

ผลของการพ่นสารละลายโปรตีนจากผงไหมก่อนเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวของผลมังคุดฉายรังสี
Effect of Preharvest Application of Silk Protein Solution on the Postharvest Quality of Irradiated
Mangosteen Fruits

พีรพงษ์ แสงวานังกุล^{1,2} และ ยุพิน อ่อนศิริ¹
Peerapong Sangwanangkul^{1,2} and Yupin Onsiri¹

Abstract

Irradiated mangosteen fruits could be legally exported from Thailand to USA by air only due to their short shelf life. The aim of this study was to investigate the effect of preharvest application of silk protein solution at 250 ml/l every 4 days for 3 times right just before harvesting on the postharvest quality and storability of irradiated mangosteen fruits compared with the preharvest untreated fruits with and without irradiation. Irradiation was done by "Star track" at 966 Gy (minimum dose 800 Gy, maximum dose 1,165 Gy). All fruits were stored at 13±1°C for 2 to 3 weeks before transfer to 25±1°C for 0 3 and 6 days for quality and shelf life evaluation. The results showed that irradiation significantly enhanced weight loss resulting in peel hardening and calyx blackening. Silk protein - treated fruits with irradiation exhibited the highest weight loss and irradiation injuries after storage. Irradiated fruits could be stored at 13±1°C for 2 to 3 weeks and transferred to 25±1°C for another 3 days or less.

Keywords: *Garcinia mangostana* Linn., gamma ray, irradiation, silk protein

บทคัดย่อ

การฉายรังสีเป็นวิธีการเดียวที่ทำให้ประเทศไทยสามารถส่งออกผลมังคุดไปสู่สหรัฐอเมริกาได้แต่จำเป็นต้องขนส่งทางอากาศเท่านั้น เนื่องจากมีอายุเก็บรักษาสั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการพ่นสารละลายโปรตีนไหมความเข้มข้น 250 มิลลิกรัม/ลิตร จำนวน 3 ครั้ง ทุก 4 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว ต่อคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวและอายุเก็บรักษาของผลมังคุดที่ผ่านการฉายรังสี ด้วยระบบ Star track ที่ระดับ 966 เกรย์ (ค่าต่ำสุด 800 เกรย์ ค่าสูงสุด 1,165 เกรย์) เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้รับสารละลายก่อนเก็บเกี่ยว ที่ไม่ผ่านและผ่านการฉายรังสี เก็บรักษาที่ 13+1°C เป็นเวลา 2 ถึง 3 สัปดาห์ ก่อนการตรวจสอบคุณภาพและอายุวางจำหน่ายที่ 25+1°C เป็นเวลา 0, 3 และ 6 วัน พบว่า การฉายรังสีมีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้รับรังสีอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้เปลือกมังคุดแข็ง และกลีบเลี้ยงแห้งไม่เขียวสด ทั้งนี้การพ่นสารละลายโปรตีนไหมก่อนเก็บเกี่ยวส่งผลให้มังคุดมีเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักที่สุด ผลแสดงอาการเปลือกแข็ง และกลีบเลี้ยงแห้งภายหลังเก็บรักษา โดยผลที่ถูกฉายรังสีและเก็บรักษาที่ 13+1°C เป็นเวลา 2 ถึง 3 สัปดาห์ สามารถนำออกวางที่อุณหภูมิ 25 + 1°C เพื่อทดสอบการวางจำหน่ายได้ไม่เกิน 3 วัน

คำสำคัญ: มังคุด รังสีแกมมา การฉายรังสี ผงไหม

คำนำ

ปี พ.ศ.2551 สหรัฐอเมริกานำเข้าผลไม้สดฉายรังสีจากประเทศไทยมูลค่ากว่า 100 ล้านบาท โดยนำเข้าลำไยมากที่สุด รองลงมา คือ มังคุด มะม่วง เงาะ ลิ้นจี่ และสับปะรด ทั้งนี้ผลไม้สดเมื่อฉายรังสีมักมีลักษณะผิดปกติบางประการ รวมทั้งอายุเก็บรักษาและวางจำหน่ายสั้นลงจึงไม่สามารถส่งออกทางเรือซึ่งใช้เวลานานได้ พืชต่างชนิดหรือต่างสายพันธุ์อาจตอบสนองต่อระดับความเข้มของรังสีได้แตกต่างกัน การลดความเสียหายจากรังสีจึงมีวิธีการที่เหมาะสมแตกต่างกัน (Sangwanangkul *et al.*, 2008) สำหรับผลมังคุดฉายรังสีนั้นผู้ส่งออกมักปลิดกลีบเลี้ยงซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของมังคุดและขนส่งทางอากาศซึ่งมีค่าใช้จ่ายมากแทน เนื่องจากมีอายุเก็บรักษาและวางจำหน่ายสั้น กลีบเลี้ยงแห้งคล้ำ บางผลมีเปลือกแข็งเมื่อเก็บรักษานาน สอดคล้องกับรายงานของ Sangwanangkul *et al.* (2012) ที่พบว่าผลมังคุดที่ได้รับรังสีระหว่าง 312 – 860

¹ ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

¹ Postharvest Technology Center, Research and Development Institution at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140 THAILAND

² ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

² Postharvest Technology Innovation Center, Commission on higher Education, Bangkok 10400 THAILAND

เกรย์ แสดงอาการเปลือกแข็ง กีบเลี้ยงแห้งคล้ำ และมีการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ก่อโรคเพิ่มขึ้น เมื่อได้รับรังสีที่ระดับสูงและเก็บรักษาที่ 14°C เป็นเวลา 2 – 3 สัปดาห์ และนำออกวางที่ 25°C เป็นเวลา 3 – 6 วัน ดังนั้นหากสามารถลดความเสียหายและยืดอายุเก็บรักษาได้จะช่วยส่งเสริมการส่งออกทางเรือได้เป็นอย่างดี วไลลักษณ์ และคณะ (2554) รายงานว่า สารละลายโปรตีนใหม่ซีรีซินที่สกัดจากเศษไหมไม่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นสารเคลือบผิวมังคุด แต่การปนสารละลายโปรตีนใหม่เข้มข้น 0.5% กับผลมังคุดที่ต้นทุก 10 – 20 วัน หรือ โดยการพ่น 4 ครั้ง เมื่อเริ่มติดผล จากนั้นพ่นอีก 2 ครั้ง ห่างกัน 3 – 4 สัปดาห์ ก่อนพ่นครั้งสุดท้าย 2 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว ทำให้ผลมังคุดมีช้ำใหญ่ กีบเลี้ยงหนาและเขียวเข้มกว่าผลที่ไม่ได้พ่น และสามารถรับประทานได้เมื่อเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลา 3 – 4 สัปดาห์ นอกจากนี้การปนสารดังกล่าว 3 ระยะ คือ ระยะติดผล หลังจากรั้งแรก 3 – 4 สัปดาห์ และระยะ 2 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว เมื่อฉายรังสี สามารถเก็บรักษาที่ 10°C ความชื้นสัมพัทธ์ 80% โดยผลยังสามารถรับประทานได้ 93 และ 76% ในสัปดาห์ที่ 4 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งอาจไม่แตกต่างจากผลที่ไม่ได้รับการปนโปรตีนใหม่แต่ได้รับรังสีที่สามารถรับประทานได้ 100 และ 66% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามรายงานดังกล่าวไม่แสดงข้อมูลคุณภาพข้อมูลสถิติ และความเข้มของรังสีที่ใช้ จึงไม่สามารถชี้ชัดได้ว่าการปนสารละลายโปรตีนใหม่ก่อนเก็บเกี่ยว 3 ระยะดังกล่าวสามารถลดความเสียหายของผลมังคุดที่ได้รับรังสีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานหรือไม่ หรือมีสาเหตุจากความถี่ในการพ่นไม่เหมาะสม ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการปนสารละลายโปรตีนใหม่ก่อนเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพและอายุเก็บรักษาของผลมังคุดที่ผ่านการฉายรังสีที่ระดับ 400 – 1,000 เกรย์ ในสภาพจำลองการขนส่งทางเรือที่อุณหภูมิ 13°C

อุปกรณ์และวิธีการ

ปนสารละลายโปรตีนใหม่ที่ผลิตโดยสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ เข้มข้น 250 มิลลิกรัม/ลิตร จำนวน 3 ครั้ง ทุก 4 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว ในสวน จ.นครศรีธรรมราช ในเดือน กรกฎาคม 2553 เก็บเกี่ยวผลระยะ 2 และ 3 (ระยะสายเลื้อยถึงสีน้ำตาลแดงแล้ว) ขนส่งโดยรถบรรทุกในเวลากลางคืนมายังจุดรวบรวม จ.สมุทรสาคร จากนั้นขนส่งโดยรถห้องเย็นมายังมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ดำเนินการด้วยสารละลายคลอรีนเข้มข้น 200 ppm ฝั่ให้แห้ง คัดเลือกผลที่ได้มาตรฐาน วางผลให้สุกที่อุณหภูมิห้องและคัดเลือกผลวัยที่ 4 (ผิวม่วงอ่อน) ตามคู่มือแนวทางการปฏิบัติเพื่อการส่งออกผลไม้ไปสหรัฐอเมริกา (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2550) บรรจุถุงตาข่าย ถุงละ 800 กรัม และบรรจุลงกล่องขนาด 27.4*37*(h)19.5 cm กล่องละ 5.42 กิโลกรัม มีความหนาแน่น 0.274 g/cm³ ขนส่งผลมังคุดทั้งหมดโดยรถห้องเย็นที่ 15°C ไปยัง บริษัท ไอโซตรอน (ประเทศไทย) จำกัด จ.ชลบุรี เพื่อฉายรังสีแกมมาด้วยระบบ Star track ที่ระดับ 966 เกรย์ (ค่าต่ำสุด 800 เกรย์ สูงสุด 1,165 เกรย์) เพื่อศึกษาผลของการใช้สารละลายโปรตีนใหม่ต่อคุณภาพผลมังคุดฉายรังสี ดังนี้

วิธีการที่ 1 ผลมังคุดทั่วไปไม่ปนสารละลายโปรตีนใหม่ก่อนเก็บเกี่ยว และไม่ฉายรังสี (Control)

วิธีการที่ 2 ผลมังคุดที่ได้รับการปนสารละลายโปรตีนใหม่ก่อนเก็บเกี่ยว และไม่ฉายรังสี (Silk)

วิธีการที่ 3 ผลมังคุดทั่วไปไม่ปนสารละลายโปรตีนใหม่ก่อนเก็บเกี่ยว และฉายรังสี (Control + 966 Gy)

วิธีการที่ 4 ผลมังคุดที่ได้รับการปนสารละลายโปรตีนใหม่ก่อนเก็บเกี่ยว และฉายรังสี (Silk + 966 Gy)

ภายหลังการฉายรังสีขนส่งผลมังคุดโดยรถห้องเย็นที่ 13°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง มายังศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อเก็บรักษาที่ 13+1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% เป็นเวลา 2 และ 3 สัปดาห์ ตรวจสอบคุณภาพและอายุวางจำหน่ายภายหลังย้ายออกวางที่ 25+1°C เป็นเวลา 0, 3 และ 6 วัน สัปดาห์ละ 2 กล่อง/วิธีการ วันละ 3 ถุง (ซ้ำ)/วิธีการ วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design บันทึกรเปอร์เซ็นต์ผลเสียหาย/ถุง วัดความแข็งของเปลือกด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อ ผลละ 2 ครั้ง ด้านตรงข้ามกัน ด้วยหัววัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm จำนวน 3 ผล/ซ้ำ ประเมินความสดของกีบเลี้ยง ดังนี้ 0 (แห้งคล้ำ) 1 (แห้งคล้ำบางส่วน) 3 (แห้งเขียว) และ 5 (เขียวสด) ประเมินสีเนื้อผล ดังนี้ 0 (ขาวปนน้ำตาล) 1 (ขาวเหลือง) 3 (ขาวครีม) และ 5 (ขาว) เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักต่อถุง ปริมาณ total soluble solids (TSS) และ ปริมาณ titratable acidity (TA)

ผลและวิจารณ์

ผลที่ได้รับรังสีที่ระดับ 966 เกรย์ เมื่อเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลา 2 และ 3 สัปดาห์ สามารถนำออกวางที่ 25°C เพื่อทดสอบการวางจำหน่ายได้เป็นเวลา 3 วัน และ น้อยกว่า 3 วัน ตามลำดับ โดยมีร้อยละของผลที่สามารถรับประทานได้ 57.9 และ 55.6 – 61.6 เท่านั้น การเก็บนานกว่านั้นทำให้เปลือกแข็ง (Table 1) และกีบเลี้ยงแห้งคล้ำ (Table 3) ทั้งนี้ผลทั้งหมดที่เก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลา 2 สัปดาห์ มีความแข็งของเปลือกแต่เมื่อวัดด้วยเครื่องไม่แตกต่างทางสถิติ (Table 2)

เมื่อเก็บรักษา 3 สัปดาห์ พบว่าผลทั้งที่ ได้รับและไม่ได้รับสารก่อนเก็บเกี่ยวเมื่อฉายรังสีแล้วมีเปลือกที่แข็งไม่สามารถวัดความแข็งได้และพบเส้นใยเชื้อราเกิดขึ้นบริเวณขั้วและผิว รวมทั้งภายในผล การกระจายตัวของเส้นใยภายในอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เปลือกมั่งคุดมีลักษณะแข็งจากด้านในติดกับเนื้อผลมากกว่าด้านนอก ซึ่งต่างจากการแข็งตัวของเปลือกที่เกิดจากแรงกดทับจากภายนอกที่เปลือกแข็งจากบริเวณด้านนอกสู่ด้านใน ดังนั้นหากต้องการเก็บรักษามังคุดให้ได้ 3 สัปดาห์ ขึ้นไป จึงควรคำนึงถึงการควบคุมโรคก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ รวมทั้งควรกระตุ้นความต้านทานของเนื้อเยื่อผลก่อนฉายรังสีเพื่อให้ผลมั่งคุดทนต่อรังสีได้ดีขึ้น หรือหาวิธีจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อชะลอการเสื่อมสภาพของผล ทั้งนี้การพันสารละลายโปรตีนใหม่ก่อนเก็บเกี่ยวไม่สามารถลดอาการดังกล่าวของผลที่ได้รับรังสีและเก็บรักษาเป็นเวลา นานได้ สอดคล้องกับทิวไลลักษณะ และคณะ (2554) รายงานว่า ผลมังคุดที่พันด้วยสารละลายโปรตีนใหม่ก่อนเก็บเกี่ยวเมื่อฉายรังสีและเก็บรักษาที่ 10°C เป็นเวลา 4 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์ผลดี 93% น้อยกว่าผลที่ไม่ได้พันสารแต่ได้รับรังสีซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ผลดี 100 %

ด้านสีเนื้อพบว่ามีผลมั่งคุดทั้งหมดเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 2 สัปดาห์ มีสีเนื้อขาวครีมถึงขาวเหลือง อยู่ระหว่าง 1.78 – 2.89 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) แต่เมื่อเก็บรักษา 3 สัปดาห์ และย้ายออกวางที่ 25°C เป็นเวลา 3 วันพบว่าผลที่ได้รับรังสีมีสีเนื้อขาวปนน้ำตาลแตกต่างจากผลที่ไม่ได้รับรังสี ซึ่งมีสีเนื้อขาวเหลือง อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

การฉายรังสีมีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลมังคุดเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้รับรังสีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 2 และ 3 สัปดาห์ และย้ายออกวางที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 – 6 วัน อย่างมีนัยสำคัญ (Table 5) ทั้งนี้ผลที่ได้รับสารก่อนเก็บเกี่ยวและได้รับรังสีมีการสูญเสียน้ำหนักที่สุด ดังนั้นจะเห็นว่าการพันสารละลายโปรตีนใหม่ 3 ครั้ง ทุก 4 วัน ก่อนเก็บเกี่ยวนี้ไม่สามารถลดความเสียหายของผลมังคุดที่ได้รับรังสี ซึ่งอาจเกิดจากความเข้มข้นไม่เหมาะสม อีกทั้งพันในระยะที่ใกล้เก็บเกี่ยวเกินไป จึงทำให้ไม่สามารถกระตุ้นความแข็งแรงของเซลล์ได้ หรืออาจเกิดจากการที่สารมีคุณสมบัติในการทำให้เซลล์กักเก็บน้ำไว้มาจากเซลล์ตั้งเมื่อได้รับรังสีจึงสูญเสีย น้ำง่าย ทั้งนี้ผลทั้งหมดมีเปอร์เซ็นต์สูญเสีย น้ำหนักอยู่ระหว่าง 2.57 – 6.75% เท่านั้น (Table 5)

การพันสารละลายโปรตีนใหม่มีผลให้ปริมาณ TSS ในผลที่ไม่ได้รับรังสีมากกว่าผลที่ไม่ได้พันสารและไม่ได้รับรังสี (Table 6) แต่การพันสารไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ TA (Table 7) ทั้งนี้การฉายรังสีมีผลให้เปอร์เซ็นต์ TA ภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

สรุป

1. ผลมังคุดที่ได้รับรังสีระดับ 966 เกรย์ สามารถเก็บรักษาที่ 13°C ได้เป็นเวลา 2-3 สัปดาห์ โดยสามารถนำออกวางที่ 25°C ได้ไม่เกิน 3 วัน
2. การพันสารละลายโปรตีนใหม่จำนวน 3 ครั้ง ทุก 4 วัน ก่อนเก็บเกี่ยว ไม่สามารถลดความเสียหายของผลมังคุดที่ผ่านการฉายรังสีและเก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลา 2-3 สัปดาห์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศประจำกรุงวอชิงตัน ดี.ซี. และ บริษัท ศูนย์ประสานงานความร่วมมือไทย – สหรัฐอเมริกาเพื่อการส่งออกผลไม้ จำกัด สำหรับทุนวิจัย ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และ สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน สำหรับการสนับสนุนการเสนอผลงาน

เอกสารอ้างอิง

- วไลลักษณ์ แพทยวิบูลย์, บุญญา สุดาทิศ, กันยารัตน์ ปัญญาภิรมย์, มยุรี จันทร์สายทอง และอรพิน เกิดชูชื่น. 2554. การศึกษาผลของสารละลายโปรตีนใหม่ต่อคุณภาพของผลมังคุด. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิเวศลิษฐ์ ครั้งที่ 12. 6-7 กรกฎาคม 2554. กรุงเทพฯ. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2550. คู่มือแนวทางการปฏิบัติเพื่อการส่งออกผลไม้ไปสหรัฐอเมริกา. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ 115 หน้า.
- Sangwanangkul, P., P. Saradhudhat and R.E. Paull. 2008. Tropical Cut Flower and Foliage Responses to Irradiation. *Postharvest Biol. Technol.* 48(2): 264-271.
- Sangwanangkul, P., C. Kunprom, Y. Onsiri, S. Thongbor and L. Khurnpoon. 2012. Effects of gamma irradiation on postharvest quality and storability of mangosteen fruit. The 5th International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits. 18-20 June 2012, Guangzhou, China.

Table 1 Percentage of unopened fruits with hardened peel after storage at 13°C for 2 to 3 weeks before transfer to 25°C for 3 - 6 days

| Treatment | 13C for 2 weeks+25C for | | | 13C for 3 weeks+25C for | | |
|-------------|-------------------------|--------|--------|-------------------------|---------|--------|
| | 0 day | 3 days | 6 days | 0 day | 3 days | 6 days |
| Control | 14.8 | 12.0 b | 17.4 b | 8.3 c | 50.0 c | 50.0 |
| Silk | 14.4 | 0.0 b | 25.9 b | 19.9 bc | 74.1 b | 74.1 |
| Control+ | 8.3 | 42.1 a | 81.8 a | 44.4 a | 100.0 a | N/A |
| 966 Gy | | | | | | |
| Silk+966 Gy | 20.4 | 42.1 a | 91.7 a | 38.4 ab | 100.0 a | N/A |
| F-test | ns | ** | ** | * | ** | ns |
| CV (%) | 75.8 | 52.9 | 34.3 | 41.4 | 13.0 | 1.19 |

Note: N/A means not available due to peel hardening, disease infection and/or inedible brown aril.

Table 2 Peel firmness (N/cm²) after storage at 13°C for 2 - 3 weeks before transfer to 25°C for 3 to 6 days

| Treatment | 13C for 2 weeks+25C for | | | 13C for 3 weeks+25C for | | |
|-------------|-------------------------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|
| | 0 day | 3 days | 6 days | 0 day | 3 days | 6 days |
| Control | 14.9 | 15.7 | 19.0 | 16.0 | 20.6 | 25.2 |
| Silk | 13.9 | 15.3 | 30.6 | 24.1 | 48.6 | 35.6 |
| Control+ | 18.2 | 21.2 | 32.4 | 27.6 | N/A | N/A |
| 966 Gy | | | | | | |
| Silk+966 Gy | 14.3 | 25.4 | 57.5 | 20.5 | N/A | N/A |
| F-test | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| CV (%) | 28.3 | 25.0 | 44.7 | 35.0 | 20.9 | 2.15 |

Table 3 Freshness score[§] of the calyx after storage at 13°C for 2 - 3 weeks before transfer to 25°C for 3 - 6 days.

| Treatment | 13C for 2 weeks+25C for | | | 13C for 3 weeks+25C for | | |
|-------------|-------------------------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|
| | 0 day | 3 days | 6 days | 0 day | 3 days | 6 days |
| Control | 1.83 a | 1.39 a | 1.00 | 1.06 | 1.00 | 1.00 |
| Silk | 1.67 ab | 1.28 a | 1.00 | 1.17 | 1.00 | 1.00 |
| Control+ | 1.22 bc | 1.00 b | 1.00 | 1.00 | 1.00 | N/A |
| 966 Gy | | | | | | |
| Silk+966 Gy | 1.00 c | 1.00 b | 1.00 | 1.00 | 1.00 | N/A |
| F-test | * | * | ns | ns | ns | ns |
| CV (%) | 18.7 | 11.7 | 0 | 14.4 | 0 | 0 |

[§]Score: 0 = completely dry, 1 = partially dry, 3 = dry but green and 5 = fresh

Table 4 Whiteness score[#] of the aril after storage at 13°C for 2 - 3 weeks before transfer to 25°C for 3 - 6 days

| Treatment | 13C for 2 weeks+25C for | | | 13C for 3 weeks+25C for | | |
|-------------|-------------------------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|
| | 0 day | 3 days | 6 days | 0 day | 3 days | 6 days |
| Control | 2.89 | 2.89 | 2.56 | 3.44 a | 2.33 a | 1.00 |
| Silk | 2.33 | 2.78 | 1.78 | 2.67 b | 1.89 a | 1.00 |
| Control+ | 2.33 | 2.33 | 2.00 | 2.67 b | 0.00 b | N/A |
| 966 Gy | | | | | | |
| Silk+966 Gy | 2.44 | 2.22 | 1.78 | 2.22 b | 0.00 b | N/A |
| F-test | ns | ns | ns | * | ** | ns |
| CV (%) | 18.5 | 19.6 | 21.7 | 13.1 | 57.7 | 0 |

[#]Score: 0 = white with light brown patch, 1 = white with light yellow patch, 3 = creamy white and 5 = perfect white

Table 5 Percentage of weight loss after storage at 13°C for 2 to 3 weeks before transfer to 25°C for 3 to 6 days

| Treatment | 13C for 2 weeks+25C for | | | 13C for 3 weeks+25C for | | |
|-------------|-------------------------|---------|--------|-------------------------|--------|--------|
| | 0 day | 3 days | 6 days | 0 day | 3 days | 6 days |
| Control | 2.57 | 3.82 b | 3.51 c | 3.98 | 4.33 b | 4.33 |
| Silk | 3.10 | 4.09 b | 3.58 c | 3.85 | 5.64 a | 5.64 |
| Control+ | 2.87 | 4.23 ab | 4.24 b | 4.27 | 5.75 a | N/A |
| 966 Gy | | | | | | |
| Silk+966 Gy | 3.30 | 4.60 a | 5.37 a | 4.17 | 6.75 a | N/A |
| F-test | ns | * | ** | ns | * | ns |
| CV (%) | 10.96 | 6.13 | 4.89 | 13.79 | 11.54 | 22.93 |

Table 6 Total soluble solids (%) after storage at 13°C for 2 to 3 weeks before transfer to 25°C for 3 to 6 days

| Treatment | 13C for 2 weeks+25C for | | | 13C for 3 weeks+25C for | | |
|-------------|-------------------------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|
| | 0 day | 3 days | 6 days | 0 day | 3 days | 6 days |
| Control | 16.9 | 16.1 b | 17.3 b | 16.7 | 16.7 | N/A |
| Silk | 17.7 | 18.0 a | 20.4 a | 17.3 | 17.3 | N/A |
| Control+ | 17.7 | 18.0 a | 20.4 a | 16.8 | N/A | N/A |
| 966 Gy | | | | | | |
| Silk+966 Gy | 18.0 | 17.3 a | N/A | 17.6 | N/A | N/A |
| F-test | ns | ** | ** | ns | ns | - |
| CV (%) | 6.95 | 3.25 | 3.76 | 5.51 | 13.66 | - |

Table 7 Titratable acidity (%) after storage at 13°C for 2 to 3 weeks before transfer to 25°C for 3 to 6 days

| Treatment | 13C for 2 weeks+25C for | | | 13C for 3 weeks+25C for | | |
|-------------|-------------------------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|
| | 0 day | 3 days | 6 days | 0 day | 3 days | 6 days |
| Control | 0.77 | 0.75 | 0.70 | 0.74 ab | 0.74 | N/A |
| Silk | 0.76 | 0.78 | 0.77 | 0.76 a | 0.76 | N/A |
| Control+ | 0.76 | 0.68 | 0.72 | 0.66 c | N/A | N/A |
| 966 Gy | | | | | | |
| Silk+966 Gy | 0.76 | 0.70 | N/A | 0.68 bc | N/A | N/A |
| F-test | ns | ns | ns | * | ns | - |
| CV (%) | 5.53 | 6.21 | 4.39 | 4.86 | 1.37 | - |