

การฉายรังสีข้าวหอมมะลิในระดับอุตสาหกรรมและการทดสอบการยอมรับกับข้าวฉายรังสี
Industrial Irradiation of Fragrant Rice and Sensory Acceptability Evaluation
อำไพ อังสุมันทวีวัฒน์ สงวน จิระวัฒนพงศ์ สำราญ ทรงประเสริฐชัย และเจริญ คำหล้า
ศูนย์ฉายรังสีอาหารและผลิตภัณฑ์เกษตร สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

บทคัดย่อ

การทดลองฉายรังสีข้าวหอมมะลิขนาดบรรจุถุงละ 50 กิโลกรัม ด้วยเครื่องฉายรังสีแกมมา
ระดับอุตสาหกรรมรุ่น JS-8900 สามารถฉายรังสีได้ครั้งละ 6,300 กิโลกรัม ใช้เวลาในการฉายรังสี
1 ชั่วโมง 27.12 นาที โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีในตู้บรรจุภัณฑ์ฉายรังสี 1.0 กิโลเกรย์ การทดสอบการ
ยอมรับทางประสาทสัมผัสของข้าวหอมมะลิฉายรังสีด้วยปริมาณรังสี 0, 0.5, 0.9 และ 1.1 กิโลเกรย์
กรณีของข้าวสุก อาสาสมัครยอมรับสี รส และเนื้อสัมผัสของข้าวที่ผ่านการฉายรังสีทุกระดับ และยอมรับสี
และกลิ่นของข้าวสารที่ผ่านการฉายรังสี 0.9 และ 1.1 กิโลเกรย์

ABSTRACT

Commercial packages of fragrant rice, 50 kg each, were used to determine the efficiency of an industrial gamma irradiator, Model JS-8900. The maximum product throughput was 6,300 kg. in 1 h 27.12 min with the overall average absorbed dose in the product carrier of 1.0 kGy. Fragrant rice irradiated at 0, 0.5, 0.9 and 1.1 kGy were used for sensory acceptability evaluation. The panel accepted the color, the taste and the texture of steamed-fragrant rice, regardless of radiation doses. In addition, the Odor and the color of raw-fragrant rice irradiated at 0.9 and 1.1 kGy were accepted.

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักและเป็นพืชสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศซึ่งทำรายได้จากการส่งออก เป็นอันดับหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ ประเทศไทยผลิตข้าวได้มีละประมาณ 21 ล้านตัน ที่เหลือ 4 ล้านตันเพื่อการส่งออก ปัญหาสำคัญของการส่งออกข้าวคือการปนเปื้อนและการกัดทำลายของ แมลงศัตรูข้าว การกำหนดมาตรฐานการนำเข้าข้าวสารโดยผู้ซื้อต่างประเทศทุกรายนั้นสูงมาก ข้าวจะทอง ไม่มีการปนเปื้อนแมลงที่มีชีวิตอยู่แม้แต่วัวเดียว นอกจากนี้ผู้ซื้อยังมีข้อกำหนดเรื่องของปริมาณสารพิษตกค้างใน ข้าว ปัจจุบันนี้การกำจัดแมลงในข้าวสารเพื่อการส่งออกหรือเพื่อการเก็บรักษา ยังคงใช้สารเคมีกำจัดแมลง ประเภทยารมควัน (fumigant) สารเคมีกำจัดแมลงที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายคือ เมทิลโบรไมด์ (methyl bromide) และฟอสฟีน (phosphine) สารเคมีทั้งสองชนิดนี้เป็นยาอันตรายร้ายแรง จำเป็นจะต้องมีการควบคุมวิธีการใช้อย่างรัดกุม เพื่อให้การกำจัดแมลงได้ผลและเพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อ ผู้ปฏิบัติการและทอสิ่งแวดลอม นอกจากนี้การใช้ยากำจัดแมลงเพื่อให้บรรลุผลต้องใช้เวลานานซึ่งมีผลเสียทาง เศรษฐกิจ แมลงศัตรูข้าวบางชนิดสามารถสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานยากำจัดแมลงซึ่งทำให้การใช้ยากำจัดแมลงในอัตราปกติ ไม่ได้ผล เมว่าการใช้ยากำจัดแมลงจะสามารถทำได้กับผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณมากในแต่ละครั้งและมีราคาถูกเมื่อ เปรียบเทียบกับวิธีการฉายรังสีเพื่อกำจัดแมลง แต่การใช้ยากำจัดแมลงแต่ละครั้งย่อมมีผลกระทบต่อสิ่งแวดลอม

การใช้รังสีแกมมาในการกำจัดแมลงศัตรูข้าวจะเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งที่สามารถนำมาทดแทน การใช้ยากำจัดแมลงได้ นักวิจัยหลายคนพบว่าการใช้ปริมาณรังสีที่มากที่สุดที่ 0.5 กิโลเกรย์ สามารถกำจัดแมลง ศัตรูข้าวได้ทุกชนิดและทุกระยะการเจริญเติบโต ((1) (2) (3) (4) และ (5)) คณะกรรมการแห่ง- ชาติว่าด้วยความมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ (Codex Alimentarius Commission) ใ้ค่างหลัก เกณฑ์มาตรฐาน กรมวิชาการฉายรังสีอาหารเมื่อ ค.ศ. 1984 (6) และได้กำหนดให้มีการฉายรังสีข้าวเพื่อ การกำจัดแมลงด้วยปริมาณรังสีเฉลี่ยไม่เกิน 1.0 กิโลเกรย์ ประเทศไทยโดยกระทรวงสาธารณสุขได้ออก ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 103 (พ.ศ. 2529) เรื่องกำหนดกรรมวิธีการผลิตอาหารซึ่งมีการใช้กรรมวิธี การฉายรังสี และได้อนุญาตให้มีการฉายรังสีข้าวเพื่อกำจัดแมลงด้วยปริมาณรังสีเฉลี่ยไม่เกิน 1.0 กิโลเกรย์ (7) นอกจากนี้ได้มีประเทศต่าง ๆ 11 ประเทศออกกฎหมายรับรองการฉายรังสีข้าวเพื่อกำจัดแมลง (8)

เทคโนโลยีการฉายรังสีในปัจจุบันได้พัฒนาถึงขั้นการสร้างโรงงานฉายรังสีระดับอุตสาหกรรม โดยเฉพาะโรงงานฉายรังสีแกมมามีถึง 170 แห่งใน 45 ประเทศ (9) การฉายรังสีข้าวในระดับอุตสาหกรรม ยังไม่พบว่ามีผู้ทำการศึกษาทดลอง ทางศูนย์ฉายรังสีอาหารและผลิตภัณฑ์การเกษตร ได้ดำเนินการศึกษาทดลอง เป็นครั้งแรก โดยใช้เครื่องฉายรังสีแกมมาระดับอุตสาหกรรมรุ่น JS-8900 เนื่องจากการฉายรังสีข้าวใน ปริมาณมากย่อมมีค่าแปรผันของปริมาณรังสีที่ข้าวได้รับในทุบบรรจุภัณฑ์เดียวกัน ทางศูนย์ฉายรังสีฯ จึงได้ทำการ ศึกษาผลของรังสีแกมมาในระดั้มต่าง ๆ ที่มีต่อคุณภาพของข้าวหอมมะลิ ผลงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ อย่างยิ่งต่อการศึกษาวิจัยขั้นต่อไปเพื่อพัฒนางานวิจัยให้สามารถนำมาช่วยสนับสนุนการส่งออกข้าวบรรจุถุง ซึ่งมีแนวโน้มของความต้องการในตลาดโลกสูงขึ้น

การทดลองที่ 1 การฉายรังสีข้าวหอมมะลิในระกิมอุตสาหกรรม

1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องฉายรังสีระกิมอุตสาหกรรมในการฉายรังสีข้าวสารบรรจุถุงขนาด 50 กิโลกรัม เมื่อกำหนดปริมาณรังสีเฉลี่ยต่ำสุดที่ 0.5 กิโลเกรย์ และปริมาณรังสีเฉลี่ยสูงสุดที่ 1.0 กิโลเกรย์

1.2 เพื่อศึกษาการกระจายของปริมาณรังสีในทุ้มบรรจุภัณฑ์ (carrier) ซึ่งบรรจุข้าวสารขนาดถุงละ 50 กิโลกรัม ในปริมาณมากที่สุด

2. วัสดุและวิธีการ

2.1 ข้าวสาร ข้าวสารที่ใช่ในการทดลองเป็นข้าวหอมมะลิเกรดเอชนิดพิเศษ บรรจุในถุงพลาสติก 2 ชั้น ชั้นนอกเป็นถุงห่อหุ้มพลาสติกชนิด polypropylene และชั้นในเป็นถุงพลาสติกชนิด high density polyethylene ขนาดของถุง กว้าง 60 ซม. x ยาว 90 ซม. โดยบรรจุข้าวสารถุงละ 50 กิโลกรัม ข้าวสารมีความชื้น 12.8 % และมีความหนาแน่น 0.84 กรัม/ลบ.ซม.

2.2 เครื่องฉายรังสีแกมมา ใช้เครื่องฉายรังสีแกมมาระกิมอุตสาหกรรม Model JS - 8900, No. IR-155, Carrier Type มีความแรงของกัมมันตรังสีจากสารกัมมันตรังสีโคบอลต์ - 60 ประมาณ 409,000 คูรี ในเดือนมิถุนายน 2535 ระบบเครื่องฉายรังสีประกอบด้วยทุ้มบรรจุภัณฑ์ (carrier) สามารถฉายรังสีแบบเป็นชุดซึ่งในการฉายรังสีแต่ละครั้งจะใช่ 9 ทุ้ม แต่ละทุ้มแบ่งเป็น 2 ส่วนเท่ากันโดยแต่ละส่วนจะมีขนาด กว้าง 60 ซม. x ยาว 120 ซม. x สูง 120 ซม.

2.3 เครื่องวัดปริมาณรังสี (dosimeter) การทดลองนี้ใช้เครื่องวัดปริมาณรังสี Opti-Chromic, type FWT-70-40M, batch 9-8, dose range 0.01 ถึง 1.0 กิโลเกรย์ โดยอ่านค่าความเข้มของแสงด้วยเครื่อง Opti-Chromic Reader, Model 98, Serial No. 4052 ที่ช่วงคลื่น 650 nm

2.4 การจกเรียงถุงข้าวสารในทุ้มบรรจุภัณฑ์ โดยจกเรียงเป็นชั้นเพื่อให้ความยาวของถุงนานกับความยาวของทุ้มและให้ก้นถุงชิดก้นหลังของทุ้ม ในแต่ละทุ้มสามารถบรรจุถุงข้าวสารได้สูงสุด จำนวน 14 ถุง หรือ 7 ถุง ทอดส่วนล่างและ 7 ถุง ทอดส่วนบนของทุ้มโดยทำการจกเรียงถุงข้าวสารเข้าทุ้ม จำนวน 3 ทุ้ม การจกเรียงถุงข้าวสารใส่แสดงไว้ในแผนผังรูปที่ 2. A และ B

2.5 การกำหนดค่าแฉงเพื่อกิกเครื่องวัดปริมาณรังสีในทุ้มบรรจุข้าวสารเพื่อศึกษาการกระจายของปริมาณรังสี ทำการกิกเครื่องวัดปริมาณรังสีบนถุงข้าวสารเฉพาะกึ่งกลางเท่านั้น ส่วนที่ข้างหัง 2 ทุ้ม จะใช่เป็นกึ่งกึ่งการสะท้อนของรังสี หังนี้เพื่อให้การวัดค่าปริมาณรังสีของกึ่งกลางเป็นไปอย่างเหมาะสม

วิธีการกำหนดตำแหน่งของการวางเครื่องวัดปริมาณรังสีในศูนย์กลางท่าโดยการแบ่งระดับ
 สูงชาวสารออกเป็น 14 ชั้น คังแผนผังที่แสดงไว้ในรูปที่ 2. A และ B และในแต่ละชั้นจะแบ่งแนวนอน
 ออกเป็น 3 ชั้นย่อยและแบ่งในแนวตั้งออกเป็น 4 ชั้นย่อย คังแผนผังที่ 2. C การติดตั้งเครื่อง
 วัดปริมาณรังสีจะติดตั้งในแนวราบ (plane) ขนาดกับคานข้างหรือคานความยาวของตู้ โดยติดตั้งขึ้นมา
 3 แนวราบ เรียกว่า plane A, plane B และ plane C โดย plane A และ C อยู่คานข้างตู้
 2 คาน ส่วน plane B อยู่ตรงกึ่งกลางตู้ คังแผนผังที่แสดงไว้ในรูปที่ 3

การกระจายตำแหน่งของการวางเครื่องวัดปริมาณรังสีจะครอบคลุมบริเวณที่ได้รับปริมาณรังสี
 สูงสุดและบริเวณที่ได้รับปริมาณรังสีต่ำสุด ตามหลักเกณฑ์ของวิธีมาตรฐานของเครื่องฉายรังสีเครื่องนี้รายละเอียด
 ตำแหน่งของการติดตั้งเครื่องวัดปริมาณรังสีบน plane A, plane B และ plane C ใกล้เคียง
 รูปที่ 4, 5 และ 6 ตามลำดับ แต่ละตำแหน่งที่ของการจะวัดค่าปริมาณรังสีตามที่กำหนดไว้ จะใช้เครื่องวัด
 ปริมาณรังสีจุกละ 3 อัน ติดบนกระสอบขาว

การฉายรังสี ไขว้ฉายรังสีแบบเป็นซึก ๆ ละ 9 ตู้ โดยใช้วางชั้นเคลื่อนที่วางนอก เวลาของ
 การเดินเครื่องฉายรังสีคำนวณจากพื้นฐานของปริมาณรังสีต่ำสุด 0.5 กิโลเกรย์ ซึ่งเป็นปริมาณรังสีที่นักวิจัย
 หลายคนได้ยอมรับแล้วว่าสามารถทำลายแมลงศัตรูข้าวสารทุกชนิด หลังจากฉายรังสีแล้วเก็บเครื่องวัดปริมาณ
 รังสีเพื่อทำการตรวจวัดและคำนวณหาค่าปริมาณรังสี

3. ผลการทดลอง

3.1 ประสิทธิภาพของเครื่องฉายรังสี เครื่องฉายรังสีแบบหมุน JS - 8900 นี้ สามารถ
 บรรจุข้าวสารขนาดจุกละ 50 กิโลกรัม (กว้าง 60 ซม. x ยาว 90 ซม.) จำนวน 700 กิโลกรัม ต่อตู้
 หรือ 48.4 % โดยปริมาตร การฉายรังสีแต่ละครั้ง ๆ ละ 9 ตู้ จะฉายรังสีข้าวสารได้ 6,300 กิโลกรัม
 โดยใช้เวลาการฉายรังสี 1 ชั่วโมง 27.12 นาที

3.2 ผลการวัดการกระจายของปริมาณรังสี ปริมาณรังสีสูงสุดวัดได้บริเวณกลางตู้ในแนวหน้า
 ราบของ plane A ชั้นที่ 7 ตำแหน่ง 7A21 และชั้นที่ 8 ตำแหน่ง 8A21 และบริเวณกลางตู้ในแนวหน้า
 ราบของ plane C ชั้นที่ 7 ตำแหน่ง 7C21 และชั้นที่ 8 ตำแหน่ง 8C21 โดยวัดค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีสูงสุด
 ได้ 1.56 กิโลเกรย์ สำหรับปริมาณรังสีต่ำสุดวัดได้ใกล้บริเวณฐานของตู้ในแนวหน้าราบของ plane B
 ตรงบริเวณกลางตู้ชั้นที่ 1 ตำแหน่ง 1B22-23 และกลางตู้ชั้นที่ 2 ตำแหน่ง 2B32-33 ซึ่งวัดค่าเฉลี่ย
 ปริมาณรังสีต่ำสุดได้ 0.49 กิโลเกรย์ ทั้งนี้อัตราส่วนของปริมาณรังสีสูงสุดต่อปริมาณรังสีต่ำสุดเท่ากับ 3.37
 และค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีในตู้บรรจุข้าวสารเท่ากับ 1.03 กิโลเกรย์ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้

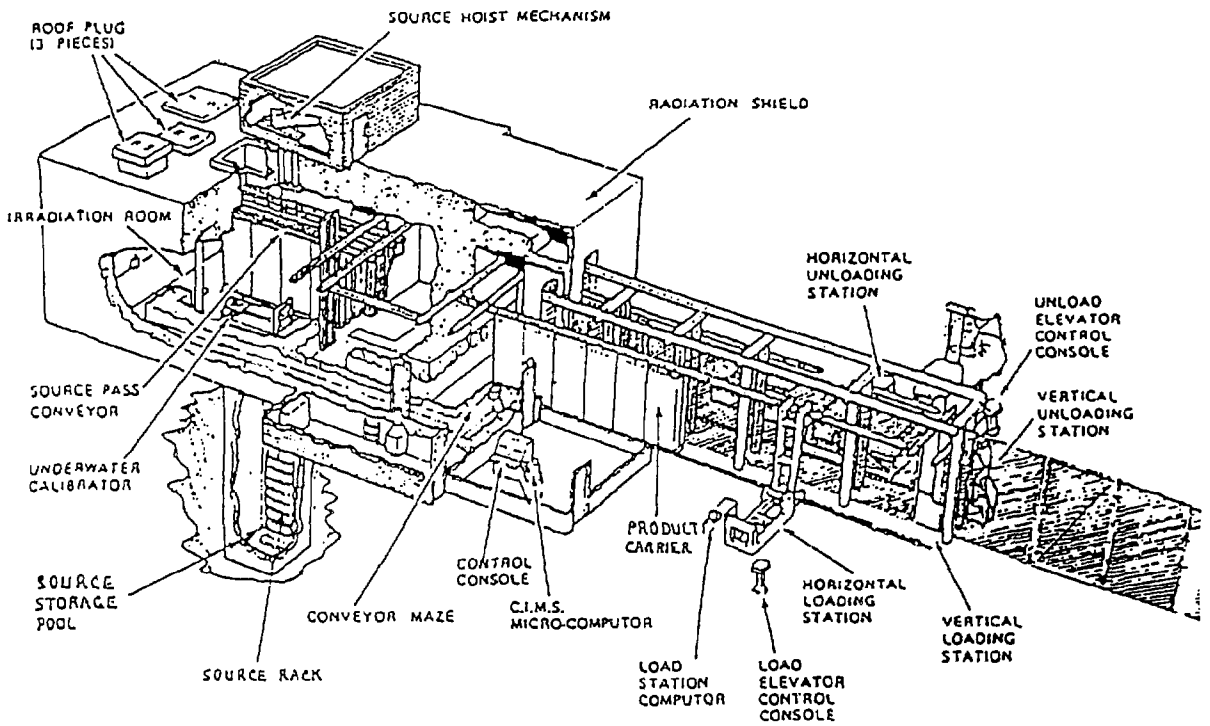


Fig.1. General layout of a multi-purpose, carrier type gamma irradiator Model JS-8900.

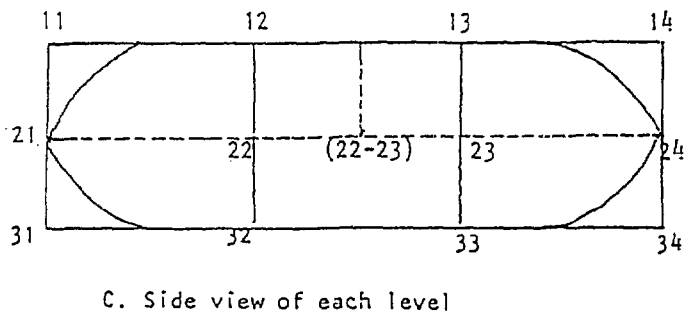
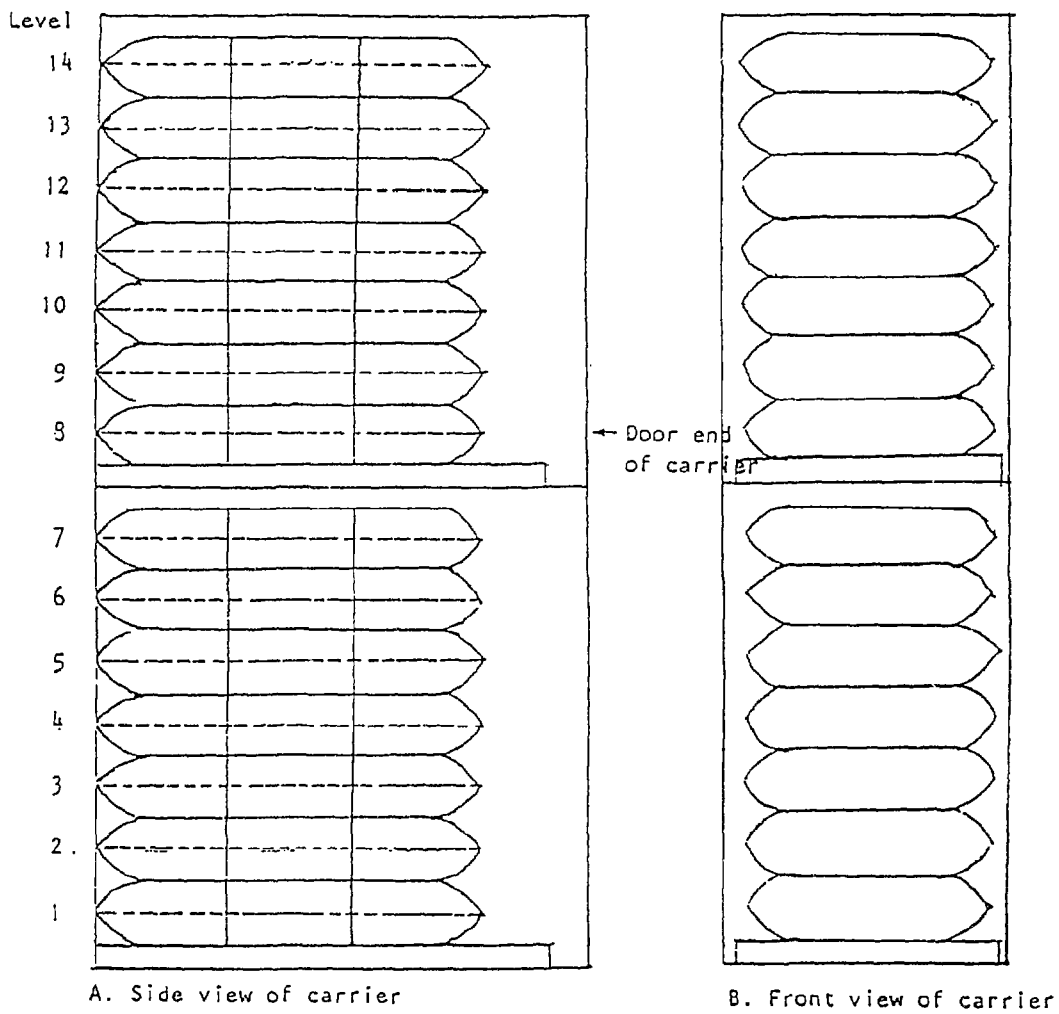
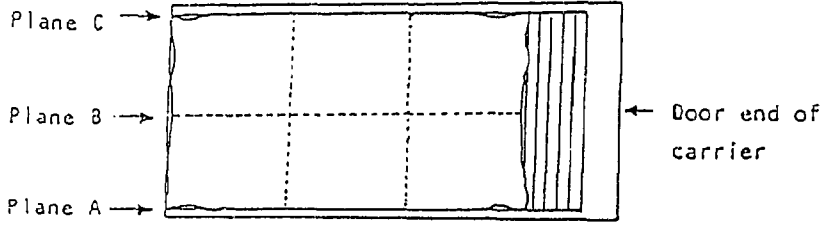
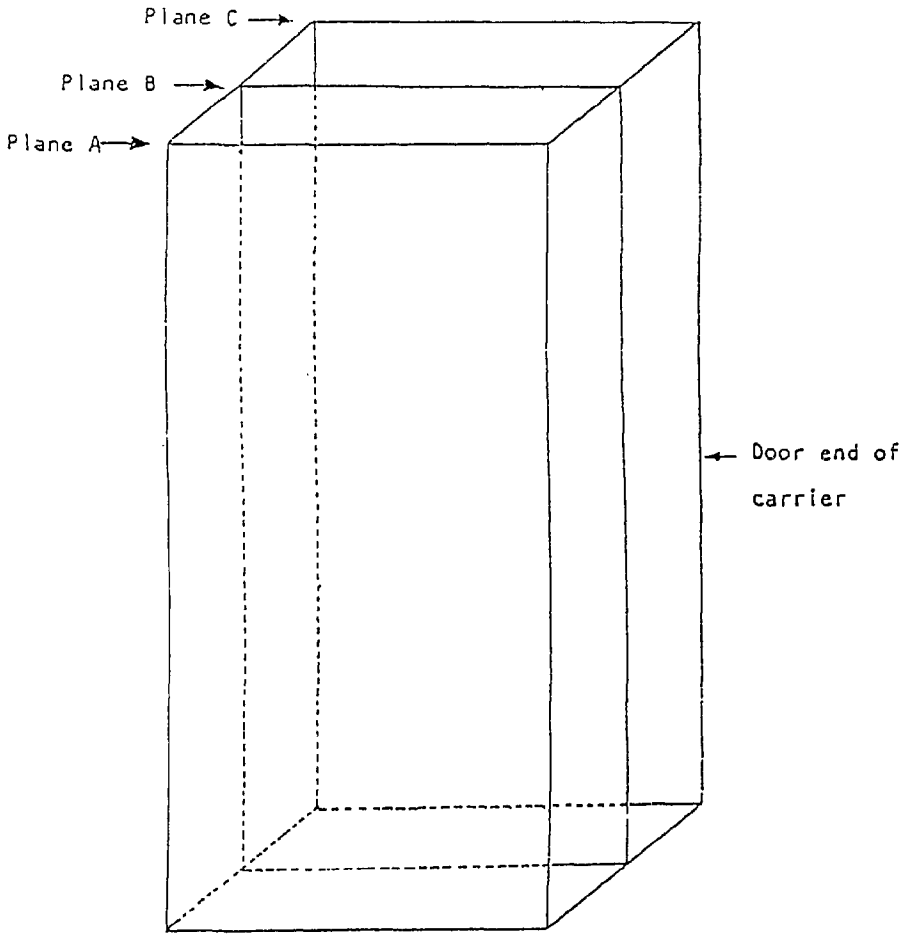


Fig.2. Dosimeter coordinate system and product loading pattern for rice irradiation.



A. Top view of carrier



B. Side view of carrier

Fig.3. Dosimeter coordinate system.

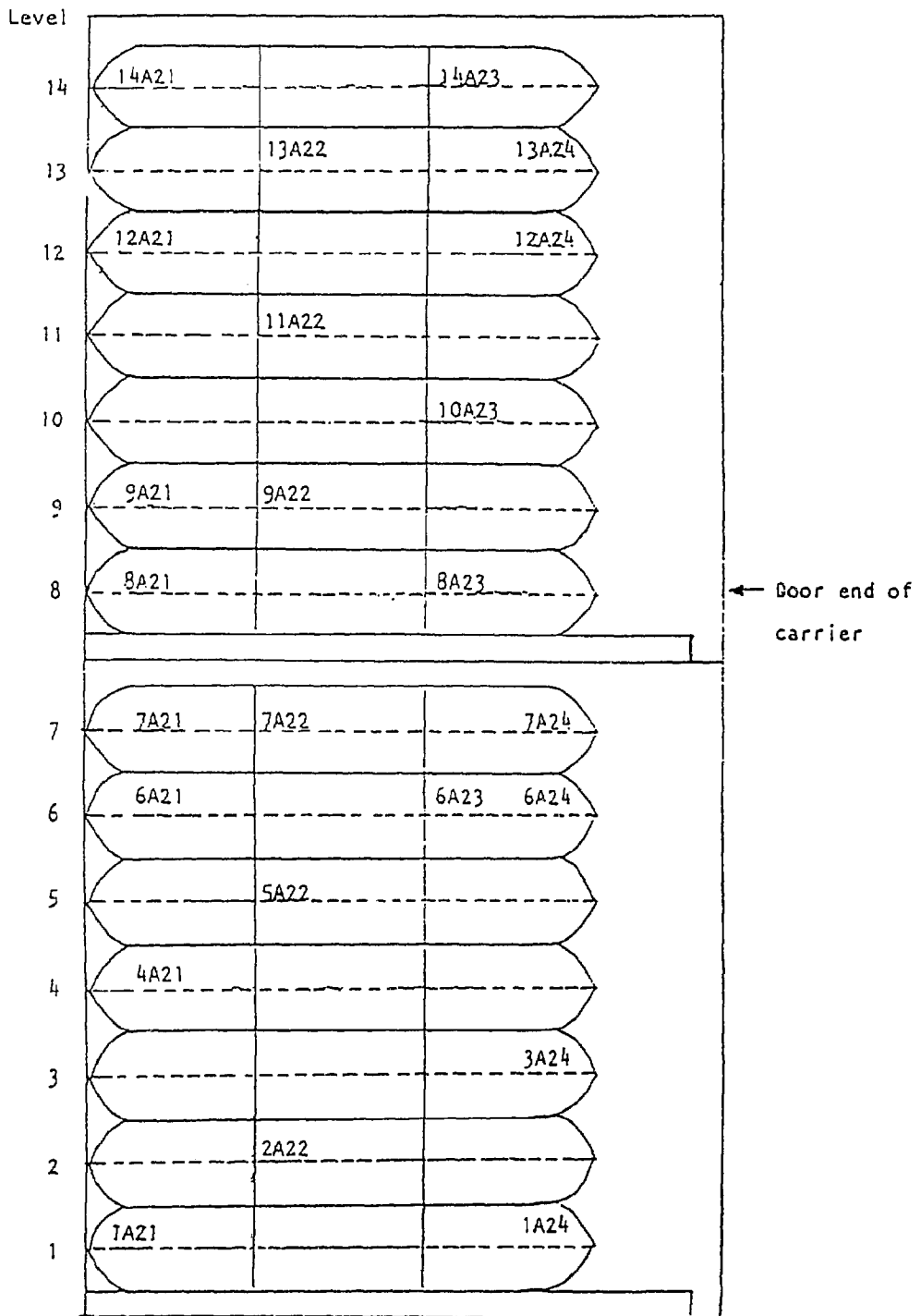


Fig.4. Dosimeter coordinate system for product load of rice in plane A

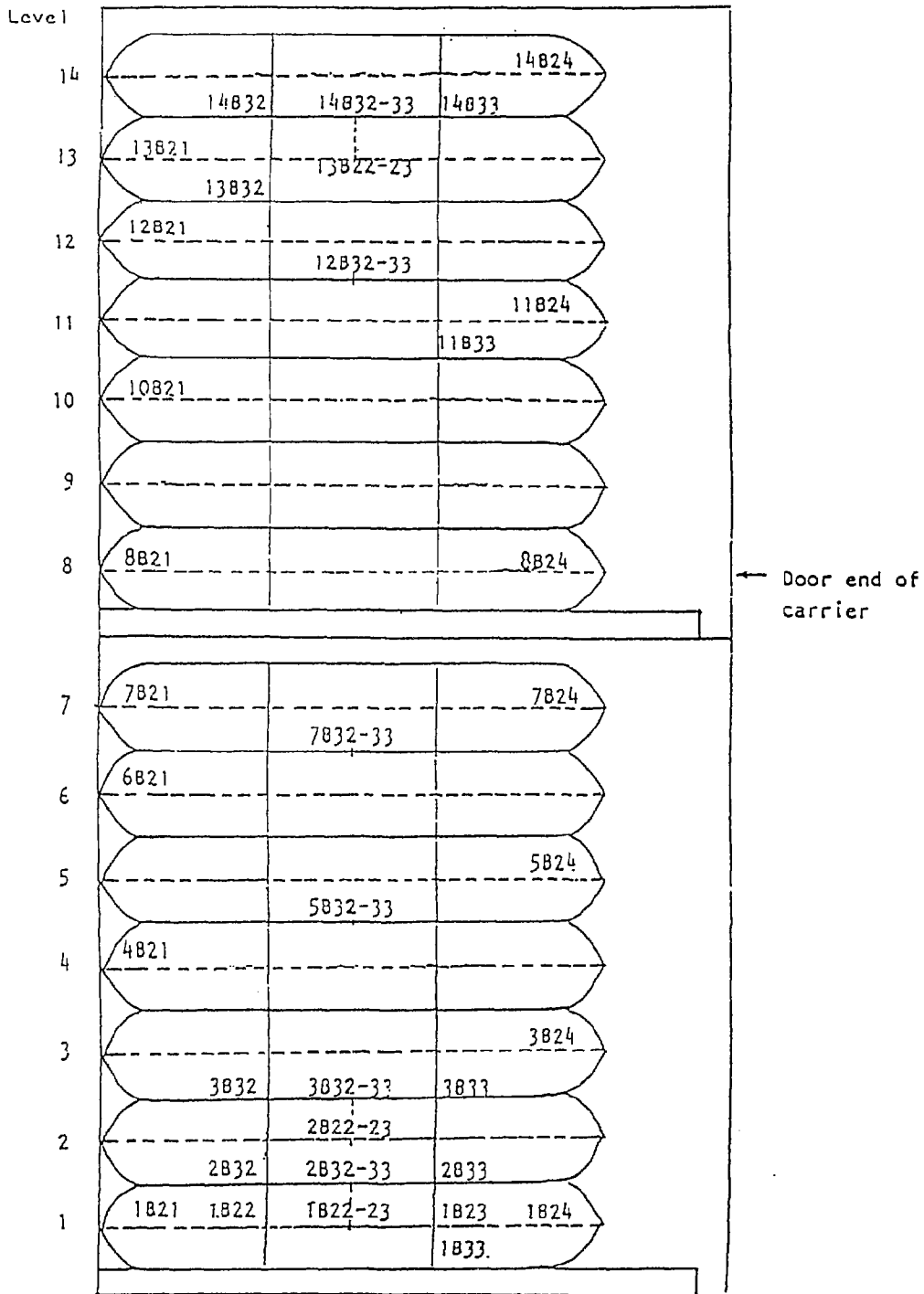


Fig.5. Dosimeter coordinate system for product load of rice in plane B.

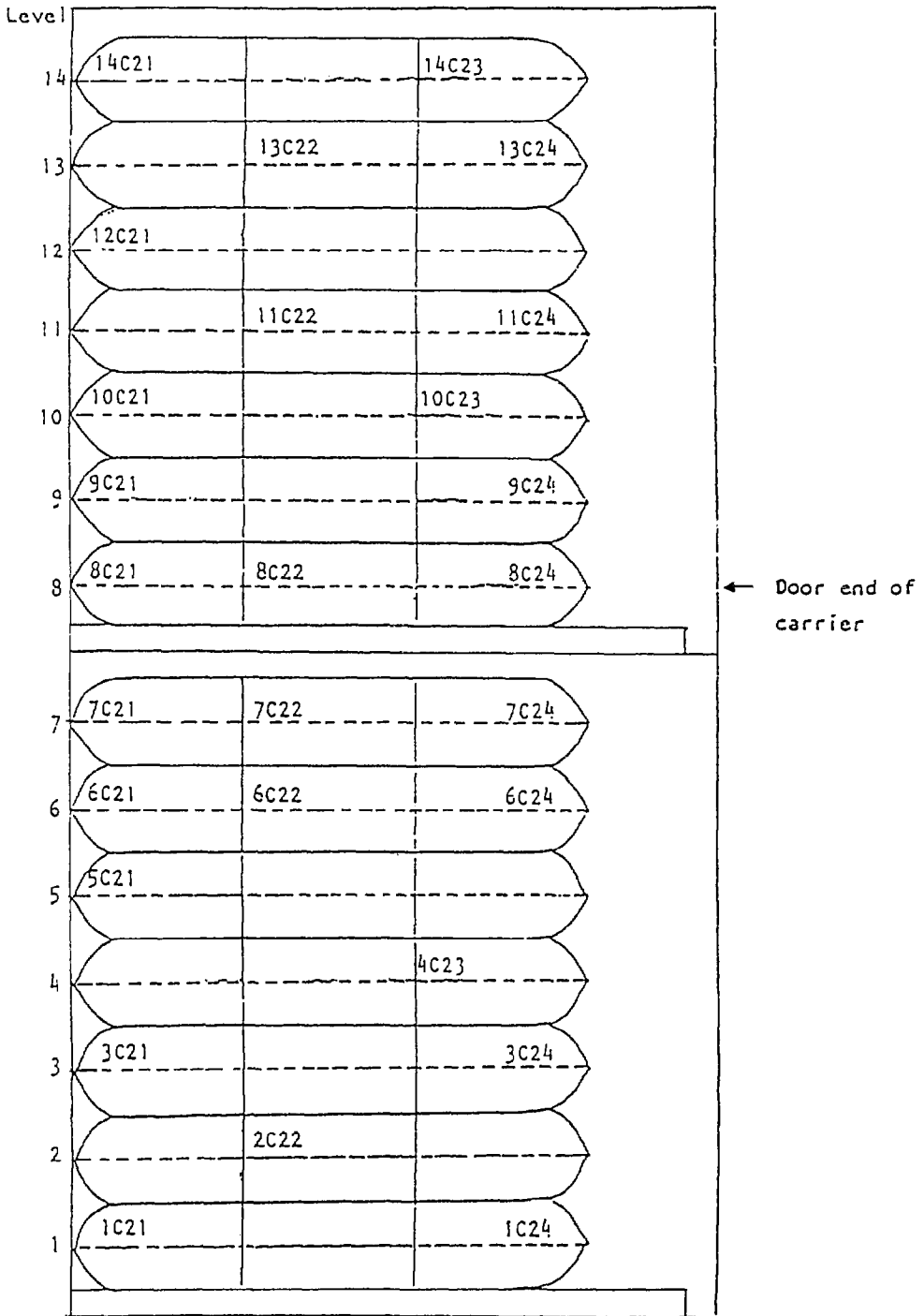


Fig.6. Dosimeter coordinate system for product load of rice in plane C.

การทดลองที่ 2 การทดสอบการยอมรับข้าวหอมมะลิฉายรังสีโดยวิธีประสาทสัมผัส

1. วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบการยอมรับข้าวหอมมะลิฉายรังสีด้วยปริมาณรังสีระดับต่าง ๆ เปรียบเทียบกับข้าวหอมมะลิที่ไม่ฉายรังสี โดยวิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส

2. วัสดุและวิธีการ

ใช้เครื่องฉายรังสีแกมมาระดับอุตสาหกรรมของศูนย์วิจัยอาหารและผลิตภัณฑ์เกษตร เครื่องฉายรังสีนี้ประกอบด้วยตู้บรรจุภัณฑ์ (carrier) สามารถฉายรังสีแบบเป็นชุดได้ครั้งละ 9 ตู้ แต่ละตู้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนเท่ากัน คือส่วนล่างและส่วนบน และแต่ละส่วนมีปริมาตร กว้าง 60 ซม. x ยาว 120 ซม. x สูง 120 ซม. ใช้ข้าวสารขนาดบรรจุถุงละ 50 กิโลกรัม (ถุงกว้าง 60 ซม. x ยาว 90 ซม.) จักเรียงถุงข้าวสารเข้าที่ส่วนล่าง 7 ถุง และส่วนบน 7 ถุง โดยให้ความยาวของถุงขนานกับด้านข้างของตู้และให้ก้นถุงอยู่ติดหลังตู้ ในแต่ละตู้จะบรรจุถุงข้าวไว้ทั้งหมด 14 ถุง โดยทำการบรรจุถุงข้าวเข้าตู้ในลักษณะเดียวกันทั้งหมด 3 ตู้

ใช้ข้าวสารหอมมะลิเกรดเอชนิดพิเศษที่ไม่เคยผ่านการฉายรังสีหรือไม่เคยผ่านการรมยา กำจัดแมลง เตรียมตัวอย่างข้าวสาร 2 กิโลกรัม บรรจุในถุงพลาสติกพร้อมใส่เครื่องวัดปริมาณรังสีชนิด Opti-Chromic, type FWT - 70 - 40 M เข้าไปกลางถุง ๆ ละ 3 อัน

การฉายรังสีตัวอย่างข้าว 2 กิโลกรัมที่เตรียมไว้จะใช้วิธีใส่ตัวอย่างข้าวเข้าไปในถุง 50 กิโลกรัม ตรงตำแหน่งที่กำหนดไว้ซึ่งจะเป็นบริเวณที่ได้รับปริมาณรังสีสูงสุดและต่ำสุด โดยใช้ส่วนล่างของตู้กลางในการใส่ตัวอย่างทั้งหมด 3 ตำแหน่งด้วยกันคือ ที่มุมของถุงที่ 7 ตำแหน่ง A21 ที่มุมของถุงที่ 5 ตำแหน่ง 5A21 และตรงกลางถุงที่ 2 ตำแหน่ง 2B32-33 ทั้งนี้ยังมีการทดลองที่แสดงไว้ในรูปที่ 7 วิธีการบรรจุตัวอย่างถุงข้าว 2 กิโลกรัม เข้าไปในถุง 50 กิโลกรัมนั้น ทำโดยการนำถุง 50 กิโลกรัม แล้วตัดข้าวออก 2 กิโลกรัม เสร็จแล้วบรรจุตัวอย่างถุงข้าว 2 กิโลกรัม เข้าไปแทนที่พร้อมเก็บถุงข้าว 2 กิโลกรัม ติดกับถุงข้าว 50 กิโลกรัม เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของตัวอย่าง

การฉายรังสีได้กำหนดปริมาณรังสีต่ำสุดไว้ที่ 0.5 กิโลเกรย์ เพื่อให้ในการคำนวณระยะเวลาในการเก็บเครื่องฉายรังสีและใช้วิธีการฉายรังสีแบบเป็นชุด ๆ ละ 9 ตู้ โดยใช้รางนอก การทดลองนี้ทำทั้งหมด 3 ครั้ง ในแต่ละครั้งจะทำการตรวจวัดหาค่าปริมาณรังสีที่ตัวอย่างข้าวในแต่ละตำแหน่งที่ได้รับ แล้วนำตัวอย่างข้าวฉายรังสีมาทำการทดสอบการยอมรับโดยวิธีประสาทสัมผัสภายใน 48 ชั่วโมง

การทดสอบการยอมรับข้าวฉายรังสีโออาซาสัมกร จำนวน 10 คน เป็นตัวแทนของผู้นบริโภค โดยวิธีให้คะแนนความชอบหรือไม่ชอบตัวอย่างข้าวที่ผ่านการฉายรังสีระดับต่าง ๆ เปรียบเทียบกับข้าวไม่ฉายรังสี การให้คะแนนใช้วิธี nine point hedonic scale (10) เริ่มจาก 1 คะแนน (ไม่ชอบมากที่สุด)5 คะแนน (ไม่สามารถบอกอย่างแน่ชัดว่าชอบหรือไม่ชอบ).....9 คะแนน (ชอบมากที่สุด)

การเตรียมตัวอย่างข้าวหอมมะลินึ่งเพื่อทดสอบการยอมรับของอาสาสมัคร ใช้ตัวอย่างข้าวที่ผ่านการฉายรังสีแต่ละระดับ 500 กรัม ถังน้ำ 800 มิลลิลิตร นึ่งด้วยหม้อไฟฟ้าขนาดบรรจุ 2 ลิตร นาน 30 นาที เสร็จแล้วเตรียมตัวอย่างข้าว 35 กรัม ใส่ในภาชนะแก้วมีฝาปิดเพื่อให้อาสาสมัครทดสอบการยอมรับทางค่านี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสของข้าวหนึ่งเปรียบเทียบกับข้าวหนึ่งที่ไม่ได้ฉายรังสี การทดลองนี้ทำทั้งหมด 3 ครั้ง

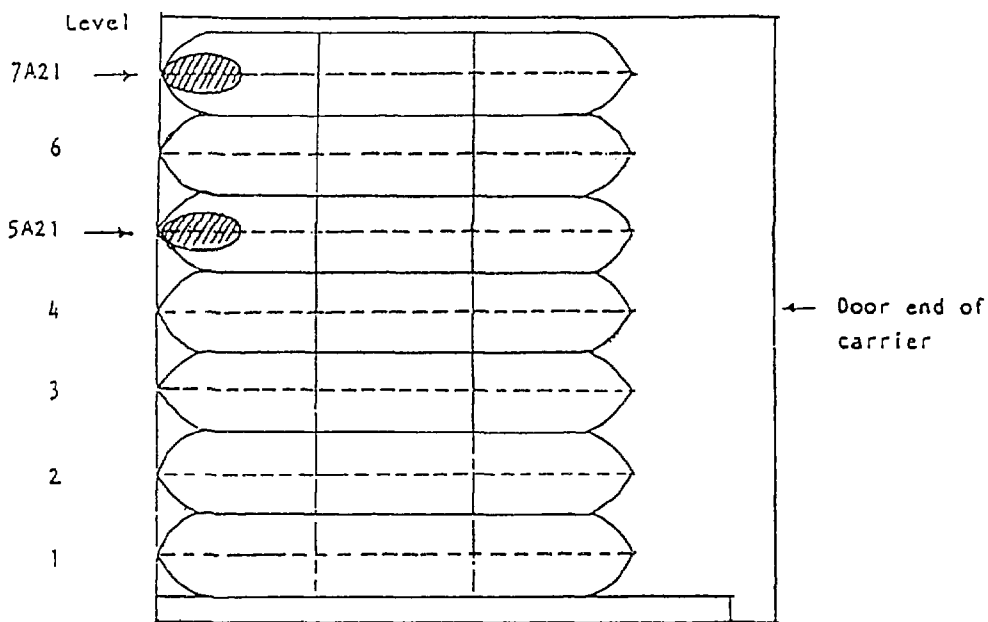
การทดสอบการยอมรับข้าวสารหอมมะลิฉายรังสีที่ 0.9 และ 1.1 กิโลเกรย์ เปรียบเทียบกับข้าวสารหอมมะลิที่ไม่ได้ฉายรังสี เตรียมตัวอย่างข้าวสาร 35 กรัม ใส่ในภาชนะแก้วมีฝาปิด แล้วให้อาสาสมัครทดสอบการยอมรับทางค่านีและกลิ่นโดยการให้คะแนนการทดลองนี้ทำทั้งหมด 3 ครั้ง

3. ผลการทดลอง

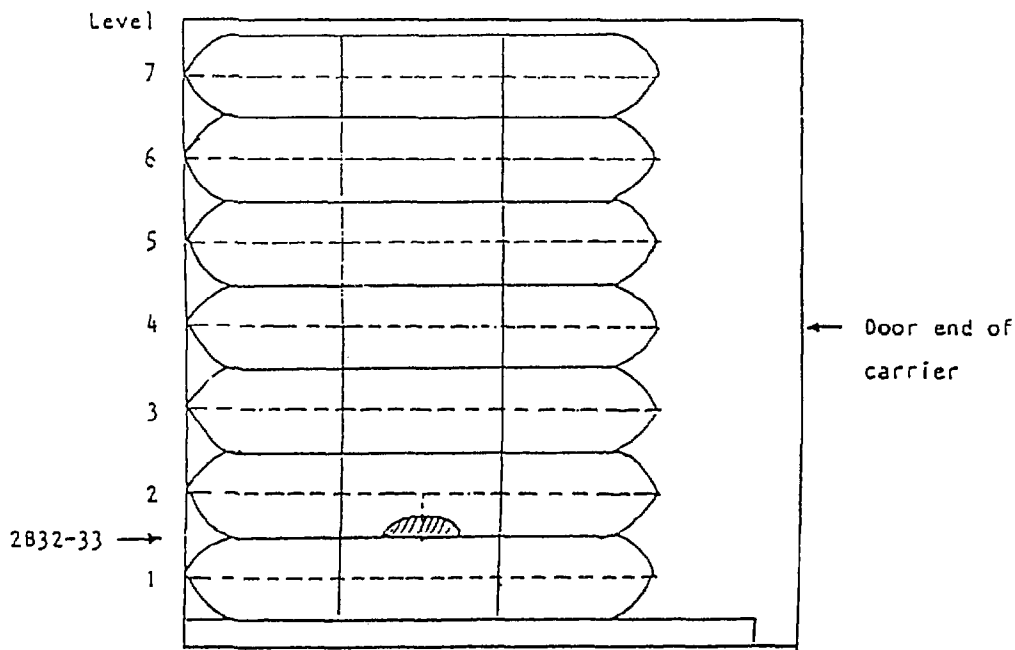
3.1 ผลการตรวจวัดปริมาณรังสีตรงตำแหน่งที่ฉายรังสีตัวอย่างข้าว ตำแหน่ง 7A21 ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีสูงสุด 1.1 กิโลเกรย์ ตำแหน่ง 5A21 ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสี 0.9 กิโลเกรย์ และตำแหน่ง 2B32-33 ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีต่ำสุด 0.5 กิโลเกรย์ และมีค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีภายในตู้เท่ากับ 0.8 กิโลเกรย์

3.2 ผลการทดสอบการยอมรับข้าวหอมมะลิฉายรังสีที่ผ่านการนึ่งให้สุกเปรียบเทียบกับข้าวหอมมะลินึ่งที่ไม่ได้ฉายรังสี ปรากฏว่าอาสาสมัครยอมรับสีของข้าวหอมมะลิที่ผ่านการฉายรังสีสูงถึง 1.1 กิโลเกรย์ และชอบกลิ่นของข้าวหอมมะลิที่ฉายรังสี 0.5 กิโลเกรย์ เช่นเดียวกับกับข้าวหอมมะลิไม่ฉายรังสี อาสาสมัครไม่สามารถระบุความชอบหรือไม่ชอบกลิ่นของข้าวหอมมะลิที่ผ่านการฉายรังสี 0.9 และ 1.1 กิโลเกรย์ ทางค่านีและเนื้อสัมผัสของข้าวหอมมะลินึ่งที่ผ่านการฉายรังสีทุกระดับยังเป็นที่ยอมรับแม้ว่าจะมีแนวโน้มชอบน้อยลงเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีสูงขึ้น ผลการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

3.3 ผลการทดสอบการยอมรับทางค่านีและกลิ่นของข้าวสารหอมมะลิที่ผ่านการฉายรังสี 0.9 และ 1.1 กิโลเกรย์ เปรียบเทียบกับข้าวสารหอมมะลิที่ไม่ได้ฉายรังสี อาสาสมัครยอมรับทั้งสีและกลิ่นของข้าวสารหอมมะลิที่ผ่านการฉายรังสีถึง 2 ระดับแม้ว่าจะชอบสีและกลิ่นข้าวสารหอมมะลิที่ไม่ได้ฉายรังสีมากกว่า



A. Plane A of lower compartment



B. Plane B of lower compartment

Fig.7. Locations of the 2-kg rice samples (shading areas) in the 50-kg packages of rice.

Table 1. Mean scores of a panel's sensory acceptability evaluation of steamed-fragrant rice irradiated at different doses.

Radiation dose (kGy)	Panel score (mean)			
	Color	Odor	Taste	Texture
0.0	7.2 a	6.3 a	5.7 a	5.7 a
0.5	6.4 b	5.7 b	5.1 ab	5.5 a
0.9	5.9 bc	5.2 c	5.3 b	5.3 b
1.1	5.6 c	5.1 c	5.5 b	5.3 b

Means followed by the same letter (within the same column) do not differ significantly, $P < 0.05$ (Duncan's Multiple Range Test).

Table 2. Mean scores of a panel's sensory acceptability evaluation on raw-fragrant rice irradiated at different doses.

Radiation dose (kGy)	Panel score (mean)	
	Color	Odor
0.0	7.3 a	7.0 a
0.5	6.6 ab	6.5 a
1.1	6.3 b	6.5 a

Means followed by the same letter (within the same column) do not differ significantly, $P < 0.05$ (Duncan's Multiple Range Test).

สรุปและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การฉายรังสีข้าวสารขนาดบรรจุถุงละ 50 กิโลกรัมด้วยเครื่องฉายรังสีแกมมาระดับอุตสาหกรรมรุ่น JS-8900 สามารถฉายรังสีได้ครั้งละ 6,300 กิโลกรัม หรือ 48.4% โดยปริมาตรของตู้บรรจุภัณฑ์ การที่ประสิทธิภาพของการผลิตอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เนื่องจากข้อจำกัดของขนาดถุงข้าวไม่สัมพันธ์กับขนาดของตู้บรรจุภัณฑ์ การจกเรียงถุงข้าวจะต้องจัดให้เป็นระเบียบแบบแผน เพื่อให้สามารถนำมาเป็นแบบอย่างของการฉายรังสีข้าวในครั้งต่อ ๆ ไปและเพื่อให้การกระจายของรังสีในตู้บรรจุภัณฑ์มีค่าแปรผันน้อยที่สุด การที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตนั้นสามารถกระทำได้ โดยการใส่ปริมาตรของตู้บรรจุภัณฑ์ให้โคม่าที่สุดนั่นคือจะคงลักษณะของถุงข้าวลงแล้วทำการศึกษาการกระจายของปริมาณรังสีในตู้บรรจุภัณฑ์ให้อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ การทดลองครั้งนี้ใช้เวลาการฉายรังสีครั้งละ 1 ชั่วโมง 27 นาที เพื่อให้ได้ปริมาณรังสีต่ำสุดที่ 0.50 กิโลเกรย์ ซึ่งเป็นปริมาณรังสีที่สามารถกำจัดแมลงได้ทุกชนิด ส่วนผลการวัดการกระจายของปริมาณรังสี วัดค่าปริมาณรังสีต่ำสุดได้ 0.49 กิโลเกรย์ และค่าปริมาณรังสีสูงสุด 1.56 กิโลเกรย์ โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีในตู้บรรจุข้าวสาร 1.03 กิโลเกรย์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนดของ Codex Alimentaris Commission (6)

การทดลองที่ 2 ข้าวหอมมะลิที่ผ่านการฉายรังสี 0.5 กิโลเกรย์ ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางคาน สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสในข้าวสุก ส่วนข้าวที่ผ่านการฉายรังสี 0.9 และ 1.1 กิโลเกรย์ จะมีสีเหลืองนวลและมีกลิ่นเปลี่ยนไปเล็กน้อยซึ่งเมื่อนำไปนึ่งให้สุก ทดว่าอาสาสมัครยอมรับทั้งสี รส และเนื้อสัมผัสของข้าว ส่วนกลิ่นนั้นไม่สามารถระบุแน่ชัดว่าหอมหรือไม่หอม ในกรณีของข้าวสารที่ผ่านการฉายรังสี 0.9 และ 1.1 กิโลเกรย์ ปรากฏว่าอาสาสมัครชอบทั้งสีและกลิ่นของข้าวที่ผ่านการฉายรังสีเท่า ๆ กับข้าวที่ไม่ได้ฉายรังสี การทดลองครั้งนี้ สรุปได้ว่าข้าวที่ผ่านการฉายรังสีในปริมาณต่ำสุด 0.5 กิโลเกรย์ และมีค่าเฉลี่ยของปริมาณรังสีไม่เกิน 1.0 กิโลเกรย์ เป็นที่ยอมรับได้ของอาสาสมัคร ในทำนองเดียวกัน ใ้กับผู้ศึกษาทดลองการฉายรังสีข้าวสารธรรมดาที่ไม่มีกลิ่นหอมพบว่าอาสาสมัครที่ทำการทดสอบข้าวสุก ยอมรับทั้ง สี กลิ่น และรสของข้าว (๖๖)

กิตติกรรมประกาศ

ศูนย์วิจัยรังสีอาหารและผลิตภัณฑ์เกษตร สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ขอขอบคุณ
ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA: International Atomic Energy Agency)
ที่ได้ให้เงินทุนส่วนหนึ่งเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ภายใต้ชื่อโครงการ "Control of rice
and mungbean irradiation processing and marketing trial" ตาม agency
contract number 5929/DP นอกจากนี้ทางศูนย์วิจัยรังสี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กองการวิเทศสัมพันธ์
ทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านการเปรียบเทียบเครื่องวัดปริมาณรังสีและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์
อย่างยิ่งต่อการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- (1) Koy, J.H. (1988). Irradiation as a possible substitute to chemical fumigation of food. In: Practical application of food irradiation in Asia and the Pacific. Proceedings of a seminar, Shanghai, 7-11 April, 1986. IAEA, Vienna IAEA-TECDOC-452:17-33
- (2) Golumbic, C. and Davis, D.F. (1966). Radiation disinfection of grain and seeds. In: Food irradiation. Proceedings of a symposium, Karlsruhe, 6-10 June 1966. Joint IAEA/FAO, Vienna. STI/TU8/127:473-487.
- (3) El-kady, E.A. (1981). Use of radiation disinfection in the control of rice insect pest during storage. In: combination processes in food irradiation. Proceedings of a symposium, Colombo, 24-28 Nov. 1980. Joint IAEA/FAO, Vienna, STI/PUB/568, IAEA-SK-250/14:229-245
- (4) Wootton, M. (1985). Application of gamma-irradiation to cereals and cereal products. In: Commercialization of ionizing energy treatment of food. Proceedings of IAEA Regional Workshop, Lucas Height, N.S.W., Australia. AAEC/S25.

- (5) International Consultative Group in Food Irradiation. (1988). Provisional guidelines for the irradiation of cereal grains for insect disinfection. Joint FAO/IAEA Div. IAEA, Vienna.
- (6) Codex Alimentarius Commission (1984). Codex general Standard for irradiated foods and recommended international code of practice for the operation of radiation facilities used for the treatment of foods. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Rome. CAC/Vol XV-Ed. 1.
- (7) สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (2532) "อาหารฉายรังสี หลักการใช้และความปลอดภัย" หมายเลขหนังสือ IFCS 89-06 กระทรวงสาธารณสุข กรุงเทพฯ 71 หน้า
- (8) Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture List of clearances (as of 1990-05-15) Supplement to Food Irradiation Newsletter Vol. 14(1), May 1990. ISSN-1011-2588 IAEA Vienna.
- (9) World list of industrial gamma processing facilities. Compiled by Nordion International Inc. Kanata, Canada. March 1991.
- (10) Amerine, M.A., Pangborn, R.M., and Roessler, E.B. (1965). Principles of sensory evaluation of food. Academic Press Inc. New York and London. 602 pp.
- (11) Louharanu, S., Sutantawong, M. and Ungsunantwivat, A. (1971). Sensory acceptability evaluation of irradiated rice, Oryza sativa indica Office of Atomic Energy for Peace, Bangkok, Thailand. Thai AEC-50:9-14.