

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

แผนงานวิจัย

-

โครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาการใช้นิวเคลียร์เทคนิคในการจัดการศัตรูพืชกักกันของพืช
ส่งออก

กิจกรรมที่ 2.

ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาผักและผลไม้

การทดลองที่ 3.

ศึกษาผลของโอโซน และปริมาณรังสีแกมมาที่มีต่ออายุการเก็บรักษาแก้วมังกรเพื่อการส่งออก
Effect of Ozone and Gamma Irradiation on Dragon Fruit (*Hylocereus*
undatus (Haw.) Britt.&Rose) Shelf-life Dragon Fruit for Gamma Irradiation

ผู้ดำเนินงาน

พงษ์ศักดิ์ จิณฤทธิ์¹ วลัยกร รัตนเดชากุล¹ ปวีณา บุชาเทียน¹ พุฒิพงษ์ เพ็งฤกษ์¹

จารุรัตน์ เอี่ยมศิริ² สลักจิต พานคำ¹ ชัยณรัตน์ สนศิริ¹ ชุตินา อ้อมกิ่ง¹

Pongsak Jinarite¹ Walaikorn Rattandechakul¹ Paweena Buchatian¹ Phuttipong Phangrerk¹

Jaruratana Eamsiri² Saluckjit Phankum¹ Chainarat Sonsiri¹ and Chutima Ormking¹

บทคัดย่อ

จากการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของแก้วมังกรมีแนวโน้มการสูญเสียเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา 3 วัน 5 และ 7 วัน และทุกกรรมวิธีที่แช่แก้วมังกรด้วยสารละลายโอโซนและคลอรีนแตกต่างกันกรรมวิธีแช่ด้วยน้ำเปล่ามีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก หลังจากการเก็บรักษาวันที่ 7 โดยกรรมวิธีที่ 3 แก้วมังกรมีการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.62 เปอร์เซ็นต์ รองลงคือกรรมวิธีที่ 4 โดยมีการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.64 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีที่ 2 แก้วมังกรมีการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.65 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีที่ 1 แช่แก้วมังกรด้วยน้ำเปล่า การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกด้านนอกพบว่าหลังจากการแช่ด้วยโอโซนที่อัตราต่างๆแล้วสังเกตผลพบว่าสีเปลือกด้านนอกคล้ำขึ้นค่าความสว่าง (L^*) และค่าความสว่าง (b^*) ของเปลือกแก้วมังกรด้านนอกตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C พบว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือค่อยๆลดลงกล่าวคือสีเปลือกผลแก้วมังกรจะมีสีคล้ำขึ้นเรื่อยๆซึ่งไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมเนื่องจากระหว่างการเก็บรักษาเปลือกเริ่มเสื่อมและเปลี่ยนสีผิวจากแดงเป็นสีน้ำตาลเหลืองในที่สุด ผลแก้วมังกรเมื่อเก็บรักษาจำนวน 7 วัน พบว่าการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อในวันที่ 0, 3 ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในวันที่ 5 และ 7 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อ (Texture (N)) และ N ตามลำดับการสูญเสียน้ำหนักการ

สูญเสียน้ำหนักของแก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสีแล้วได้นำไปเก็บรักษาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °ซ พบว่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักในกรรมวิธีที่ 1-3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ วันที่ 0 , 3 , 5 และพบว่าในวันที่ 7 มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย กรรมวิธีที่ 4 มีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด ในกรรมวิธีที่ 4 วันที่ 3 และ 5 มีค่าเท่ากับ 1.34 เปอร์เซ็นต์ และในวันที่ 7 มีค่าเท่ากับ 1.29 เปอร์เซ็นต์ ผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาไว้จำนวน 7 วัน พบว่าค่าความสว่าง (L^*) ก่อนและหลังฉายรังสีทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 9)และพบว่าค่าความสว่าง (L^*) ของทุกกรรมวิธีการทดลองพบว่า ค่าความสว่างของแก้วมังกรมี ค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงท้ายของการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงของค่า (A^*) ของสีเปลือกนอกผลแก้วมังกรหลังฉายรังสี แสดงให้เห็นค่าสีเขียวแดง (A^*) ค่าติดลบมากแสดงถึงการเข้าใกล้สีเขียวและเป็นบวกเพิ่มขึ้นแสดงถึงการเข้าใกล้สีแดง การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อ (Texture (N)) ผลแก้วมังกรเมื่อเก็บรักษาจำนวน 7 วัน พบว่าการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อทุกกรรมวิธีที่ 0 , 3 , 5 และ 7 วัน ในวันที่ 7 ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ซึ่งส่วนใหญ่คือรวมทั้งปริมาณน้ำตาลหรือกรดอินทรีย์มีค่าไม่แตกต่างกันอยู่ในช่วง 11.53-12.96 % การแช่แก้วมังกรด้วยโอโซนอัตรา 400ppm/5min และนำไปฉายหลังสีหลังจาก 7 วันพบว่าทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างทางสถิติ แก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสีกรรมวิธีที่1-3 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่ำกว่าชุดควบคุมเล็กน้อย ศึกษาปริมาณรังสีต่อการเก็บรักษาต่อผลแก้วมังกร แช่ผลแก้วมังกรด้วย O_3 ที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm 10 นาที และใส่ถุง LDPE ก่อนนำไปฉายรังสีโคบอลต์ 60 ที่อัตรา 150 Gy ,250 Gy ,300 Gy และ 400 Gy ทุกอัตรามีผลในการลดการสูญเสียน้ำหนักของแก้วมังกรในช่วงแรกของการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของการ สูญเสียน้ำหนักในแก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสีอัตรา400 GY แสดงให้เห็นว่าการฉายรังสีโคบอลต์ที่ระดับรังสี 150 -300 Gy ไม่มีผลต่ออัตราการหายใจของแก้วมังกร จากการฉายรังสีโคบอลต์ในระดับความเข้มข้นสูงที่ระดับรังสี 400Gy การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาล โดยวัดในรูปของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำพบว่าแก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสีฉายรังสีโคบอลต์ที่ระดับรังสี 150 -300 Gy มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่ำกว่าชุด ควบคุมเล็กน้อย และปริมาณค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลา เก็บรักษา สีของแก้วมังกรตัดผ่านการฉายรังสีรังสีฉายรังสีโคบอลต์ที่ระดับรังสี 150 -300 Gy มีการเปลี่ยนแปลงตามระดับความเข้มของรังสีน้อยมากเหมาะสมไม่เกิดการกระทบกับลักษณะภายนอกของแก้วมังกรและสีของแก้วมังกรไม่สามารถแยกความแตกต่างของสีด้วยสายตาได้ต้องใช้เครื่องมือวัด จากการฉายรังสีโคบอลต์ที่ระดับรังสี 400 GYจะไปกระตุ้นอัตราการหายใจของแก้วมังกรทำให้แก้วมังกรมีการคายน้ำที่มากทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักและเก็บไว้ในห้องเย็นเริ่มมีอาการเน่าและช้ำน้ำที่เกิขึ้นที่ผลของแก้วมังกร การฉายรังสีโคบอลต์ที่ระดับรังสี 400 Gy ในผลแก้วมังกรไม่มีความเหมาะสมต้องลดอัตรารังสีให้ต่ำกว่า 400 Gy

คำสำคัญ: โอโซน แก้วมังกร อายุการเก็บรักษา

Abstract

The objective of this study was to maintain the quality of cobalt 60 irradiated dragon fruit (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britt.&Rose) by ozone. The effect of ozone on postharvest quality of dragon fruit that were dipped in ozonate water. The ozone treatment at concentration of 400 and 700 ppm. compared with non-treated with ozone for 5 minutes and stored for 3 5 and 7 days. It was found that weight loss of dragon fruit were increased during storage for 3 5 and 7 days. However, 400 ppm of ozone had the lowest of weight loss and significant different compared with non-treated with ozone. Which treatment had effectively delayed in fruit peel and bract color. Overall, the use of ozone in combination with LDPE packing provided the best solution to maintain the quality of dragon fruit. The effectiveness of cobalt 60 irradiation at 0, 150, 250 and 400 Gy combined with ozone treated at concentration 400 ppm. After treatment, all fruit were packed in LDPE and stored at 12 °C for 3 5 and 7 days. Results showed that dose of 0-250 Gy were not significantly different in losing weight. However, 400 Gy of cobalt 60 for 7 days had the highest weight loss of dragon fruit. It was significant different in weight loss. The skin color loss, lightness (L^*) showed non-significant difference between before and after cobalt 60 treated but it was slightly increased during final storage of dragon fruit. While, a^* and b^* value were not significantly different between before and after irradiated by cobalt 60. Dragon fruit firmness decreased in all treatments during stored for 3 5 and 7 days. Dose of 150-250 Gy, total soluble solids (TSS) was lower than control treatment which relative constant all during storage.

Keywords: Ozone, Dragon fruit, Shelf-life

ทะเบียนเลขที่ 03-28-60-01-02-00-03-60

^{1/} สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรุงเทพฯ

^{2/} สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

คำนำ

สินค้าเกษตรสำคัญของประเทศไทยหลายชนิด เช่น ผลไม้ ไม่สามารถส่งออกไปจำหน่ายยังประเทศสหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ซึ่งมีความเข้มงวดด้านกักกันพืช เนื่องจากประเทศไทยเป็นแหล่งแพร่ระบาดของแมลงศัตรูพืชสำคัญด้านกักกันพืชของต่างประเทศ และจากปัญหาที่สหภาพยุโรปตรวจพบไข่และหนอนแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) และ *B. latifrons* (Hendel) ศัตรูพืชกักกันติดไปกับผักและผลไม้ส่งออกอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้มีการเฝ้าติดตามประเทศไทยอย่างใกล้ชิด ประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปได้ตรวจพบปัญหาศัตรูพืชปนเปื้อนในผลไม้ที่นำเข้าจากไทยถึง ๑๒๗ ครั้ง ส่วนใหญ่ได้แก่ ฝรั่ง ชมพู และมะม่วง ซึ่งได้เตือนว่าจะอนุโลมให้มีการนำเข้าผลไม้ไทยทั้ง ๓ ชนิดดังกล่าวต่อไป แต่หากตรวจพบปัญหาศัตรูพืชในผลไม้ไทยดังกล่าวเกิน ๕ ครั้งต่อปีเช่นเดียวกับมาตรการที่ใช้กับผัก สหภาพยุโรปจะพิจารณาเริ่มกระบวนการห้ามนำเข้าผลไมดังกล่าวไปยังสหภาพยุโรป โดยจะเริ่มนับจำนวนครั้งตั้งแต่วันที่ ๑ สิงหาคม ๒๕๕๖ เป็นต้นไป

วิธีการอาบรังสีแกมมา สำหรับควบคุมศัตรูพืชกักกันที่ติดปะปนไปกับผลิตผลทางการเกษตรเป็นหนึ่งในหลายวิธีของการใช้นิวเคลียร์เทคนิคด้านกักกันพืช ปี ๒๕๔๙ สำนักงานเลขาธิการอนุสัญญาว่าด้วยการอารักขาพืชระหว่างประเทศ (IPPC) ขององค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) กำหนดมาตรฐานระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรการสุขอนามัยพืชเกี่ยวกับการอาบรังสีที่มีการยอมรับและใช้กันแพร่หลาย โดยสมาชิกของ WTO ต้องปฏิบัติตามมาตรฐานเรื่อง แนวทางปฏิบัติสำหรับการใช้การอาบรังสี เป็นมาตรการสุขอนามัยพืช (International Standard on Phytosanitary Measure No. ๑๘ Guidelines for the Use of Irradiation as a Phytosanitary Measure) เน้นไปที่การควบคุมการแพร่ระบาดของศัตรูพืชที่อาจติดมากับผลิตผลทางการเกษตร หลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยใช้คำแนะนำของมาตรฐานฉบับนี้สำหรับส่งออกผักผลไม้ สหรัฐอเมริกามีการอาบรังสีผลไม้ก่อนส่งออกหลายชนิด ได้แก่ มะละกอ มะเขือเทศ แตงกวา ถั่วลิสง ถั่วเขียว พริกหวาน มะเขือเปราะ มะม่วง มันเทศ แก้วมังกร ลำไย และยังนำเข้าผลไม้อาบรังสีจาก ไทย อินเดีย เวียดนาม ปากีสถาน ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย เม็กซิโก แอฟริกาใต้ เปรู ไฮติ กัวเตมาลา เอกวาดอร์ และบราซิล

องค์การอนามัยโลก (WHO) และทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA) ได้สรุปว่าการอาบรังสีอาหารใดก็ตามด้วยปริมาณรังสีไม่เกิน ๑๐ กิโลเกรย์จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาด้านความปลอดภัยกับผู้บริโภคและไม่มีรังสีตกค้างในอาหาร ในปี ๒๕๒๙ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาสหรัฐอเมริกา (USFDA) ออกประกาศรับรองความปลอดภัยของอาหารอาบรังสีและอนุญาตให้จำหน่ายแก่ประชาชนเพื่อการบริโภคการอาบรังสีระดับพลังงานที่ใช้ในอาหารต่ำมากไม่มีโอกาสที่จะเกิดสารกัมมันตรังสี และไม่มีการกระจายของสารไอโซโทปไปสู่สิ่งแวดล้อม

การศึกษาผลไม้สดอาบรังสีเพื่องานกักกันพืชในประเทศไทยมีน้อย ได้แก่ มะม่วง ถั่วลิสง ลำไย ส้มโอ แต่กรมวิชาการเกษตรในฐานะองค์การอารักขาพืชแห่งชาติมีการวิจัยสนับสนุนการส่งออกตามเงื่อนไขด้านกักกันพืชของประเทศคู่ค้า ปัจจุบัน สหรัฐอเมริกาทกำหนดให้ไทยต้องอาบรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี ๔๐๐ เกรย์

ก่อนส่งออกผลไม้ ๗ ชนิด ได้แก่ มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย สับปะรด มังคุด แก้วมังกร และเงาะ แต่ระดับปริมาณรังสีดังกล่าวทำให้คุณภาพผลไม้เสียหายมีเพียง ลำไย มังคุดเท่านั้นที่ส่งออกได้ ดังนั้นกรมวิชาการเกษตรจำเป็นต้องพัฒนางานวิจัยอาบรังสีเพื่อจัดการศัตรูพืชกักกันควบคู่กับวิจัยด้านอายุการเก็บรักษาผักผลไม้หลังอาบรังสีและความทางคุณภาพ ศัตรูพืชเป้าหมายคือ แมลงวันผลไม้ โครงการวิจัยนี้้นำการใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเก็บรักษาผลไม้ภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลง (modified atmosphere package, MAP) ให้มีออกซิเจนน้อย หรือคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าปกติซึ่งใช้ยืดอายุการเก็บรักษาผักผลไม้ให้สดเก็บได้นานมาวิจัยร่วมกับการอาบรังสี

ผลงานวิจัยที่เป็นวิทยาศาสตร์จะนำไปใช้รับมือกับวิกฤตการณ์ กรณีสหภาพยุโรปประกาศห้ามนำเข้าพริกฝรั่ง จากไทยในระยะเวลาอันใกล้นี้ ใช้แก้ไขปัญหาผลไม้ที่เสียหายจากการอาบรังสี (fruit injury) ส่งออกไปสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์กำหนดให้ไทยต้องอาบรังสีผลลิ้นจี่และลำไยก่อนส่งออกที่ปริมาณรังสี ๒๕๐ เกรย์ซึ่งยังไม่รายงานการวิจัยความเสียหายที่เกิดขึ้น (injury) มาก่อน

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องอาบรังสี แห่ลมกำเนิด Co-๖๐ ที่สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) จังหวัดนครนายก แก้วมังกรเนื้อขาว น้ำไอโซน เครื่องวัดค่าความเป็นกรดของผลไม้ เครื่องวัดค่าความหวานของผลไม้ เครื่องวัดความแน่นเนื้อ ห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับงานทดลองขนาดเล็ก โดยใช้อุณหภูมิ ๒๗ องศาเซลเซียส และความชื้น ๗๕ เปอร์เซ็นต์ ตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับงานทดลองขนาดเล็ก ห้องเย็นสำหรับเก็บผลไม้ที่ใช้ในการทดลอง แท่งวัดอุณหภูมิขนาดเล็กสำหรับงานทดลอง เครื่องชั่งตวงวัด ๒ ตำแหน่งสำหรับงานทดลอง อุปกรณ์สำหรับเช็คผลการทดลอง ๆ ได้แก่ พู่กัน ปากคีบ เคาท์เตอร์ งานทดลองขนาดเล็ก ถาดใส่ผลไม้ ถุงผ้าตาข่าย ถุงมือ มีดปอกผลไม้ ถุงขยะดำ และอื่น ๆ

แบบและวิธีการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาผลของไอโซนต่อการเก็บรักษาผลแก้วมังกร

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) 3 กรรมวิธี ทำ 3 ซ้ำๆ ละ 12 ผล โดยนำผลแก้วมังกรลงในสารละลายต่างๆ ในแต่ละกรรมวิธีคือ

กรรมวิธีที่ 1 สารละลายคลอรีน ความเข้มข้น 200 ppm 10 นาที

กรรมวิธีที่ 2 สารละลายไอโซน ความเข้มข้น 400 ppm 5 นาที

กรรมวิธีที่ 3 สารละลายไอโซน ความเข้มข้น 700 ppm 5 นาที

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาปริมาณรังสีต่อการเก็บรักษาต่อผลแก้วมังกร

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) ทำ 3 ซ้ำๆ ละ 12 ผล โดยเลือกกรรมวิธีที่ดีที่สุดในช่วงตอนที่ 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 ศึกษาผลของไอโซนต่อการเก็บรักษาผลแก้วมังกร

เตรียมแก้วมังกรที่มีความสุกแก่ 75 % คัดผลน้ำหนัก 300-350 กรัม ตัดแต่งขั้วผลเหลือไม่เกิน 5 มิลลิเมตร นำไปแช่ในสารละลายด้วยกรรมวิธีที่แตกต่างกันทั้งหมด 3 กรรมวิธี ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม แล้วจึงบรรจุลงในถุง LDPE (low density polyethylene) ที่มีค่า OTR (oxygen transmission rate) 10,000 - 12,000 มิลลิลิตร/ตารางเมตร/วัน ความหนา 50 ไมครอน เพื่อเป็นการยืดอายุในการเก็บรักษาผลไม้ ปิดปากถุงให้สนิท นำไปเก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิ 15 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 % ทำการบันทึกผลการทดลอง

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาปริมาณรังสีต่อการเก็บรักษาต่อผลแก้วมังกร

นำผลแก้วมังกรใส่ถุง LDPE ความหนา 50 ไมครอน ปิดปากถุงให้สนิท ใส่ในกล่องกระดาษ ติด Dosimeter ภายในและภายนอกกล่องเพื่อวัดปริมาณรังสี นำไปอาบรังสีด้วยเครื่องอาบรังสีแกมมาโคบอลต์ 60 (Multi Purpose Gemstone Irradiator) ที่ระดับปริมาณรังสี 4 ระดับ ที่ 0 250 300 และ 400 เกรย์ ทั้งนี้ต้องมีการวัดการกระจายตัวของรังสีแกมมากับผลแก้วมังกรเพื่อกำหนดวิธีการกระจายตัวของรังสีที่ถูกต้องและเหมาะสม (Dose Mapping Test) ก่อนทำการทดลอง หลังอาบรังสีนำไปเก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิ 15 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 %

การบันทึกข้อมูล

1. การสูญเสียน้ำหนัก (weight loss)
2. การเสียสภาพสีผิว (skin color loss)
3. ความแน่นเนื้อ (firmness)
4. ปริมาณน้ำตาล (brix value)
5. บันทึกผลการทดลองที่ระยะการเก็บรักษา 0 3 และ 5 วัน
6. วิเคราะห์ผลและสรุปผลการทดลอง

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 ศึกษาผลของโอโซนต่อการเก็บรักษาผลแก้วมังกร

1.1 การเปลี่ยนแปลงของการสูญเสียน้ำหนัก (weight loss)

จากการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของแก้วมังกรมีแนวโน้มการสูญเสียเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา 3 วัน 5 และ 7 วัน และทุกกรรมวิธีที่แช่ด้วยสารละลายโอโซนและคลอรีนแตกต่างกัน กรรมวิธีแช่ด้วยน้ำเปล่ามีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก หลังจากการเก็บรักษาวันที่ 7 โดยกรรมวิธีที่ 3 แก้วมังกรมีการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.62 เปอร์เซ็นต์ รองลงคือกรรมวิธีที่ 4 โดยมีการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.64 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีที่ 2 แก้วมังกรมีการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.65 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีที่ 1 แช่แก้วมังกรด้วยน้ำเปล่า

ผิวเปลือกจะแสดงอาการเหี่ยว โดยเฉพาะกลีบผลจะเฉาและเหี่ยวจะพบว่าในกรรมวิธีที่ไม่ได้แช่สารแก้วมังกรด้วยสารละลายโอโซนจะพบกลีบผลจะเฉาและเหี่ยวจากกลีบผลที่เป็นสีเขียวจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีเหลืองและสีน้ำตาล ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Mkhitarayan (1984) พบว่าโอโซนที่ใช้ในการเก็บรักษาแอปเปิ้ลที่ความเข้มข้น 5-6 mg/m³ นาน 1.5 ชั่วโมงทุกๆ 10 วันสามารถลดการเน่าเสียและความเสียหายทั้งหมด 7% และคุณภาพของผลที่ได้รับโอโซนดีกว่าที่ไม่ได้รับโอโซนและในถุงสุญญากาศ (vacuum) มีผลในการลดการเกิดโรคเนื่องจากเกิดการดัดแปลงบรรยากาศภายในถุงมีก๊าซออกซิเจนที่ต่ำลงและขณะเดียวกันมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นซึ่งมีผลโดยตรงต่อการควบคุมโรค (Thompson, 1995)

1.2 การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกนอก

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกด้านนอกพบว่าหลังจากการแช่ด้วยโอโซนที่อัตราต่างๆแล้วสังเกตผลพบว่าสีเปลือกด้านนอกคล้ำขึ้นค่าความสว่าง (L*) และค่าความสว่าง (b*) ของเปลือกแก้วมังกรด้านนอกตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C พบว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือค่อยๆลดลงกล่าวคือสีเปลือกผลแก้วมังกรจะมีสีคล้ำขึ้นเรื่อยๆซึ่งไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุมเนื่องจากระหว่างการเก็บรักษาเปลือกเริ่มเสื่อมและเปลี่ยนสีผิวจากแดงเป็นสีน้ำตาลเหลืองในที่สุด

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกวิเคราะห์ได้ว่าในการแช่แก้วมังกรด้วยสารละลายโอโซนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวของเปลือกแก้วมังกรเนื่องจากผลแก้วมังกรที่ได้รับการแช่โอโซนอัตรา 400 ppm/10 m และ

อัตรา 700 ppm/10 m มีค่าความสว่างสูงสุดซึ่งอาจเกิดจากแฉะสารละลายโอโซนมีฤทธิ์ในการออกซิไดส์จึงสามารถฟอกสีผิวแก้วมังกรให้สว่างขึ้นในขณะที่การแช่แก้วมังกรด้วยสารละลาย Cl_2 (200ppm/10 m) มีค่าความสว่างต่ำและไม่แตกต่างกับการแช่ด้วยน้ำเปล่า Chim and Robert (1994) ได้รายงานไว้ว่าการใช้โอโซนที่ความเข้มข้น 60 ไมโครลิตรต่อลิตรวันละ 8 ชั่วโมงเป็นเวลา 28 วันส่งผลให้สีผิวของแครอทมีสีที่สดใสกว่าไม่ได้แช่ด้วยโอโซนมีข้อสังเกตเมื่อเก็บรักษาในถุงสุญญากาศสามารถควบคุมการเปลี่ยน

1.3 การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อ (Texture (N))

ผลแก้วมังกรเมื่อเก็บรักษาจำนวน 7 วัน พบว่าการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อ ในวันที่ 0 3 ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในวันที่ 5 และ 7 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย กรรมวิธีที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อ (Texture (N)) และ N ตามลำดับ

1.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ซึ่งส่วนใหญ่คือรวมทั้งปริมาณน้ำตาลหรือกรดอินทรีย์มีค่าไม่แตกต่างกันอยู่ในช่วง 10.60-11.89 % การแช่แก้วมังกรด้วยโอโซนอัตรา 200 ppm/5 m และอัตรา 400 ppm/5 m หลังจาก 7 วันปริมาณน้ำตาลสูงที่สุดและในชุดควบคุมจะมีปริมาณน้ำตาลต่ำที่สุดซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Houngh and Wang (1992) พบว่าโอโซนที่ใช้ในการเก็บรักษาห่อและแอปเปิ้ลโดยจะลดอัตราการหายใจของผลและการสูญเสียน้ำตาลในผลยืดอายุการเก็บรักษา

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาปริมาณรังสีต่อการเก็บรักษาต่อผลแก้วมังกร แช่ผลแก้วมังกรด้วย O_3 ที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm 10 นาที ก่อนนำไปฉายรังสี

2.1 การเปลี่ยนแปลงของการสูญเสียน้ำหนักหลังฉายรังสี (weight loss)

การสูญเสียน้ำหนักของการสูญเสียน้ำหนักของแก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสีแล้วได้นำไปเก็บรักษาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 °ซ พบว่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักในกรรมวิธีที่ 1-3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ วันที่ 0 , 3 , 5 และพบว่าในวันที่ 7 มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย กรรมวิธีที่ 4 มีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด ในกรรมวิธีที่ 4 วันที่ 3 และ 5 มีค่าเท่ากับ 1.34 % และในวันที่ 7 มีค่าเท่ากับ 1.29

2.2 การเปลี่ยนแปลงของค่า (L^*) ของสีเปลือกนอกผลแก้วมังกรหลังฉายรังสี

ผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาไว้จำนวน 7 วัน พบว่าค่าความสว่าง (L^*) ก่อนและหลังฉายรังสีทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 9) และพบว่าค่าความสว่าง (L^*) ของทุกกรรมวิธีการทดลองพบว่า ค่าความสว่างของแก้วมังกรมี ค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงท้ายของการเก็บรักษา

2.3 การเปลี่ยนแปลงของค่า (A^*) ของสีเปลือกนอกผลแก้วมังกรหลังฉายรังสี

แสดงให้เห็นค่าสีเขียวแดง (A^*) ค่าติดลบมากแสดงถึงการเข้าใกล้สีเขียวและเป็นบวกเพิ่มขึ้นแสดงถึงการเข้าใกล้สีแดง จากการศึกษาพบว่าผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาไว้จำนวน 7 วัน ค่า (A^*) ก่อนฉายรังสี ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หลังฉายรังสีพบว่าผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาไว้ที่ 3 5 และ 7 วัน ในกรรมวิธีที่ 1-3 ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุม โดยค่าติดลบมากแสดงถึงการเข้าใกล้สีเขียวมากที่สุด

2.4 การเปลี่ยนแปลงของค่า (B^*) ของสีเปลือกนอกผลแก้วมังกรหลังฉายรังสี

ผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาไว้จำนวน 7 วัน พบว่าค่าสีน้ำเงิน (B^*) ก่อนและหลังฉายรังสี ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าติดลบมากแสดงถึงการเข้าใกล้สีน้ำเงินมากที่สุด

2.5 การเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อ (Texture (N))

ผลแก้วมังกรเมื่อเก็บรักษาจำนวน 7 วัน พบว่าการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อทุกกรรมวิธีที่ 0 3 5 และ 7 วัน ในวันที่ 7 ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ซึ่งส่วนใหญ่คือรวมทั้งปริมาณน้ำตาลหรือกรดอินทรีย์มีค่าไม่แตกต่างกันอยู่ในช่วง 11.53-12.96 % การแช่แก้วมังกรด้วยโอโซนอัตรา 400ppm/5 m และนำไปฉายหลังสีหลังจาก 7 วันพบว่าทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างทางสถิติ แก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสีกรรมวิธีที่ 1-3 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่ำกว่าชุดควบคุมเล็กน้อย และปริมาณค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลา เก็บรักษา โดยทั่วไปการลดลงของน้ำตาลในระหว่างการสุก ของผลไม้ เกิดเนื่องจากน้ำตาลถูกใช้ในกระบวนการหายใจ แต่แก้วมังกรจัดเป็นผลไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำ จึงส่งผลให้ ปริมาณน้ำตาลมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

วิจารณ์ผลการวิจัยการศึกษาปริมาณรังสีต่อการเก็บรักษาต่อผลแก้วมังกร แช่ผลแก้วมังกรด้วย O_3 ที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm 10 นาที และใส่ถุง LDPE ก่อนนำไปฉายรังสีโคบอลต์ 60 ที่อัตรา 150 Gy, 250 Gy, 300 Gy และ 400 Gy ทุกอัตรามีผลในการลดการสูญเสียน้ำหนักของแก้วมังกรในช่วงแรกของการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของการ สูญเสียน้ำหนักในแก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสีอัตรา 400 GYกับชุดควบคุมซึ่งการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลสดภายหลัง การเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจ เนื่องจากผลผลิตที่ได้จากการหายใจส่วนหนึ่งคือ น้ำ (จริงแท้, 2549) แสดงให้เห็นว่าการฉายรังสีโคบอลต์ที่ระดับรังสี 150 -300 Gy ไม่มีผลต่ออัตราการหายใจของแก้วมังกร จากการฉายรังสี โคบอลต์ในระดับความเข้มข้นที่ระดับรังสี 400Gy จะไปกระตุ้นอัตราการหายใจของแก้วมังกรทำให้แก้วมังกรมีการคายน้ำที่มากทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักและเก็บไว้ในห้องเย็นเริ่มมีอาการเน่าและช้ำน้ำที่เกิดขึ้นที่ผลของแก้วมังกร แต่ไม่มีผลกระทบต่อสัดส่วนของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์ (Artes-Hernandez *et al.*, 2010) การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาล โดยวัดในรูปของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำพบว่าแก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสีฉายรังสีโคบอลต์ที่ระดับรังสี 150 -300 Gy มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่ำกว่าชุด ควบคุมเล็กน้อย และปริมาณ

ค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลา เก็บรักษา โดยทั่วไปการลดลงของน้ำตาลในระหว่างการสุกของผลไม้เกิดเนื่องจาก น้ำตาลถูกใช้ในกระบวนการหายใจ แต่แก๊วมังกรจัดเป็นผลไม้ที่มีอัตราการหายใจต่ำจึงส่งผลให้ ปริมาณน้ำตาลมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย (จริงแท้, 2542) สีของแก๊วมังกรตัดผ่านการฉายรังสีรังสีฉายรังสีโคบอลต์ที่ระดับ รังสี 150 -300 Gy มีการเปลี่ยนแปลงตามระดับความเข้มของรังสีน้อยมากเหมาะสมไม่เกิดการกระทบกับลักษณะ ภายนอกของแก๊วมังกรและสีของแก๊วมังกรไม่สามารถแยกความแตกต่างของสีด้วยสายตาได้ต้องใช้เครื่องมือวัด จากการฉายรังสีโคบอลต์ที่ระดับรังสี 400 Gyจะไปกระตุ้นอัตราการหายใจของแก๊วมังกรทำให้แก๊วมังกรมีการคาย น้ำที่มากทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักและเก็บไว้ในห้องเย็นเริ่มมีอาการเน่าและช้ำน้ำที่เกิดขึ้นที่ผลของแก๊วมังกรซึ่ง สอดคล้องกับรายงานของโซคอนันต์ (2550) รายงานว่า อาการเนื่อใสของแก๊วมังกร มี ลักษณะโปร่งใส เนื้อเยื่อ เหมือนลูกแตงโม ซึ่งเกิดจากการที่ เซลล์หรือเนื้อเยื่อได้รับความเสียหายจากสภาพแวดล้อม ต่างๆ ที่ไม่เหมาะสม การฉายรังสีโคบอลต์ที่ระดับรังสี 400 Gyในผลแก๊วมังกรไม่มีความเหมาะสมต้องลดอัตรารังสีให้ต่ำกว่า 400 Gy

สรุปผลการทดลอง

จากการฉายรังสีโคบอลต์ที่ระดับรังสี 400 Gy จะไปกระตุ้นอัตราการหายใจของแก๊วมังกรทำให้แก๊วมังกร มีการคายน้ำที่มากทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักและเก็บไว้ในห้องเย็นเริ่มมีอาการเน่าและช้ำน้ำที่เกิดขึ้นที่ผลของแก๊วมังกรอาการเนื่อใสของแก๊วมังกร มี ลักษณะโปร่งใส เนื้อเยื่อเหมือนลูกแตงโม ซึ่งเกิดจากการที่ เซลล์หรือเนื้อเยื่อ ได้รับความเสียหายจากสภาพแวดล้อม ต่างๆ ที่ไม่เหมาะสม การฉายรังสีโคบอลต์ที่ระดับรังสี 400 Gy ในผลแก๊วมังกรไม่มีความเหมาะสมต้องลดอัตรารังสีให้ต่ำกว่า 400 Gy

เอกสารอ้างอิง

- กานดา หวังชัยกนการณ ศรีญญาวัจน์ และจำนงค์ อุทัยบุตร. 2549. ประสิทธิภาพของโอโซนในการควบคุมโรค หลังการเก็บเกี่ยวระหว่างการเก็บรักษา ผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. ว. วิทย์. กษ. 37(5)(พิเศษ) : 457-460.
- ประเวทย์ แก้วช่วง สุชาดา เสกสรรวิริยะ วณิช ลิ้มโอภาสมณี อรรถยา มาลากรอง สาธิต วงษ์ศิริ ประพนธ์ปราง ณ โสภณ และฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์. 2546. การอบรังสีลำไยเพื่อกำจัดแมลงวันผลไม้ในการกักกันพืช. การ ประชุมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ครั้งที่ 9. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ, กรุงเทพฯ. หน้า 1-10.
- พวงผกา คมสัน มานนท์ สุตันทวงษ์ อวยชัย สมิตะสิริ จำลอง ลภาสาธกุล อุดร อุณหวุฒิ และวลัยกร วรวิศิษฐ์ธารง. 2531. การใช้รังสีในงานกักกันพืชสำหรับกำจัดแมลงวันผลไม้ Oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* hendel ในมะม่วง, หน้า 263-267. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 26. 3-5 กุมภาพันธ์ 2531 รายงานผลการวิจัย สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กระทรวง เกษตรและสหกรณ์และกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน, กรุงเทพฯ.
- ยุทธพงศ์ประชาสิทธิศักดิ์. 2539. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการสูญเสียของมะขามหวานระหว่างการเก็บ รักษา, นิวเคลียร์ปริทัศน์, ฉบับที่ 1, หน้า 17-22.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร 2557 สถิติการส่งออกผักผลไม้ปี 2555-2556. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ไฟล์อิเล็กทรอนิกส์

สุชาติ เสกสรรวิริยะ ทศพล แทนรินทร์วณิช ลี้มโสภาสมณี และฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์. 2553. การพัฒนาสูตรอาหารเทียมเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้โดยการเพิ่มบริเวอรี่ีสต์เพื่อใช้ในโครงการควบคุมโดยเทคนิคการใช้แมลงที่เป็นหมัน. 663 หน้า. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48. 3-5 กุมภาพันธ์ 2553 รายงานผลการวิจัย สาขาพืช.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษากระทรวงศึกษาธิการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

Balock, J.W., Burdit, A.K., Seo, S.T. and Akamine, E.K. (1966). Gamma Irradiation as a quarantine treatment for Hawaiian fruit flies. J. Econ. Entomol. 59: 202-204.

Brynjolfsson, A. 1989. Future radiation sources and identification of irradiated foods. Food Technol. 43(7) : 84 -89.

Follett, P.A. and J.W. Armstrong. 2004. Revised irradiation doses to control melon fly, Mediterranean fruit fly, and oriental fruit fly and a generic dose for tephritid fruit flies. J. Econ. Entomol. 97(4): 1254-1262.

Follett, P. A. 2009. Generic Radiation Quarantine Treatments: The Next Steps. Journal of Economic Entomology. 102(4): 1399-1406.

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

Hallman, G.J. and P. Loaharanu. 2002. Generic ionizing radiation quarantine treatments against fruit flies (Diptera: Tephritidae) proposed. Journal of Economic Entomology. 95(5): 893-901.

Hallman, G.J., 2012. Generic phytosanitary irradiation treatments. Rad. Physics Chem. 81, 861-866.

- IAEA, 2004. Irradiation as a phytosanitary treatment of food and agricultural commodities. In Proceedings of final research coordination meeting organized by the joint FAO/IAEA 2002. Vienna.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). 2004. Irradiation as a phytosanitary treatment of food and agriculture commodities. [online 17 พฤษภาคม 2557]: <http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/7159/Irradiation-as-a-Phytosanitary-Treatment-of-Food-and-Agricultural-Commodities>
- Kabbashi, E. E. B. M., O. E. Nasr, S. K. Musa and M. A. H. Roshdi. 2012. Use of Gamma Irradiation for Disinfestation of Guava Fruits from Fruit Flies [*Ceratitis* spp. and *Bactrocera* sp. (Diptera: Tephritidae)] in Khartoum State, Sudan. Journal of Agricultural Science Research. 2(4): 177 – 182.
- Koidsumi, K. 1930. Quantitative studies on lethal action of x-rays upon certain insects. J. Soc. Trop. Agric. 2: 243-263.
- Loaharanu, P. 2001. Trends on Global Trade in Irradiated Foods. Paper Presented at National Seminar on Food Irradiation. Bangkok. April 19, 2001. 10 pp.
- Mitcham, B. 1999. Irradiation as a quarantine treatment. Perishables Handling Quarterly Issue No. 99: 19-21.
- Puanmanee, K., A. Wongpiyasatid, M. Sutantawong and P. Hormchan. 2010. Gamma Irradiation Effect on Guava Fruit Fly, *Bactrocera correcta* (Bezzi) (Diptera: Tephritidae). Journal of Kasetsart. 44: 830 – 836.
- Tanaka, N., L. F. Steiner, K. Ohinata and R. Okamoto. 1969. Low – cost larval rearing medium for mass production of oriental and Mediterranean fruit flies. Journal of Economic Entomology. 62: 967 – 968.
- Vargas, R. I., S. Mitchell, C-L. Hsu and W. A. Walsh. 1993. Evaluation of mass – rearing procedures for *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae). Journal of Economic Entomology. 86(4): 1157 – 1161.
- Watanabe, N.F. Ichinohe and M. Sonda. 1973. Improvement of corn flour medium for larval culture of oriental fruit fly. Res. Bull.Plant. Prot.Japan. 11:57-5B

Table 1 Percentage weight loss

Treatment	% Weight loss			
	0 day	3 day	5 day	7 day
control	0.00 ± 0.00	1.35c± 0.14	1.27b ± 0.41	3.66c± 1.01
Cl ₂ 200 ppm 10m	0.00 ± 0.00	1.34b± 0.15	1.28b ± 0.42	3.65b ± 1.03
O ₃ 400 ppm 5m	0.00 ± 0.00	1.33ab ± 0.13	1.25a ± 0.45	3.62a ± 1.05
O ₃ 700 ppm 5m	0.00 ± 0.00	1.32a ± 0.14	1.24a ± 0.45	3.64ab ± 1.05
CV (%)	0.00	0.74	0.79	0.28

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

Table 2 Skin color loss (L*) for dragon fruits skin.

Treatment	Skin color (L*)							
	0 day		3 day		5 day		7 day	
	Before	Affer	Before	Affer	Before	Affer	Before	Affer
control	61.00 a± 3.37	60.54a± 3.50	59.79a± 3.41	59.88a ±4.36	59.73a ± 3.41	60.25a ± 3.26	61.46a±3.34	61.08.a±3.99
Cl ₂ 200 ppm 10m	61.07 a ± 3.75	60.83a ± 3.,29	59.86a ± 3.35	59.91a ±4.21	60.15a ± 3.21	60.29a ±3..83	61.24a±3.66	61.05a±3.86
O ₃ 400 ppm 5m	61.03 a ± 3.24	60.55a ± 3.35	60.35a ± 3.48	60.73 a±3.49	60.83a±3.56	60.93a±3.95	61.24±4.50	61.11a±3.95
O ₃ 700 ppm 5m	60.40a ± 3.35	59.85 ± 3.40	59.88a ±3.56	61.38a ±3.34	61.26a ±3.55	61.28a ±3.35	61.38a±3.43	61.03a±16.54
CV(%)	2.49	1.05	0.60	0.73	0.85	1.04	1.55	1.04

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

Table 3. Skin color loss (A*) for dragon fruits skin.

Treatment	Skin color (A*)			
	0 day	3 day	5 day	7 day
control	-0.04a± 0.27	-0.13a± 0.32	-0.18 a±0.29	-0.28a ±0.24
Cl ₂ 200 ppm 10m	-0.04a± 0.29	-0.16ab± 0.36	-0.19 ab±0.30	-0.29ab ±0.23
O ₃ 400 ppm 5m	-0.05ab± 0.31	-0.18ab± 0.38	-0..22 ab±0.35	-0.30ab ±0.27
O ₃ 700 ppm 5m	-0.06b± 0.35	-0.19c± 0.41	-0.24b ±0.37	-0.31b± 0.29
C.V.(%)	11.79	4.16	3.45	2.36

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

Table 4 Skin color loss (B*) for dragon fruits skin.

Treatment	Skin color (B*)			
	0 day	3 day	5 day	7 day
control	3.90a± 0.65	4.02a± 0.67	4.11 a±0.63	3.99a ±0.68
Cl ₂ 200 ppm 10m	4.05± 0.60	4.10ab± 0.36	4.24ab±0.30	4.11ab ±0.23
O ₃ 400 ppm 5m	4.10ab± 0.67	4.15ab± 0.38	4.36ab±0.35	4.17ab ±0.27
O ₃ 700 ppm 5m	4.15b± 0.70	4.25c± 0.41	4.70b ±0.37	4.23b± 0.29
C.V (%)	11.79	1.75	1.36	1.58

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	1.59 ± 0.08 a	1.53 ± 0.09a	1.34 ± 0.10 a	1.35 ± 0.07a
Cl ₂ 200 ppm 10m	1.60 ± 0.10 a	1.56 ± 0.12a	1.35 ± 0.12 a	1.36 ± 0.08a
O ₃ 400 ppm 5m	1.59 ± 0.95 a	1.58 ± 0.15a	1.37 ± 0.14 ab	1.37 ± 0.09ab
O ₃ 700 ppm 5m	1.61 ± 0.08 a	1.59 ± 0.17a	1.39 ± 0.16 b	1.38 ± 0.01b
CV (%)	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 brix value.

Treatment	% Brix value			
	0 day	3 day	5 day	7 day
control	10.90. ± 1.05a	11.90± 0.98a	11.20 ± 0.92a	10.40. ± 0.78a
Cl ₂ 200 ppm 10m	10.95. ± 1.56a	11.83 ± 1.69a	11.50 ± 1.53a	10.50 ± 1.60a
O ₃ 400 ppm 5m	11.15. ± 2.38a	11.84 ± 1.73a	11.65 ± 1.67a	10.60 ± 1.64a
O ₃ 700 ppm 5m	11.29 ± 2.54a	11.89 ± 1.86a	11.75 ± 1.75a	10.95 ± 1.79a
CV (%)	1.06	3.88	5.88	6.22

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 <u>a</u>	1.34 ± 0.10 a	1.34 ± 0.15 a	1.34 ± 0.29 a
150 Gy	0.00 ± 0.00 <u>a</u>	1.34± 0.11 a	1.34 ± 0.13 a	1.34 ± 0.26 a
250 Gy	0.00 ± 0.00 <u>a</u>	1.34 ± 0.12 a	1.34 ± 0.14 a	1.34± 0.27 a
400 Gy	0.00 ± 0.00 <u>a</u>	1.34 ± 0.01 a	1.34 ± 0.20 a	1.29 ± 0.32 b
C.V.(%)	0.00	0.81	0.91	0.98

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

Table 8 Skin color loss (L*) for dragon fruits skin.

Treatment	Skin color (L*)							
	0 day		3 day		5 day		7 day	
	Before	Affer	Before	Affer	Before	Affer	Before	Affer
control	62.00 a± 2.21	62.04a± 2.31	62.35 a± 2.43	62.58a± 2.56	62.77 a± 2.67	62.80a± 2.75	62.85 a± 2.93	62.92a± 2.97
150 GY	61.53 a ± 2.65	60.83a ± 3.,29	61.74 a ± 2.75	60.93a ± 3.92	61.83 a ± 2.92	60.97a ± 3.,91	62.03 a ± 2.97	61.03a ± 3..29
250 GY	61.67 a ± 2.64	60.55a ± 3.35	61.82 a ± 2.85	61.03a ± 3.97	61.53 a ± 2.82	60.73a ± 3.,96	62.35 a ± 3.16	61.15a ± 3.36
400	61.80a ± 2.66	59.85 ± 3.40	61.95a ± 2.93	61.53a ± 4.02	61.61 a ± 2.95	60.88a ± 3.,99	62.47 a ± 3.36	61.34a ± 3.42
CV(%)	1.49	0.09	0.70	0.93	0.72	1.56	1.67	1.98

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

Table 9 Skin color loss (A*) for dragon fruits skin.

Treatment	Skin color (A*)			
	0 day	3 day	5 day	7 day
control	-0.04a± 0.35	-0.14a± 0.42	-0.17 a±0.52	-0.22a ±0.57
150 GY	-0.04a± 0.32	-0.17a± 0.46	-0.19a±0.57	-0.25a ±0.61
250 GY	-0.05ab± 0.41	-0.19a± 0.52	-0..25a±0.63	-0.30a±0.67
400 GY	-0.06a± 0.45	-0.20a± 0.55	-0.27a ±0.68	-0.36a± 0.71
C.V.(%)	12.75	4.32	3.71	2.34

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

Table 10 Skin color loss (B*) for dragon fruits skin.

Treatment	Skin color (B*)			
	0 day	3 day	5 day	7 day
control	3.82 _a ± 0.55	3.95 _a ± 0.58	3.98 _a ± 0.62	3.98 _a ± 0.66
150 GY	3.87 _a ± 0.50	3.93 _a ± 0.60	3.99 _a ± 0.65	3.99 _a ± 0.73
250 GY	3.90 _a ± 0.57	3.98 _a ± 0.65	4.08 _a ± 0.68	4.08 _a ± 0.75
400 GY	4.05 _a ± 0.65	4.15 _a ± 0.69	4.19 _a ± 0.72	4.19 _a ± 0.79
C.V.(%)	10.25	2.56	4.59	5.59

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

Table 11 Firmness (N)

Treatment	Texture (N)			
	0 day	3 day	5 day	7 day
control	1.59 ± 0.08 _a	1.53 ± 0.09 _a	1. 534 ± 0.1 _a	1.35 ± 0.07 _a
150 Gy	1.60 ± 0.10 _a	1.56 ± 0.12 _a	1.35 ± 0.12 _a	1.36 ± 0.08 _a
250 Gy	1.59 ± 0.09 _a	1.58 ± 0.15 _a	1.37 ± 0.14 _a	1.37 ± 0.09 _a
400 Gy	1.61 ± 0.08 _a	1.59 ± 0.17 _a	1.39 ± 0.16 _a	1.38 ± 0.0 _a
CV (%)	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 12 brix value.

Treatment	% Brix value			
	0 day	3 day	5 day	7 day
control	11.53. ± 1.35 _a	12.96± 0.95 _a	12.15± 0.91 _a	11.20. ± 0.76 _a
150 Gy	11.82. ± 1.52 _a	12.72 ± 1.54 _a	12.38 ± 1.47 _a	11.55 ± 1.53 _a
250 Gy	11.91. ± 2.22 _a	12.78 ± 1.69 _a	12.50 ± 1.56 _a	11.69 ± 1.54 _a

400 Gy	$11.29 \pm 2.48a$	$12.80 \pm 1.82a$	$12.65 \pm 1.62a$	$11.72 \pm 1.59a$
CV (%)	2.12	3.45	4.63	4.65

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



Figure1 Cobalt-60 teletherapy



Figure2 Ozonizer



Figure3 Dragon fruits dragon fruits Immersed in solution in O₃



Figure4 (A) Immersed in solution purify water 7 day and (B) dragon fruits Immersed in solution in O₃ 400 ppm at 10 minute



Figure5 Packing box of fruit and guava bag for radiation.