวัวเปลี่ยนแปลงมากนัก แม้ว่าคะแนนเฉลี่ยจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บแต่คะแนนก็ยังอยู่ในเกณฑ์เป็นที่ยอมรับ คุณภาพของลูกชิ้นเนื้อวัวฉายและไม่ฉายรังสียังอยู่ในเกณฑ์ดีหลังจากเก็บรักษาไว้นาน 24 และ 10 วัน ตามลำดับ การบรรจุลูกชิ้นเนื้อวัวแบบสูญญากาศและแบบธรรมดาไม่ทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสแตกต่างกันในการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ 1 ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพทางแบคทีเรีย , pH, ค่า TBA number และ คุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นเนื้อวัว

การวิเคราะห์	ปริมาณรังสี (กิโลเกรย์)			
	0	1	2	3
Mesophiles[1]	4.71-6.54	2.20-4.07	<1.00-3.76	<1.00
Psychrophiles[1]	4.79-6.69	2.57-4.17	<1.00-4.17	<1.00-1.54
Lactobacillus sp.[1]	2.88-5.20	<1.00-1.84	<1.00-1.92	<1.00
Coliforms[2]	<0.30-46	<0.30-2.30	<0.30-0.40	<0.30
E. coli[2]	<0.30-9.3	<0.30-0.4	<0.30	<0.30
Staphyloccus aureus[2]	<0.30-110	<0.30	<0.30	<0.30
TBA number[3]	0.06-0.57	0.12-0.94	0.21-1.87	0.39-2.69
pH	6.33-6.71	6.21-6.66	6.24-6.65	6.27-6.62
คุณภาพทางประสาทสัมผัส[4]				
สี	5.17	4.97	4.90	5.13
กลิ่น	5.27[a]	4.37[b]	4.43[b]	4.00[b]
รสชาติ	5.00	4.63	4.73	4.67
เนื้อสัมผัส	5.00	4.90	5.00	5.00

1 หน่วยการตรวจนับเป็น log (CFU/g)

2 หน่วยการตรวจนับเป็น MPN/g

3 หน่วยการตรวจนับเป็น มิลลิกรัม malonaldehyde ต่อ กิโลกรัมตัวอย่าง

ab คะแนนที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 2 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด [1] (log CFU/g) ของลูกชิ้นเนื้อวัวฉายและไม่ฉายรังสี เก็บที่ระยะเวลาต่างๆที่อุณหภูมิ 3 °ซ

ระยะเวลาที่เก็บ (วัน)		ปริมาณรังสี [2] (กิโลเกรย์)				
		0.0+V	0.9+V	0.9	1.8+V	1.8
1	A	5.74^{a}	3.59^{b}	3.78^{b}	3.76^{b}	2.85^{b}
	B	5.84^{a}	3.67^{b}	3.80^{b}	3.68^{b}	2.85^{b}
7	A	6.55^{a}	3.32^{b}	3.46^{b}	2.38^{bc}	2.30^{c}
	B	6.86^{a}	3.84^{b}	3.94^{b}	2.97^{c}	2.80^{c}
10	A	7.26^{a}	4.42^{b}	4.44^{b}	3.06^{b}	3.02^{b}
	B	7.76^{a}	4.90^{b}	4.84^{b}	3.25^{c}	3.06^{c}
14	A	8.02^{a}	5.38^{ab}	5.88^{ab}	4.82^{b}	3.74^{b}
	B	8.34^{a}	5.38^{b}	6.07^{ab}	4.96^{b}	3.79^{b}
17	A	-	5.96^{a}	6.18^{a}	3.77^{a}	3.75^{a}
	B	-	6.12^{a}	7.06^{a}	4.42^{a}	4.48^{a}
21	A	-	6.15^{ab}	6.34^{a}	4.72^{c}	4.87^{bc}
	B	-	6.52^{a}	6.76^{a}	5.32^{a}	5.28^{a}
24	A	-	6.86^{a}	6.76^{a}	5.62^{a}	5.68^{a}
	B	-	7.40^{a}	7.60^{a}	6.06^{a}	6.62^{a}

1 ค่าเฉลี่ยของ 2 การทดลอง

2 V = Vacuum บรรจุแบบสูญญากาศ

- ตัวอย่างเน่าเสียแล้ว

A Mesophiles

B Psychrophiles

abc คะแนนที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P > 0.05)

ตารางที่ 3 ปริมาณเชื้อแลคโตบาซิลลัส[1] (log CFU/g) ของลูกชิ้นเนื้อวัวฉายและไม่ฉายรังสี เก็บที่ระยะเวลาต่างๆที่อุณหภูมิ 3°ซ

ระยะเวลาที่เก็บ	ปริมาณรังสี[2] (กิโลเกรย์)				
(วัน)	0.0+V	0.9+V	0.9	1.8+V	1.8
1	3.93[a]	1.42[b]	<1.00[b]	<1.00[b]	<1.00[b]
7	4.32[a]	1.24[b]	<1.00[b]	<1.00[b]	<1.00[b]
10	4.36[a]	1.42[b]	<1.00[b]	<1.00[b]	<1.00[b]
14	5.56[a]	2.78[a]	<1.00[a]	2.06[a]	<1.00[a]
17	-	2.37[a]	<1.00[a]	206[a]	<1.00[a]
21	-	4.57[a]	<1.00[a]	2.42[a]	<1.00[a]
24	-	5.73[a]	<1.00[a]	2.76[a]	<1.00[a]

1 ค่าเฉลี่ยของ 2 การทดลอง

2 V = Vacuum บรรจุแบบสูญญากาศ

- ตัวอย่างเน่าเสียแล้ว

ab คะแนนที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P > 0.05)

ตารางที่ 4 ค่า TBA (มก. malonaldehyde ต่อ กก.)ของลูกชิ้นเนื้อวัวฉายและไม่ฉายรังสีเก็บที่ระยะเวลาต่างๆที่อุณหภูมิ 3°ซ

ระยะเวลาที่เก็บ	ปริมาณรังสี [2] (กิโลเกรย์)				
(วัน)	0.0+V	0.9+V	0.9	1.8+V	1.8
1	0.37[a]	0.64[ab]	0.71[ab]	1.06[ab]	1.21[b]
7	0.69[a]	1.16[a]	1.41[ab]	1.91[b]	2.52[b]
10	0.88[a]	1.31[a]	1.34[a]	1.90[ab]	2.80[b]
14	1.36[a]	1.37[a]	1.69[a]	2.26[ab]	3.45[b]
17	-	1.35[a]	1.79[ab]	2.26[ab]	2.80[b]
21	-	1.52[a]	2.05[a]	2.03[a]	3.92[b]
24	-	1.80[a]	1.92[ab]	2.38[b]	3.55[c]

ตารางที่ 5 ค่า pH ของลูกชิ้นเนื้อวัวฉายและไม่ฉายรังสีเก็บที่ระยะเวลาต่างๆที่อุณหภูมิ 3°ซ

ระยะเวลาที่เก็บ	ปริมาณรังสี [2] (กิโลเกรย์)				
(วัน)	0.0+V	0.9+V	0.9	1.8+V	1.8
1	6.61	6.58	6.40	6.41	6.42
7	6.58	6.58	6.34	6.49	6.36
10	6.32	6.48	6.48	6.58	6.44
14	6.40	6.64	6.58	6.66	6.48
17	-	6.64	6.60	6.61	6.64
21	-	6.57	6.50	6.64	6.42
24	-	6.64	6.54	6.63	6.54

1 ค่าเฉลี่ยของ 2 การทดลอง

2 V = Vacuum บรรจุแบบสูญญากาศ

- ตัวอย่างเน่าเสียแล้ว

abc คะแนนที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P > 0.05)

ตารางที่ 6 คะแนน [1] การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นเนื้อวัวฉาย และไม่ฉายรังสีเก็บที่ระยะเวลาต่างๆที่อุณหภูมิ 3°ซ

คุณภาพ	ระยะเวลาที่เก็บ	ปริมาณรังสี [2] (กิโลเกรย์)				
	(วัน)	0.0+V	0.9+V	0.9	1.8+V	1.8
สี	1	8.00	7.90	8.00	7.85	8.05
	7	7.25	7.70	7.65	7.70	7.55
	10	6.60	7.45	7.60	7.65	7.85
	14	-	7.30[a]	7.55[ab]	7.60[b]	7.65[b]
	17	-	7.35	7.65	7.40	7.45
	21	-	7.15	7.30	7.40	7.50
	24	-	7.30	7.30	7.60	7.55
กลิ่น	1	8.00	7.65	7.60	7.80	7.70
	7	7.70	7.30	7.40	7.30	7.45
	10	7.00	7.30	7.45	7.35	7.45
	14	-	7.20	7.40	7.35	7.35
	17	-	7.20	7.40	7.20	7.20
	21	-	7.20	7.25	7.25	7.15
	24	-	7.10	7.20	7.25	7.25
รสชาติ	1	8.10	7.95	7.95	7.95	7.90
	7	7.80	7.45	7.80	7.75	7.60
	10	7.20	7.40	7.60	7.65	7.55
	14	-	7.30[a]	7.55[b]	7.35[a]	7.25[a]
	17	-	7.40	7.60	7.25	7.15
	21	-	7.15	7.25	7.45	7.30
	24	-	7.50	7.35	7.45	7.40
เนื้อสัมผัส	1	7.95	7.75	7.60	7.90	7.85
	7	7.75	7.85	7.95	7.80	7.75
	10	7.25[a]	7.70[b]	7.85[b]	7.70[b]	7.70[b]
	14	-	7.50	7.50	7.60	7.50
	17	-	7.50	7.70	7.50	7.60
	21	-	7.30	7.25	7.35	7.35
	24	-	7.35	7.40	7.55	7.40

1 ค่าเฉลี่ยของ 2 การทดลอง

2 V = Vacuum บรรจุแบบสูญญากาศ

- ตัวอย่างเน่าเสียแล้ว

ab คะแนนที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

4. บทวิจารณ์และสรุปผล

ลูกชิ้นเนื้อวัวบรรจุถุงพลาสติกแบบสูญญากาศจากผู้ผลิตที่นำมาทดลองฉายรังสีเพื่อปรับปรุงคุณภาพทางจุลินทรีย์และยืดอายุการเก็บในครั้งนี้มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดโดยเฉลี่ยระหว่าง 10^4-10^6 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งเป็นจำนวนที่อยู่ในมาตรฐานการผลิตลูกชิ้นเนื้อวัวในอุตสาหกรรมที่กำหนดโดยกระทรวงอุตสาหกรรม (มอก. 2533) [8] จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเพียงพอในการนำมาทดลองฉายรังสี การฉายรังสีด้วยปริมาณ 2 กิโลเกรย์ สามารถลดจำนวนแบคทีเรียลงได้ประมาณ 2-3 log cycles และทำลายเชื้อ *E. coli* และ *Staphylococcus aureus* ได้หมด สำหรับเชื้อ Salmonella sp. นั้นตรวจไม่พบทั้งในตัวอย่างฉายรังสีและไม่ฉายรังสี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความร้อนที่ใช้ในขบวนการผลิตสามารถทำลายเชื้อดังกล่าวได้หมด

ลูกชิ้นเนื้อวัวไม่ฉายรังสีสามารถเก็บรักษาได้นาน 7 วันที่อุณหภูมิ 3°ซ ในขณะที่ลูกชิ้นเนื้อวัวฉายรังสีที่ 1.8 กิโลเกรย์เก็บรักษาได้นาน 24 วัน การบรรจุแบบสูญญากาศและแบบธรรมดาไม่ทำให้คุณภาพของลูกชิ้นเนื้อวัวฉายรังสีแตกต่างกันมากนักยกเว้นค่า TBA numberซึ่งสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญสำหรับลูกชิ้นเนื้อวัวที่บรรจุถุงแบบธรรมดา

การวิเคราะห์ค่า TBA เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ตรวจการออคซิเดชั่นของไขมันในเนื้อสัตว์ [9] ค่า TBA เปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากปัจจัยหลายอย่างเช่น เปอร์เซนต์ของไขมันในเนื้อ, อายุการเก็บ และสภาพการเก็บแบบมีอากาศผ่านได้หรือแบบสูญญากาศ เมื่อเนื้อสัตว์มีการเน่าเสียหลังจากการเก็บค่า TBA จะเพิ่มขึ้น [10] ในการทดลองครั้งนี้ ค่า TBA ของลูกชิ้นเนื้อวัวก็เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บ แต่รังสีปริมาณ 0.9 กิโลเกรย์ยังไม่ทำให้ค่า TBA เพิ่มขึ้นต่างจากตัวอย่างที่ไม่ฉายรังสีอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Mattison [11] ซึ่งฉายรังสีขนาด 1 กิโลเกรย์กับเนื้อหมูบรรจุถุงแบบสูญญากาศ เคยมีรายงานว่าการที่ค่า TBA เพิ่มขึ้นไม่มากนักในตัวอย่างที่ฉายรังสีในปริมาณต่ำๆ อาจเนื่องมาจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เน่าเสียบางชนิดเข้าไปทำปฏิกริยากับสารประกอบในเนื้อสัตว์เช่น โปรตีน หรือ สารประกอบ carbonyl แล้วใช้สาร malonaldehyde บางส่วนในเนื้อสัตว์นั้นในการทำปฏิกริยา ทำให้ค่า TBA ที่วัดได้ไม่เพิ่มขึ้นมากนัก [12] แต่เมื่อเนื้อสัตว์ผ่านการฉายรังสีในปริมาณสูงขึ้นจุลินทรีย์ถูกทำลายมากกว่า ผลของจุลินทรีย์ที่ทำปฏิกริยากับ malonaldehyde ดังกล่าว ลดน้อยลง ประกอบกับอนุมูลอิสระจากการฉายรังสีที่ปริมาณสูงกว่ามีมากกว่า ทำให้ปฏิกริยาออคซิเดชั่นของไขมันสูงขึ้น ค่า TBAในผลิตภัณฑ์จึงสูงขึ้นตามปริมาณของรังสี นอกจากนี้ค่า TBA ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่บรรจุแบบธรรมดามีค่าสูงกว่าแบบที่บรรจุในสูญญากาศ [13] ในการทดลองครั้งนี้ก็ได้ผลเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เพราะปฏิกริยาการออคซิเดชั่นของไขมันเพื่อทำให้เกิด malonaldehyde เป็นปฏิกริยาที่ต้องการออคซิเจนฉะนั้นในสภาพสูญญากาศ malonaldehyde จึงเกิดขึ้นได้น้อยกว่า

แต่ถึงกระนั้นการบรรจุแบบสูญญากาศและแบบธรรมดาก็ไม่ทำให้คุณภาพด้านกลิ่นของลูกชิ้นเนื้อวัวฉายรังสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และคุณภาพด้านกลิ่นรสของลูกชิ้นเนื้อวัวฉายรังสีไม่ต่างจากที่ไม่ฉายรังสีอย่างมีนัยสำคัญ มีการทดลองว่า ค่า TBA มีความสัมพันธ์กับการทดสอบคุณภาพทางด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์เนื้อวัวด้วย [15,16] โดยค่า TBA และคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรสมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้าม โดยเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ค่า TBA เพิ่มขึ้นในขณะที่คะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรสลดลง ค่า TBA = 1.0 เป็นระดับที่ผู้ชิมพบว่าเนื้อวัวดิบเริ่มมีกลิ่นหืน [12] แต่ระดับของค่า TBA ที่จะบอกว่าเนื้อนั้นเริ่มเน่าเสียแล้วยังไม่พบค่าตัวเลขที่แน่นอน ในการทดลองครั้งนี้ถึงแม้ว่าลูกชิ้นเนื้อวัวฉายรังสีซึ่งเก็บนานถึง 24 วัน และ มีค่า TBA สูงถึงประมาณ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตัวอย่าง คุณภาพด้านกลิ่นรสก็ยังอยู่ในเกณฑ์ดี อนึ่ง Urbain และ Wang [17] รายงานว่ารังสีขนาด 2.5 กิโลเกรย์เป็นระดับของปริมาณรังสี (threshold) ที่ผู้ชิมสามารถบอกได้ว่าเป็นกลิ่นรสของเนื้อวัวที่ผ่านการฉายรังสีแล้ว ซึ่งการทดลองครั้งนี้ใช้ปริมาณรังสีต่ำกว่า 2.5 คือ 0.9 และ 1.8 กิโลเกรย์ ผู้ชิมจึงไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของลูกชิ้นเนื้อวัวฉายและไม่ฉายรังสี แม้ว่าจะเก็บเป็นระยะเวลานาน 10 วัน

จากการทดลองทั้งหมดนี้จึงพอจะสรุปได้ว่าปริมาณรังสี 2 กิโลเกรย์เพียงพอที่จะใช้ปรับปรุงคุณภาพทางแบคทีเรียของลูกชิ้นเนื้อวัว โดยลดปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดลง 2 log cycles สามารถ ทำลายเชื้อ *E. coli* และ *Staphylococcus aureus* ได้หมด และยังยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 24 วัน โดยที่คุณภาพทางประสาทสัมผัสยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ การบรรจุลูกชิ้นเนื้อวัวแบบธรรมดาและแบบสูญญากาศให้ผลการทดลองที่ไม่แตกต่างกัน

5. เอกสารอ้างอิง

1. Smith, G.C.; 1978. Proceedings of the Meat Industry Research Conference at U. of Chicago. American Meat Institute Foundation, Virginia, U.S.A. p. 57-68.
2. IAEA; 1991.List of Clearances (1991-09-19).Food Irradiation Newsletter (supplement) ; Vol.15 (2) p. 14.
3. กระทรวงสาธารณสุข; 2529.ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 103 (พ.ศ. 2529) เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการผลิตอาหารซึ่งมีกรรมวิธีการฉายรังสี.
4. Speck, M.L.; 1976. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, American Public Health Association, Inc., U.S.A.

5. Vyncke, W. Feete Scifen Antrichm, 1975, Vol. 77 No. 6, p. 239-240.
6. A.O.A.C; 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed., The Association of Official Analytical Chemist, Virginia. p. 1411.
7. Larmond, E.; 1977, Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Foods, Publication 1637. Canada Department of Agriculture, Canada.
8. กระทรวงอุตสาหกรรม; 2533. มอก. 1009-2533. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.
9. Niemand, J.G., et.al; 1981. J. Food Prot., Vol. 44(9), p. 677-681.
10. Allen, J.C. and R.J. Hamiton ; 1994. Rancidity in Foods. p. 118.
11. Ockerman, H.W ; 1991. Source Book for Food Scientists. p. 497.
12. Mattison, M.L., et.al.;1986. J.of Fd.Sci., Vol.51(2), p. 284-287.
13. Buttkus, H. and Bose. R.J.;1972. J.Am.Oil.Chem.Soc., Vol.49; p. 440.
14. Bhattacharya, M., et.al.; 1988. J. of Fd. Sci., Vol. 53(3), p. 714-717.
15. นันทโรจน์ เชื่อนแก้ว; 2535. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
16. Greene, B.E. and T.H. Cumuze; 1982. J. of Fd. Sci., Vol. 47, p. 52-54.
17. Urbain, W.M. and S.L. Wang; 1972. Progress Report on Contract AT (11-1) -1689. U.S. NARADCOM, p. 1-32.