

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

แผนงานวิจัย

-

โครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาการใช้นิวเคลียร์เทคนิคในการจัดการศัตรูพืชกักกันของพืชส่งออก

กิจกรรมที่ 2.

ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาผักและผลไม้

การทดลองที่ 1.

ศึกษาผลของโอโซน และปริมาณรังสีแกมมาที่มีต่ออายุการเก็บรักษาฝรั่งเพื่อส่งออก  
Study the effects of ozone and gamma rays on the shelf life of guava for export

### ผู้ดำเนินงาน

พุฒิพงษ์ เพ็งฤกษ์<sup>1</sup> วลัยกร รัตนเดชากุล<sup>1</sup> ปวีณา บุษาทิยาน<sup>1</sup> พงษ์ศักดิ์ จิณฤทธิ์<sup>1</sup>

จารุรัตน์ เอี่ยมศิริ<sup>2</sup> สลักจิต พานคำ<sup>1</sup> ชัยณรัตน์ สนศิริ<sup>1</sup> ชุตติมา อ้อมกิ่ง<sup>1</sup>

Phuttipong Phangrerk<sup>1</sup> Walaikorn Rattandechakul<sup>1</sup> Paweena Buchatian<sup>1</sup> Pongsak Jinarite<sup>1</sup>

Jaruratana Eamsiri<sup>2</sup> Saluckjit Phankum<sup>1</sup> Chainarat Sonsiri<sup>1</sup> and Chutima Ormking<sup>1</sup>

### บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของโอโซนต่อการเก็บรักษาผลฝรั่ง พบว่าผลฝรั่งที่ผ่านการแช่สารละลายคลอรีน ความเข้มข้น 200 ppm 10 นาที มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ที่ 3 วันมีค่าเท่ากับ 0.02 % ที่ 5 วันมีค่าเท่ากับ 0.04 % และในวันที่ 7 มีค่าเท่ากับ 0.02 % มีการเปลี่ยนแปลงของค่าของสีเปลือกนอกผลฝรั่งน้อยที่สุด การคงสภาพความแน่นเนื้อในวันที่ 3 ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในวันที่ 5 และ 7 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย การแช่สารละลายโอโซน ความเข้มข้น 400 ppm 5 นาที การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อ ที่ 39.43 และ 35.83 N ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และในการศึกษาปริมาณรังสีที่ระดับรังสีที่ 150 250 และ 400 Gy กับผลฝรั่งที่ผ่านการแช่สารละลายคลอรีน ความเข้มข้น 200 ppm 10 นาที พบว่าที่ 400 Gy ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด วันที่ 3 และ 5 มีค่าเท่ากับ 0.03 % และในวันที่ 7 มีค่าเท่ากับ 0.06 % การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อหลังฉายรังสี ที่ระดับ 400 Gy มีค่าความแน่นเนื้อน้อยที่สุด 38.96 N การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกนอกผลฝรั่งหลังฉายรังสี และการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลหลังฉายรังสี ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

คำสำคัญ: โอโซน, รังสี, แกมมา

### Abstract

Study the effects of ozone. And gamma rays on the shelf life of guava for export. Found the guava infusion solution of chlorine concentration of 200 ppm 10 minutes. Weight loss was minimal at 3 day 0.02% 5 day 0.04% and 7 day 0.02%. The changes of the value of peel outside the guava fruit is minimal. To maintain firmness on the day 3 of every treatment is not different. But on the 5,7 days and there was a statistical difference. The infusion solution, the ozone concentration is 400 ppm 5 minutes. The change of firmness at 35.83 N and 39.43 respectively. Brix value every treatment is not different a statistical difference and Study the gamma rays at 150 250 และ 400 Gy. Guava with the infusion solution of chlorine concentration of 200 ppm 10 min at 400 Gy. Weight loss most days 3 and 5 is 0.03% and 7 day is 0.06%. The firmness after irradiation at 400 Gy with firmness least 38.96 N. The color of guava shell after irradiation and the Brix value after irradiation every treatment is not different a statistical difference.

Key words: Ozone, irradiation, gamma

---

ทะเบียนเลขที่ 03-28-60-01-02-00-01-60

<sup>1/</sup> สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรุงเทพฯ

<sup>2/</sup> สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

## คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตสินค้าเกษตรรายใหญ่ของโลก มีการส่งออกสินค้าเกษตรไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศเป็นจำนวนมาก และจากการเปิดเสรีทางการค้าภายใต้องค์การการค้าโลก (World Trade Organization: WTO) ได้มีการยกเลิกมาตรการทางภาษีและหันมาใช้มาตรการทางสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (Agreement on Sanitary and Phytosanitary Measures: SPS Agreement) ทดแทน การกักกันศัตรูพืช กักกันจึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาวิธีการให้ตรงตามข้อกำหนดมาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืชของประเทศนำเข้า และเพื่อใช้เป็นวิธีการกักกันศัตรูพืชกักกันก่อนที่จะส่งออก ปัจจุบันวิธีการกักกันศัตรูพืชกักกันมีหลายกรรมวิธี ได้แก่ วิธีใช้สารเคมี ใช้ความร้อน ใช้ความเย็น และใช้รังสี โดยหน่วยงาน Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา มีมาตรการลดความเสี่ยงศัตรูพืชสำหรับการส่งออก (Risk Mitigation) ได้เสนอให้ใช้กรรมวิธีการอาบรังสี (Irradiation) เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด (ISPM

No. 18, 2003; สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2555) วิธีการอบรังสีสำหรับกำจัดศัตรูพืช ถูกนำมาใช้เป็นมาตรการทางด้านกักกันพืชหลายประเทศ โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกามีการอบรังสีผลไม้หลาย ชนิดก่อนการส่งออก ได้แก่ มะละกอ มะเขือเทศ แตงกวา ถั่วฝักยาว ถั่วลิสง พริกหวาน มะเขือเปราะ มะม่วง มันเทศ แก้วมังกร ลำไย เงาะ และนำเข้าผลไม้อบรังสีจากหลายประเทศ เช่น ไทย อินเดีย เวียดนาม ปากีสถาน ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย เม็กซิโก แอฟริกาใต้ เปรู ไฮติ กัวเตมาลา เอกวาดอร์ และบราซิล

ฝรั่ง เป็นผลไม้ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ฝรั่งผลสดที่ส่งออกต้องได้รับการรับรอง มาตรฐานระบบการจัดการคุณภาพการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืช (GAP) จากกรมวิชาการเกษตร หรือ มาตรฐานที่กรมวิชาการเกษตรยอมรับ และในปัจจุบันมีการส่งออกฝรั่งผลสดไปต่างประเทศ ถึง 35 ประเทศ ได้แก่ กัมพูชา กาตาร์ คูเวต จอร์แดน ซาอุดีอาระเบีย ญี่ปุ่น นอร์เวย์ นิวซีแลนด์ บราซิล บรูไน บังกลาเทศ บาห์เรน มอน เทเนโก มัลดีฟส์ มาเลเซีย สวิตเซอร์แลนด์ สวีเดน สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน สหภาพโซเวียต (รัสเซีย) สหรัฐ ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร สาธารณรัฐประชาชนจีน สิงคโปร์ อินเดีย อินโดนีเซีย ฮังการี ฮองกง เดนมาร์ก เนเธอร์แลนด์ เมียนมาร์ เอกวาดอร์ แคนาดา แทนซาเนีย โอมาน โดยในปี พ.ศ.2555 ได้ส่งออก ฝรั่งผลสดไปยัง 28 ประเทศ มีปริมาณการส่งออก 2,896,464 กก. คิดเป็นมูลค่า 49,652,719 บาท และในปี พ.ศ. 2556 ได้ส่งออกฝรั่งผลสดไปยัง 30 ประเทศ มีปริมาณการส่งออก 4,068,707 กก.คิดเป็นมูลค่า 93,532,068 บาท (ศูนย์สารสนเทศการเกษตรสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) และฝรั่งเป็นหนึ่งในผลไม้ 4 ชนิด ที่ประเทศไทย ได้ขอเปิดตลาดเพิ่มเติมในหมวดผลไม้และพืชผลทางการเกษตรกับสหรัฐอเมริกา มาตั้งแต่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 โดยมีข้อกำหนดจากกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA-APHIS) ให้ใช้วิธีการอบรังสีเป็นวิธีกำจัดศัตรูพืช กักกัน โดยใช้ปริมาณรังสีต่ำสุดที่ 400 เกรย์ (สุขสม, 2550) จากรายงานของ USAID ในปี พ.ศ. 2551 สหรัฐอเมริกานำเข้าฝรั่งผลสดจำนวน 856,000 กก. และในปี พ.ศ. 2552 มีการนำเข้าเพิ่มขึ้นประมาณ 3 เท่าเป็น จำนวนถึง 2,728,000 กก. ในปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2557 การนำเข้าของสหรัฐอเมริกามีปริมาณสูงถึง 4,000,000-6,000,000 กก. (USAID, 2014) จึงเป็นโอกาสที่ประเทศไทยจะได้เข้าไปมีส่วนแบ่งการตลาดการ นำเข้าของสหรัฐอเมริกา แต่ในปัจจุบันฝรั่งยังประสบปัญหาการปนเปื้อนแมลงวันผลไม้ในฝรั่ง (*Guava fruit fly*) *Bactrocera correcta* (Bezzi) (Diptera: Tephritidae) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูกักกันที่สำคัญของสหรัฐอเมริกา ซึ่งพบ แพร่กระจายในพื้นที่การปลูกฝรั่งในประเทศไทย (Kessuda *et al.*, 2010) และเนื่องจากวิธีการอบรังสีสำหรับ กำจัดศัตรูพืชที่เป็นมาตรการทางด้านกักกันพืชของสหรัฐอเมริกาต้องใช้ปริมาณรังสีที่สูงถึง 400 เกรย์ ส่งผลทำให้ คุณภาพฝรั่งผลสดเสียหาย ทำให้ในปัจจุบันประเทศไทยจึงยังไม่สามารถส่งออกฝรั่งผลสดไปยังสหรัฐอเมริกาได้

การศึกษาผลไม้สดอาบรังสีเพื่องานกักกันพืชในประเทศไทยมีน้อย ได้แก่ มะม่วง กล้วย ลำไย ส้มโอ แต่กรมวิชาการเกษตรในฐานะองค์กรอารักขาพืชแห่งชาติมีภารกิจหลักวิจัยสนับสนุนการส่งออกตามเงื่อนไขด้านกักกันพืชของประเทศคู่ค้า ปัจจุบัน สหรัฐอเมริกาทกำหนดให้ไทยต้องอาบรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 400 เกรย์ ก่อนส่งออกผลไม้ 7 ชนิด ได้แก่ มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย สับปะรด มังคุด แก้วมังกร และเงาะ แต่ระดับปริมาณรังสีดังกล่าวทำให้คุณภาพผลไม้เสียหายมีเพียง ลำไย มังคุดเท่านั้นที่ส่งออกได้ ดังนั้นกรมวิชาการเกษตรจำเป็นต้องพัฒนา งานวิจัยอาบรังสีเพื่อจัดการศัตรูพืชกักกันควบคุมภัยด้านอายุการเก็บรักษาผักผลไม้หลังอาบรังสีและความทางคุณภาพ ศัตรูพืชเป้าหมายคือ แมลงวันผลไม้ โครงการวิจัยนี้นำการใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเก็บรักษาผลไม้ภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลง (modified atmosphere package, MAP) ให้มีออกซิเจนน้อย หรือคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าปกติซึ่งใช้ยืดอายุการเก็บรักษาผักผลไม้ให้สดเก็บได้นานมาวิจัยร่วมกับการอาบรังสี

ผลงานวิจัยที่เป็นวิทยาศาสตร์จะนำไปใช้รับมือกับวิกฤตการณ์ กรณีสหภาพยุโรปประกาศห้ามนำเข้าพริกฝรั่ง จากไทยในระยะเวลาดังกล่าวนี้ ใช้แก้ไขปัญหาผลไม้ที่เสียหายจากการอาบรังสี (fruit injury) ส่งออกไปสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์กำหนดให้ไทยต้องอาบรังสีผลลิ้นจี่และลำไยก่อนส่งออกที่ปริมาณรังสี 250 เกรย์ ซึ่งยังไม่รายงานการวิจัยความเสียหายที่เกิดขึ้น (injury) มาก่อน

### สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องอาบรังสี แหล่งกำเนิด Co-60 ที่สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) จังหวัดนครนายกฝรั่งเศสพันธุ์แป้นสีทอง น้ำไอโซน เครื่องวัดค่าความเป็นกรดของผลไม้ เครื่องวัดค่าความหวานของผลไม้ เครื่องวัดความแน่นเนื้อ ห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับงานทดลองขนาดเล็ก โดยใช้อุณหภูมิ ๒๗ องศาเซลเซียส และความชื้น ๗๕ เปอร์เซ็นต์ ตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับงานทดลองขนาดเล็ก ห้องเย็นสำหรับเก็บผลไม้ที่ใช้ในการทดลอง แห่งวัดอุณหภูมิขนาดเล็กสำหรับงานทดลอง เครื่องชั่งตวงวัด ๒ ตำแหน่งสำหรับงานทดลอง อุปกรณ์สำหรับเช็คผลการทดลอง ๆ ได้แก่ พู่กัน ปากคีบ เคาะเตอร์ งานทดลองขนาดเล็ก ภาตใส่ผลไม้ ถังผ้าตาข่าย ถังมือ มีดปอกผลไม้ ถังขยะดำ และอื่น ๆ

### แบบและวิธีการทดลอง

#### ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาผลของไอโซนต่อการเก็บรักษาผลฝรั่ง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) 3 กรรมวิธี ทำ 3 ซ้ำๆละ 12 ผล โดยนำผลฝรั่งล้างในสารละลายต่างๆ ในแต่ละกรรมวิธีคือ

กรรมวิธีที่ 1 สารละลายคลอรีน ความเข้มข้น 200 ppm 10 นาที

กรรมวิธีที่ 2 สารละลายไอโซน ความเข้มข้น 400 ppm 5 นาที

กรรมวิธีที่ 3 สารละลายโอโซน ความเข้มข้น 700 ppm 5 นาที

## ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาปริมาณรังสีต่อการเก็บรักษาต่อผลฝรั่ง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(Completely Randomized Design : CRD) ทำ 3 ซ้ำๆ ละ 12 ผล โดยเลือกกรรมวิธีที่ดีที่สุดที่สุดในขั้นตอนที่ 1 มาฉายรังสีที่ระดับต่างๆ ทั้งหมด 4 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 รังสีระดับ 0 เกรย์

กรรมวิธีที่ 2 รังสีระดับ 250 เกรย์

กรรมวิธีที่ 3 รังสีระดับ 300 เกรย์

กรรมวิธีที่ 4 รังสีระดับ 400 เกรย์

## วิธีการทดลอง

### ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาผลของโอโซนต่อการเก็บรักษาผลฝรั่ง

เตรียมฝรั่งที่มีความสุกแก่ 75 % คัดผลน้ำหนัก 300-350 กรัม ตัดแต่งขั้วผลเหลือไม่เกิน 5 มิลลิเมตร นำไปแช่ในสารละลายด้วยกรรมวิธีที่แตกต่างกันทั้งหมด 3 กรรมวิธี ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผึ่งให้แห้งในที่ร่มแล้ว จึงบรรจุลงในถุง LDPE (low density polyethylene) ที่มีค่า OTR (oxygen transmission rate) 10,000 - 12,000 มิลลิตร/ตารางเมตร/วันความหนา 50 ไมครอน เพื่อเป็นการยืดอายุในการเก็บรักษาผลไม้ ปิดปากถุงให้สนิทนำไปเก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิ  $15\pm 2^{\circ}\text{C}$  ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 % ทำการบันทึกผลการทดลองที่ระยะการเก็บรักษา 0 3 5 และ 7 วัน

### ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาปริมาณรังสีต่อการเก็บรักษาต่อผลฝรั่ง

นำผลฝรั่งใส่ถุง LDPE ความหนา 50 ไมครอน ปิดปากถุงให้สนิทใส่ในกล่องกระดาษ ติด Dosimeter ภายในและภายนอกกล่องเพื่อวัดปริมาณรังสี นำไปอาบรังสีด้วยเครื่องอาบรังสีแกมมาโคบอลต์ 60 (Multi Purpose Gemstone Irradiator) ที่ระดับปริมาณรังสี 4 ระดับ ที่ 0 250 300 และ 400 เกรย์ ทั้งนี้ต้องมีการวัดการกระจายตัวของรังสีแกมมากับผลฝรั่งเพื่อกำหนดวิธีการกระจายตัวของรังสีที่ถูกต้องและเหมาะสม (Dose Mapping Test) ก่อนทำการทดลองหลังอาบรังสีนำไปเก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิ  $15\pm 2^{\circ}\text{C}$  ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 % ที่ระยะการเก็บรักษา 0 3 5 และ 7 วัน

## การบันทึกข้อมูล

1. การสูญเสียน้ำหนัก (weight loss)
2. การเสียสภาพสีผิว (skin color loss)

3. ความแน่นเนื้อ(firmness)
4. ปริมาณน้ำตาล (brix value)

### เวลา และ สถานที่

ระยะเวลาดำเนินการ เดือน ตุลาคม 2559 – กันยายน 2560 รวม 1 ปี

สถานที่ทำการทดลอง

- ศูนย์อัญมณี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) จ. นครนายก
- ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานกำจัดศัตรูพืชกักกัน กลุ่มวิจัยการกักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาผลของโอโซนต่อการเก็บรักษาผลฝรั่ง

##### 1. การเปลี่ยนแปลงของการสูญเสียน้ำหนัก (weight loss)

ผลฝรั่งเมื่อเก็บรักษาจำนวน 7 วัน พบว่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก ในวันที่ 0 ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในวันที่ 3 5 และ 7 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย กรรมวิธีที่ 2 มีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ในกรรมวิธี ที่ 1 แซ่ผลฝรั่งด้วยน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่ 3 วันมีค่าเท่ากับ 0.02% ที่ 5 วันมีค่าเท่ากับ 0.04% และในวันที่ 7 มีค่าเท่ากับ 0.02% (Table 1)

##### 2. การเปลี่ยนแปลงของการเสียสภาพสีผิว (skin color loss)

###### 2.1 การเปลี่ยนแปลงของค่า (L\*) ของสีเปลือกนอกผลฝรั่ง

ผลฝรั่งที่เก็บรักษาไว้จำนวน 0 และ 3 วัน พบว่าค่าความสว่าง (L\*) ก่อนแช่และหลังแช่ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในวันที่ 5 กรรมวิธีที่ 3 และ 4 ก่อนแช่ มีค่าเท่ากับ 61.97 และ 61.01 หลังแช่ลดลงเท่ากับ 44.43 และ 44.72 ตามลำดับ (Table 2)

###### 2.2 การเปลี่ยนแปลงของค่า (A\*) ของสีเปลือกนอกผลฝรั่ง

ผลฝรั่งที่เก็บรักษาที่ 0 3 5 7 วัน พบว่าค่าสีเขียวแดง (A\*) ก่อนแช่และหลังแช่ ทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าติดลบมากแสดงถึงเข้าใกล้สีเขียวและเป็นบวกเพิ่มขึ้นแสดงถึงการเข้าใกล้สีแดง โดยกรรมวิธีที่ 2 รักษาสภาพสีผิวใกล้สีเขียวมากที่สุด โดย หลังแช่สาร ที่ 3 5 7 วัน มีค่าเท่ากับ -5.31 , -6.83 และ -5.05 ตามลำดับ (Table 3)

###### 2.3 การเปลี่ยนแปลงของค่า (B\*) ของสีเปลือกนอกผลฝรั่ง

ผลฝรั่งที่เก็บรักษาไว้จำนวน 0 3 5 7 วัน พบว่าค่าสีน้ำเงิน ( $B^*$ ) ก่อนแช่และหลังแช่ ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าติดลบมากแสดงถึงเข้าใกล้สีน้ำเงินมากที่สุด (Table 4)

### 3. การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อ (Texture (N))

ผลฝรั่งเมื่อเก็บรักษาจำนวน 7 วัน พบว่าการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อ ในวันที่ 0 3 ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในวันที่ 5 และ 7 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย กรรมวิธีที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อ ที่ 39.43 และ 35.83 N ตามลำดับ (Table 5)

### 4. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาล (brix value)

ผลฝรั่งเมื่อเก็บรักษาจำนวน 7 วัน พบว่าการเปลี่ยนแปลง ร้อยละของปริมาณน้ำตาล ในวันที่ 0 3 5 7 วัน ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 6)

## ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาปริมาณรังสีต่อการเก็บรักษาต่อผลฝรั่ง

### 1. การเปลี่ยนแปลงของการสูญเสียน้ำหนักหลังฉายรังสี (weight loss)

ผลฝรั่งเมื่อเก็บรักษาจำนวน ทุกวัน พบว่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักในกรรมวิธีที่ 1-3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ วันที่ 0 3 5 และพบว่าในวันที่ 7 มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย กรรมวิธีที่ 4 มีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด ในกรรมวิธีที่ 4 วันที่ 3 และ 5 มีค่าเท่ากับ 0.03 % และในวันที่ 7 มีค่าเท่ากับ 0.06 % (Table 7)

### 2. การเปลี่ยนแปลงของการเสียสภาพสีผิวหลังฉายรังสี (skin color loss)

#### 2.1 การเปลี่ยนแปลงของค่า ( $L^*$ ) ของสีเปลือกนอกผลฝรั่งหลังฉายรังสี

ผลฝรั่งที่เก็บรักษาไว้จำนวน 7 วัน พบว่าค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ก่อนและหลังฉายรังสีทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 8)

#### 2.2 การเปลี่ยนแปลงของค่า ( $A^*$ ) ของสีเปลือกนอกผลฝรั่งหลังฉายรังสี

แสดงให้เห็นค่าสีเขียวแดง ( $A^*$ ) ค่าติดลบมากแสดงถึงการเข้าใกล้สีเขียวและเป็นบวกเพิ่มขึ้นแสดงถึงการเข้าใกล้สีแดง จากการศึกษาพบว่าผลฝรั่งที่เก็บรักษาไว้จำนวน 7 วัน ค่า ( $A^*$ ) ก่อนฉายรังสี ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หลังฉายรังสีพบว่าผลฝรั่งที่เก็บรักษาไว้ที่ 3 5 และ 7 วัน ในกรรมวิธีที่ 1-2 ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุม แต่ในกรรมวิธีที่ 3 ที่ระดับ 400 Gy มีความแตกต่างจากชุดควบคุม โดยมีค่าติดลบน้อยที่สุด คือ -7.18, -7.82 และ -7.74 ตามลำดับ (Table 9)

#### 2.3 การเปลี่ยนแปลงของค่า ( $B^*$ ) ของสีเปลือกนอกผลฝรั่งหลังฉายรังสี

ผลฝรั่งที่เก็บรักษาไว้จำนวน 7 วัน พบว่าค่าสีน้ำเงิน ( $B^*$ ) ก่อนและหลังฉายรังสี ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าติดลบมากแสดงถึงเข้าใกล้สีน้ำเงินมากที่สุด (Table 10)

### 3. การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อหลังฉายรังสี (Texture (N))

พบว่าผลฝรั่งเมื่อเก็บรักษาจำนวน 7 วัน การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อ ในวันที่ 0 ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในวันที่ 3 5 และ 7 มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 4 ฉายรังสีที่ระดับ 400 Gy มีค่าความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ 41.04 39.66 และ 38.96 N ตามลำดับ (Table 11)

### 4. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลหลังฉายรังสี (brix value)

จากการศึกษาพบว่า ผลฝรั่งเมื่อเก็บรักษาจำนวน 7 วัน หลังจากฉายรังสี ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาล ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 12)

จากการศึกษาผลของไอโซนต่อการเก็บรักษาผลฝรั่ง พบว่าผลฝรั่งที่ผ่านการแช่สารละลายคลอรีน ความเข้มข้น 200 ppm 10 นาที มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ที่ 3 วันมีค่าเท่ากับ 0.02 % ที่ 5 วันมีค่าเท่ากับ 0.04 % และในวันที่ 7 มีค่าเท่ากับ 0.02 % มีการเปลี่ยนแปลงของค่าของสีเปลือกนอกผลฝรั่งน้อยที่สุด การคงสภาพความแน่นเนื้อในวันที่ 3 ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในวันที่ 5 และ 7 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการแช่สารละลายไอโซน ความเข้มข้น 400 ppm 5 นาที การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อ ที่ 39.43 และ 35.83 N ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และในการศึกษาปริมาณรังสีที่ระดับรังสีที่ 150 250 และ 400 Gy กับผลฝรั่งที่ผ่านการแช่สารละลายคลอรีน ความเข้มข้น 200 ppm 10 นาที พบว่าที่ 400 Gy ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด วันที่ 3 และ 5 มีค่าเท่ากับ 0.03 % และในวันที่ 7 มีค่าเท่ากับ 0.06 % การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อหลังฉายรังสี ที่ระดับ 400 Gy มีค่าความแน่นเนื้อน้อยที่สุด 38.96 N การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกนอกผลฝรั่งหลังฉายรังสี และการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลหลังฉายรังสี ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าควรแช่ผลฝรั่งด้วยสารละลายคลอรีน ความเข้มข้น 200 ppm 10 นาที ก่อนนำไปอบรังสีจะรักษาคุณภาพของผลฝรั่งไว้ได้ดีที่สุด และระดับปริมาณรังสีที่ 400 Gy ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลฝรั่งสูงที่สุด จึงควรอบรังสีที่ระดับต่ำกว่า 400 Gy

#### สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของไอโซนต่อการเก็บรักษาผลฝรั่งร่วมกับการอบรังสีที่ระดับรังสีที่ 150 250 และ 400 Gy พบว่าควรแช่ผลฝรั่งด้วยสารละลายคลอรีน ความเข้มข้น 200 ppm 10 นาที ก่อนนำไปอบรังสีจะรักษาคุณภาพของผลฝรั่งไว้ได้ดีที่สุด และระดับปริมาณรังสีที่ 400 Gy ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลฝรั่งสูงที่สุด จึงควรอบรังสีที่ระดับต่ำกว่า 400 Gy

#### เอกสารอ้างอิง



กานดา หวังชัย กนกวรรณ ศรีญญาวัจน์ และจำนงค์ อุทัยบุตร. 2549. ประสิทธิภาพของไอโซนในการควบคุมโรค หลังการเก็บเกี่ยวระหว่างการเก็บรักษา ผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. ว. วิทย. กษ. 37(5)(พิเศษ) : 457-460.

ดวงธิดา ชุมทอง มนตรี อิศรไกรศรีลาวาริน อินทนาหมุดตอเล็บ หินสอ และประคอง เย็นจิตต์, 2548. ผลของการใช้ ไอโซนในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวของเงาะ ทุเรียน และมะม่วง. บทคัดย่อการสัมมนาวิชาการ วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว/หลังการผลิตแห่งชาติ ครั้งที่ 3. วันที่ 10-11 ต.ค. 2548 , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กรุงเทพฯ. 176 หน้า.

ประพนธ์ ปรานโสมณ, จิตติมา คงรัตน์อาภรณ์, สาธิต วงษ์ชีรี, สุชาดา เสกสรรค์วิริยะ, วณิช ลิมโสภาสมณี, จารุ รัตน์ เอี่ยมศิริและสุรศักดิ์ สัจจุบุตร. 2549. การอบรมสั่งเฝ้าโรงเรียนเพื่อกำจัดแมลงในการกักกันพืช, เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. วันที่ 30 ม.ค. - 2 กุมภาพันธ์ 2549, ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 430-438.

เพ็ญแข จิรฮัสตรา ประเวทย์ ตยเต็มวงศ์ขรณ์ณี ตยเต็มวงศ์ และภณจิรา เกตุแก้ว 2550. การใช้คลอรีน ไอโซน และ ไอโซนในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนผิวพริกชี้หนูสด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 38 : 5 (พิเศษ): 197-200.

มลนิภา ศรีมาตริภิมย์, ชัยณรัตน์ สนศิริ, สลักจิต พานคำ, รัชฎา อินทรกำแหง และชุตติมา อ้อมกิ่ง. 2554. โครงการวิจัยและพัฒนาวิธีกำจัดแมลงด้วยความร้อนสำหรับกำจัดแมลงวันทองในผลมะละกอเพื่อการส่งออก. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. มปป. เทคโนโลยีการอบรังสีอาหาร SD301 วิชาการแปรรูปอาหารในระดับ อุตสาหกรรม. แหล่งที่มา: <http://elearning2.utcc.ac.th/officialtcu/ECONTENT/SD301/12.pdf>, 14 มีนาคม 2559.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร 2557 สถิติการส่งออกผักผลไม้ปี 2555-2556. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ไฟล์อิเล็กทรอนิกส์

สุขสม ชินวินิจกุล. 2550. การอบรังสีผลไม้ควบคุมแมลงวันผลไม้และศัตรูสำคัญเพื่อการส่งออกไปสหรัฐอเมริกา. คู่มือแนวทางปฏิบัติเพื่อการส่งออกผลไม้ไปสหรัฐอเมริกา. กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีรังสี สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 115 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2555. คู่มือแนวทางปฏิบัติเพื่อการส่งออกผลไม้ไป สหรัฐอเมริกา. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. 123 หน้า.

Akter H, Khan SA, Islam MS (2006). Irradiation as a quarantine treatment of tomato against two fruit fly species, *B. cucurbitae* and *B. dorsalis*. Nucl. Sci. Appl., 15: 92-96.

- Beuchat, L.R. 1998. Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw. A review. Food Safety Unit. World Health Organization. WHO/FSF/FOS/98.2.
- Graham, D.M. 1997. Use of ozone for food processing. *Food Technology* 51(6):72-75.
- Follett, P. A. and M.M. Wall. 2013 . Phytosanitary irradiation for export of fresh produce: commercial adoption in Hawaii and current issues. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 81(8):1064-1067.
- Follett, P.A., M.M. Wall and W. Bailey. 2013. Influence of modified atmosphere packaging on radiation tolerance in the phytosanitary pest melon fly (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 106 (5), 2020-2026
- Haque H, Ahmad CR ., 1967. Effect of ionizing radiation on *Dacus zonatus* fruit fly eggs and larvae in situ: *Pak. J. Sci.* 19, 233-238
- Hallman, G.J., 2012. Generic phytosanitary irradiation treatments. *Rad. Physics Chem.* 81, 861-866.
- ISPM No. 18, Guidelines for The use of Irradiation as a Phytosanitary Measure, 2003.
- Kessuda Puanmanee Arunee Wongpiyasatid, Manon Sutantawong, and Praparatt Hormchan., 2010. Bionomics of Guava Fruit FLY, *Bactrocera correcta* (Bezzi) (Diptera: Tephritidae) and Effect of GAMMA Radiation. Thesis Kasetsart University. 72 , 1-72.
- Ketteringham, L. et al. Application of aqueous ozone for treating pre-cut green peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food Engineering*, v. 76, p. 104-111, 2006.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.05.019>
- Kim, J.G. Yousef, A.E. and Kim, J.G. 1991. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods. *Journal of Food Protection*. 62:1071-1087
- Rahman R, Bhuiya AD, Huda SMS, Shahjahan RM, Nahar G, Wadud MA ., 1992. Anatomical changes in the mature larvae of two *Dacus* spp. following irradiation. In: International Atomic Energy Agency, Use of irradiation as a quarantine treatment of food and agricultural Commodities. IAEA, Vienna. pp. 133-139.
- Thomas and Rahalkar (1975) Thomas P, Rahalkar GW., 1975. Disinfestation of fruit flies in mango by gamma radiation: *Curr. Sci.* 44, 775-776.
- Xu, L. 1999. Use of ozone to improve the safety of fresh fruits and vegetables. *Food Technology*. 53:58-63.

ภาคผนวกตาราง

Table 1 Percentage weight loss

Treatment	Percentage weight loss			
	0 day	3 day	5 day	7 day
control	0.00 ± 0.00 a	0.07 ± 0.01 a	0.12 ± 0.01 a	0.10 ± 0.01 a
Cl <sub>2</sub> 200 ppm 10m	0.00 ± 0.00 a	0.02 ± 0.01 b	0.04 ± 0.02b	0.02 + 0.01 b
O <sub>3</sub> 400 ppm 5m	0.00 ± 0.00 a	0.08 ± 0.03 a	0.10 ± 0.05 a	0.10+ 0.05 a
O <sub>3</sub> 700 ppm 5m	0.00 ± 0.00 a	0.11 ± 0.04 c	0.12 ± 0.05 a	0.11 + 0.05a
CV(%)	0.00	14.91	10.17	14.27

Averages followed by the same letters in the same column with different statistical confidence level of 95%.

Table 2 Skin color loss ( L\* ) for guava skin.

Treatment	Skin color ( L* )							
	0 day		3 day		5 day		7 day	
	Before	Affer	Before	Affer	Before	Affer	Before	Affer
control	60.79± 1.94 a	60.79± 1.94 a	63.12± 4.48 a	62.08 ±4.27 a	65.52 ± 3.38 a	63.44 ± 2.83 a	62.86±3.35a	57.38±2.40a
Cl <sub>2</sub> 200 ppm 10m	59.22 ± 16.65 a	59.22 ± 16.65a	60.48 ± 16.68 a	62.10 ±16.73 a	62.37 ± 16.93b	61.57 ±16.79 a	60.04±16.66a	59.54±16.89a
O <sub>3</sub> 400 ppm 5m	59.75 ± 16.18 a	59.75 ± 16.18a	62.27 ± 16.45 a	62.17 ±16.41 a	61.97 ± 16.76b	44.43 ±16.68b	61.84±16.51a	59.04±16.73a
O <sub>3</sub> 700 ppm 5m	59.47 ± 16.02 a	59.47 ± 16.02a	58.69 ±16.14 a	61.13 ±16.21 a	61.01 ± 16.54b	44.72 ±16.59 b	62.46±16.45a	58.03±16.54a
CV(%)	1.81	1.81	6.34	4.12	2.63	5.14	2.98	2.77

Averages followed by the same letters in the same column with different statistical confidence level of 95%.

Table 3 Skin color loss ( A\* ) for guava skin.

Treatment	Skin color ( A* )	
-----------	-------------------	--

	0 day		3 day		5 day		7 day	
	Before	Affer	Before	Affer	Before	Affer	Before	Affer
control	-6.32± 1.06 ab	-6.32± 1.06 ab	-5.65± 1.6 a	-5.32± 1.79 a	-5.63 ±2.59 b	-5.89 ±1.99 b	-5.03±1.52a	-3.41±2.17a
Cl <sub>2</sub> 200 ppm 10m	-5.41± 1.64 a	-5.41± 1.64 a	-5.28±1.66 a	-5.31±2.8 a	-7.16 ±3.15 bc	-6.83 ±2.96 ab	-5.81±2.86a	-5.05±3.10b
O <sub>3</sub> 400 ppm 5m	-6.84± 2.22 ab	-6.84± 2.22 ab	-5.510±1.13 a	-4.90 ±2.27 a	-3.21 ±3.46 a	-4.49 ±3.18 b	-5.21±3.01a	-2.94±3.31a
O <sub>3</sub> 700 ppm 5m	-5.85± 2.57 b	-5.85± 2.57 b	-5.19 ±1.36 a	-4.52 ±2.64 a	-7.74 ±3.70 c	-5.92 ±3.43a b	-4.77±3.12a	-3.99±3.49ab
<b>C.V.(%)</b>	-11.81	-11.81	-9.46	-16.43	-15.10	-17.17	-15.23	-14.68

Averages followed by the same letters in the same column with different statistical confidence level of 95%.

**Table 4** Skin color loss (B\*) for guava skin.

Treatment	Skin color ( B* )							
	0 day		3 day		5 day		7 day	
	Before	Affer	Before	Affer	Before	Affer	Before	Affer
control	35.56± 1.18 a	35.56± 1.18 a	34.51 ± 0.64 a	35.01 ± 1.26 a	35.34 ±1.08 a	37.01 ±1.12 a	35.74±1.67a	36.03±1.94ab
Cl <sub>2</sub> 200 ppm 10m	35.67± 9.77 a	35.67± 9.77 a	35.29 ± 9.75 a	35.65 ± 9.85 a	34.19 ±9.57 a	34.76 ±10.02 a	34.87±9.44b	35.11±9.54b
O <sub>3</sub> 400 ppm 5m	35.66± 9.50 a	35.66± 9.50 a	34.37 ±9.43 a	35.16 ± 9.37 a	34.36 ±9.33 a	36.69 ±9.81 a	35.62±9.39a	37.11±9.57a
O <sub>3</sub> 700 ppm 5m	35.353± 9.41 a	35.353± 9.41 a	34.28 ± 9.25 a	35.420 ± 9.3 a	35.27 ±9.28 a	37.01 ±9.69 a	35.81±9.38a	37.03±9.60a
<b>CV(%)</b>	1.68	1.68	3.21	2.36	4.33	4.07	0.98	2.20

Averages followed by the same letters in the same column with different statistical confidence level of 95%.

**Table 5** Texture (N)

Treatment	Texture (N)			
	0 day	3 day	5 day	7 day
control	34.90 ± 7.30 a	35.80 ± 5.30 a	25.33 ± 5.30 c	24.50 ± 3.22 b
Cl <sub>2</sub> 200 ppm 10m	34.48 ± 9.40 a	35.37 ± 9.40 a	39.43 ± 10.84 a	35.83 ± 10.03 a
O <sub>3</sub> 400 ppm 5m	33.63 ± 9.33 a	34.62 ± 9.23 a	31.14 ± 10.27 b	27.9 ± 9.12 b
O <sub>3</sub> 700 ppm 5m	33.99 ± 9.58 a	34.89 ± 9.52 a	31.78 ± 9.66 b	26.72 ± 8.88 b
<b>CV(%)</b>	3.51	3.58	4.09	6.89

Averages followed by the same letters in the same column with different statistical confidence level of 95%.

**Table 6 Percentage Brix Value**

Treatment	% Brix value			
	0 day	3 day	5 day	7 day
control	7.84 ± 0.93 a	8.54 ± 0.90 a	8.64 ± 0.81 a	8.09 ± 1.52 a
Cl <sub>2</sub> 200 ppm 10m	8.40 ± 2.31 a	8.40 ± 2.23 a	8.41 ± 2.33 a	8.22 ± 2.26 a
O <sub>3</sub> 400 ppm 5m	7.23 ± 2.38 a	7.84 ± 2.21 a	7.85 ± 2.11 a	7.60 ± 2.31a
O <sub>3</sub> 700 ppm 5m	8.54 ± 2.54 a	7.23 ± 2.29 a	7.22 ± 2.21 a	7.95 ± 2.37 a
<b>CV(%)</b>	10.3	10.25	10.27	10.38

Averages followed by the same letters in the same column with different statistical confidence level of 95%.

**Table 7 Percentage weight loss**

Treatment	Percentage weight loss			
	0 day	3 day	5 day	7 day
control	0.00 ± 0.00 a	0.04 ± 0.01 a	0.04 ± 0.02 a	0.03 ± 0.01 a
150 Gy	0.00 ± 0.00 a	0.03 ± 0.01 a	0.03 ± 0.01 a	0.03 ± 0.01 a
250 Gy	0.00 ± 0.00 a	0.03 ± 0.01 a	0.03 ± 0.01 a	0.03 ± 0.01 a
400 Gy	0.00 ± 0.00 a	0.03 ± 0.01 a	0.03 ± 0.01 a	0.06 ± 0.01 b
<b>C.V.(%)</b>	0.00	23.81	31.20	22.82

Averages followed by the same letters in the same column with different statistical confidence level of 95%.

**Table 8 Skin color loss (L\*) for guava skin.**

Treatment	Skin color ( L* )							
	0 day		3 day		5 day		7 day	
	Before	Affer	Before	Affer	Before	Affer	Before	Affer
control	61.51 ± 4.25 a	61.51 ± 4.25 a	62.83 ± 3.03 a	63.91 ± 2.90 a	62.24 ± 0.72 a	63.00 ± 2.50 a	64.89 ± 0.22 a	61.95 ± 3.39 a
150 Gy	63.16 ± 3.89 a	63.16 ± 3.89 a	61.85 ± 2.77 a	63.07 ± 2.88 a	63.01 ± 0.91 a	62.75 ± 2.57 a	65.11 ± 0.81 a	64.13 ± 2.09 a
250 Gy	63.62 ± 2.70 a	63.62 ± 2.70 a	63.93 ± 2.67 a	62.74 ± 3.10 a	63.15 ± 1.94 a	62.64 ± 3.16 a	65.05 ± 1.34 a	62.53 ± 3.20 a
400 Gy	61.04 ± 2.64 a	61.04 ± 2.64 a	64.10 ± 3.08 a	62.21 ± 1.66 a	63.54 ± 1.55 a	64.32 ± 2.24 a	64.84 ± 1.15 a	62.43 ± 1.86 a
<b>CV(%)</b>	5.52	5.52	4.58	4.28	2.17	4.18	2.28	4.33

Averages followed by the same letters in the same column with different statistical confidence level of 95%.

**Table 9** Skin color loss (A\*) for guava skin.

Treatment	Skin color ( A* )							
	0 day		3 day		5 day		7 day	
	Before	Affer	Before	Affer	Before	Affer	Before	Affer
control	-8.95 ± 0.97 a	-8.95 ± 0.97 a	-8.98 ± 1.18 a	-9.05 ± 1.03 c	-8.84 ± 1.02 a	-8.33± 1.39 b	-8.98± 1.12 a	-9.61± 1.29 c
150 Gy	-8.56 ± 1.87 a	-8.56 ± 1.87 a	-8.04 ± 1.11 a	-8.68 ± 1.61 bc	-8.57± 1.34 a	-8.28± 1.11 b	-8.65± 1.14 a	-8.76± 0.91 bc
250 Gy	-8.58 ± 0.80 a	-8.58 ± 0.80 a	-7.88 ± 1.24 a	-8.50 ± 1.28 bc	-7.85 ± 1.51 a	-8.23 ± 0.74 b	-8.55 ± 1.53 a	-8.05 ± 1.61 b
400 Gy	-8.86 ± 0.84 a	-8.86 ± 0.84 a	-7.97 ± 1.25 a	-7.18 ± 1.17 a	-8.40 ± 0.99 a	-7.82 ± 0.19 a	-8.45 ± 1.09 a	-7.74± 0.27 a
CV(%)	-13.73	-13.73	-14.52	-15.92	-14.67	-12.01	-14.55	-15.56

Averages followed by the same letters in the same column with different statistical confidence level of 95%.

**Table 10** Skin color loss (B\*) for guava skin.

Treatment	Skin color ( B* )							
	0 day		3 day		5 day		7 day	
	Before	Affer	Before	Affer	Before	Affer	Before	Affer
control	36.21 ± 1.11 a	36.21 ± 1.11 a	36.48 ± 0.31 a	35.88 ± 0.67 a	35.91 ± 0.87 a	35.34 ± 1.19 a	36.51 ± 1.07 a	36.60 ± 0.61 a
150 Gy	35.78 ± 1.74 a	35.78 ± 1.74 a	36.13 ± 0.48 a	35.54 ± 0.53 a	36.54 ± 0.83 a	36.30 ± 2.21 a	36.59 ± 1.23 a	36.71± 0.76 a
250 Gy	35.52 ± 2.00 a	35.52 ± 2.00 a	35.98 ± 0.92 a	36.22 ± 0.42 a	35.82 ± 1.20 a	35.85± 1.61 a	36.76 ± 1.25 a	36.57± 0.46 a
400 Gy	35.27 ± 2.28 a	35.27 ± 2.28 a	36.31 ± 0.26 a	35.67 ± 1.25 a	36.80 ± 0.70 a	36.01 ± 0.89 a	36.82 ± 0.74 a	36.57 ± 0.63 a
CV(%)	5.15	5.15	1.54	2.91	2.55	4.34	2.78	1.70

Averages followed by the same letters in the same column with different statistical confidence level of 95%.

**Table 11** Texture (N)

Treatment	Texture (N)			
	0 day	3 day	5 day	7 day
control	42.24 ± 7.92 a	42.84 ± 6.61 ab	44.90 ± 6.53 a	44.86 ± 9.04 ab
150 Gy	43.14 ± 7.26 a	45.75 ± 7.00 a	45.28 ± 8.15 a	47.08 ± 6.53 a
250 Gy	42.26 ± 7.87 a	41.95 ± 7.17 ab	43.74 ± 7.49 ab	40.58 ± 6.01 bc
400 Gy	39.78 ± 7.79 a	41.04 ± 6.85 b	39.66 ± 5.71 b	38.96 ± 5.77 c
C.V.(%)	18.38	16.10	16.20	16.24

Averages followed by the same letters in the same column with different statistical confidence level of 95%.

Table 12 Brix Value.

Treatment	% Brix value			
	0 day	3 day	5 day	7 day
control	7.30 ± 0.99 a	7.21 ± 0.83 a	7.58 ± 1.02 a	8.28 ± 0.66 a
150 Gy	7.60 ± 1.30 a	7.14 ± 0.91 a	7.95 ± 1.27 a	7.90 ± 1.30 a
250 Gy	6.80 ± 0.75 a	7.88 ± 1.86 a	7.71 ± 1.07 a	7.71 ± 1.21 a
400 Gy	7.51 ± 1.27 a	7.11 ± 1.26 a	7.37 ± 1.02 a	7.75 ± 1.08 a
C.V.(%)	15.08	17.44	14.37	13.77

Averages followed by the same letters in the same column with different statistical confidence level of 95%.

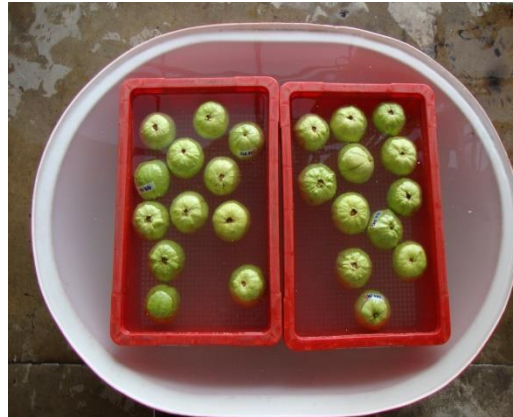
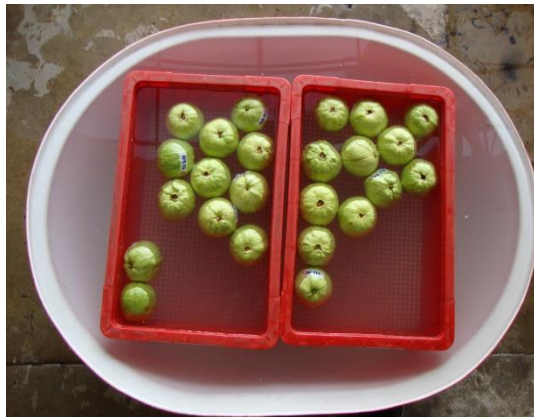


Figure 1 CL<sub>2</sub> 200 ppm 10 mins.

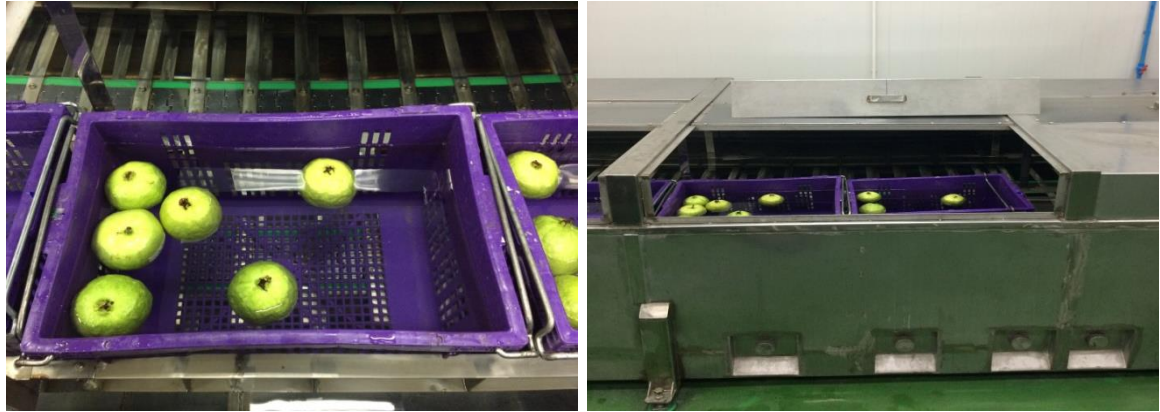


Figure 2 O<sub>3</sub> 400 and 700 ppm 5 mins.



3 day

5 day

7 day

Figure 3 Keep 13 C °



Figure4 Packing box of fruit and guava bag for radiation.



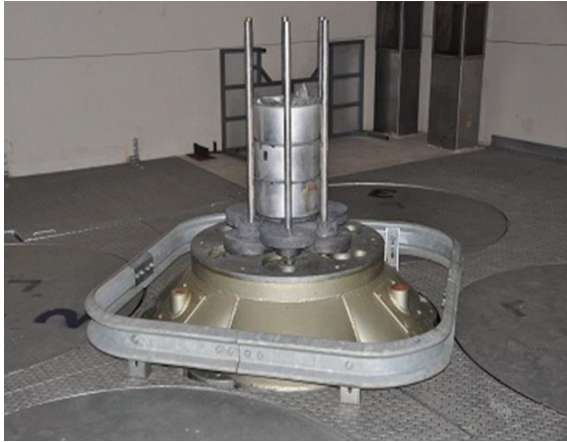


Figure5 The radiation machine.



Figure6 Data collection.