

การศึกษาผลของสารละลายโปรตีนไหมต่อคุณภาพของผลมังคุด

*วไลลักษณ์ แพทย์วิบูลย์¹ บุญญา สุดาทิศ¹ กันยารัตน์ ปัญญารัมย์¹ มยุรี จันทร์สายทอง¹ และอรพิน เกิดชูชื่น²

¹สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) 9/9 หมู่ที่ 7 ต.ทรายมูล อ.องครักษ์ จ.นครนายก 26120

โทร 025 774 163 โทรสาร 025 772 384 E-mail: valailak@tint.or.th

²คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 88 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล แขวง

ท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

โทร 024 707 781 โทรสาร 024 707 781 E-mail: orapin.ker@kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสารละลายโปรตีนไหมซีรีซินที่สกัดจากเศษไหมฉายรังสีต่อคุณภาพของผลมังคุด พบว่าไม่เหมาะสมสำหรับการใช้เป็นสารเคลือบผิวผลมังคุด แต่เหมาะสมในการใช้พ่นผลมังคุดตั้งแต่เริ่มติดผลที่ต้นจนถึงก่อนเก็บผล ทำให้ได้ผลมังคุดคุณภาพดี คือ ขั้วผลใหญ่ กลีบเลี้ยงหนา ตั้งกาง และมีสีเขียวเข้มกว่าที่ไม่ได้พ่นยังสามารถรับประทานได้เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส 3 – 4 สัปดาห์ แต่ถ้าเก็บผลมังคุดที่พ่นสารละลายโปรตีนไหมที่ต้นแล้วบรรจุกล่องสำหรับส่งออก ทั้งผ่านการฉายรังสีแกมมาเพื่อกำจัดแมลงและไม่ฉายรังสี เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่าผลมังคุดที่ฉายรังสีมีอัตราการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกช้ากว่าผลมังคุดที่ไม่ได้ฉายรังสี อย่างไรก็ตามการพ่นสารและฉายรังสีไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อ และ total soluble solids ของเนื้อมังคุด ในด้านผลทางประสาทสัมผัส พบว่าผลมังคุดที่พ่นสารและผ่านการฉายรังสีมีลักษณะกายภาพ สี รสชาติ และกลิ่น ไม่แตกต่างกับผลมังคุดที่ไม่พ่นสารและไม่ฉายรังสี ผลมังคุดที่พ่นสารแต่ไม่ฉายรังสีมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด สามารถเก็บไว้รับประทานได้นาน 6 สัปดาห์

คำสำคัญ : มังคุด รังสีแกมมา สารละลายโปรตีนไหม

The Effects of Silk Protein Solution on Quality of Mangosteen

*Valailak Phadvivubulya¹, Boonya Sudatis¹, Kanyarat Panyarum¹, Mayuree Junsathong¹

and Orapin Kerdchoechuen²

¹Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization) 9/9 Mu 7, Tambon Sai Mun, Ongkharak,

Nakon Nayok 26120, Phone: 025 774 163, Fax: 0 25 772 384, E-mail: valailak@tint.or.th

²School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University

83 Mu 8, Thien Thalay Rd., Tha Kham, Bang Khun Thian, Bangkok 10150

Phone: 024 707 781, Fax: 024 707 781, E-mail: orapin.ker@kmutt.ac.th

Abstract

Sericin silk protein solution prepared from irradiated silk waste was applied as a wax coating on mangosteen fruits but was found not appropriate. Nonetheless, when the solution was sprayed onto fruits from the

setting stage till maturity, it enhanced the fruit quality. Fruits showed a bigger stalk and greener, thicker and larger-angled calyx than untreated ones. They were edible after being kept at 25°C for 3 – 4 weeks. Fruits sprayed with the silk protein solution and untreated fruits were separately harvested and packed for export. A half of them were irradiated with gamma radiation for insect eradication and then kept at 10°C with 80 percents relative humidity. The unirradiated half was stored similarly. Results showed that rind color of irradiated fruits changed slower than unirradiated ones. However, silk protein solution spraying and irradiation did not affect fruit firmness and total soluble solids of mangosteen flesh. For sensory evaluation, it was found that sprayed and irradiated fruits showed no differences from the untreated ones in their physical properties, color, taste and odor. Fruits sprayed with the silk protein solution without irradiation had the longest shelf life of 6 weeks.

Keywords: mangosteen, gamma radiation, silk protein solution

1. บทนำ

การยืดอายุเก็บรักษาพืชผลทางการเกษตรสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกันเช่น การบ่มก๊าซ การฉายรังสี การเคลือบผิวผลไม้ จุดประสงค์เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ผิว¹ ซึ่งเป็นสาเหตุก่อให้เกิดการเน่าเสียของผลไม้ การเคลือบผิวผลไม้ นอกจากเป็นการป้องกันจุลินทรีย์ที่จะทำให้เกิดการเน่าเสียจากภายนอกแล้ว ยังช่วยรักษาความชื้นในผลไม้ ทำให้รักษาคุณภาพความสดของผลไม้ไว้ได้นาน และมีผิวที่สวยงามมากขึ้น เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค นอกจากนี้ยังลดการแพร่ผ่านของแก๊สซึ่งจะทำให้ผลไม้สูญเสียรสชาติได้อีกด้วย¹ การเคลือบผิวผลไม้ประเภทซีดรัส โดยมากจะใช้สารประกอบจำพวก polyethylene wax หรือ shellac/wood resin¹ ในการเคลือบผิว ซึ่งเป็นสารเคมีที่ไม่สามารถบริโภคได้ การเคลือบผลไม้ประเภทที่รับประทานได้ทั้งเปลือก เช่น แอปเปิ้ล โดยมากจะใช้สารอินทรีย์ประเภท gelatin เคลือบที่ผิว ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น จึงมีผู้ค้าบางรายเคลือบผิวผลไม้ด้วย shellac/wood resin ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ¹

ประทีปและคณะ² ศึกษาวิจัยกรรมวิธีผลิตผงไหม และได้ทำการศึกษาวิเคราะห์คุณสมบัติที่จะนำไปใช้ประโยชน์ พบว่าผงไหมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ ทำเครื่องสำอาง และทำผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ เนื่องจากมีกรดอะมิโน 16-18 ชนิด มีคุณสมบัติในด้านรักษาความชุ่มชื้นของผิวหนัง (moisturizer) และมีสารต้านอนุมูลอิสระ^{3,4,5} ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและบริโภคได้ด้วย Murase⁶ ทดลองใช้เศษไหมผสมในดินปลูกพืช พบว่าโปรตีนไหมซึ่งประกอบด้วยธาตุไนโตรเจนเป็นหลักประมาณ 164 กรัม/กิโลกรัม ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี นักวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ ได้พัฒนาและปรับปรุงนำสารละลายโปรตีนไหมซิริซินมาผลิตเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช เพราะจากข้อมูลการใช้กรดอะมิโนที่จำหน่ายในท้องตลาดกับพืช พบว่าช่วยเสริมสร้างโครงสร้างพืช ช่วยให้พืชทนทานต่อแรงบีบคั้น ทำให้พืชฟื้นตัวได้เร็วขึ้น

ภายใต้สภาวะที่รุนแรง เช่น ความแล้ง โรคพืช ทำให้ผลผลิตไม่เสียหาย ช่วยในการตั้งกระแสรักษา ความคุ้มครองปริมาณการดูดซึมน้ำของพืช ฯลฯ จึงทำการทดลองพ่นสารละลายโปรตีนไหมซีริซินกับต้นข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในแปลงเกษตรกรเปรียบเทียบกับไม่พ่นสารที่อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง พบว่าข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 แปลงที่พ่นสารให้สภาพต้นข้าวที่ดูแข็งแรง ใบเขียวตั้งตรงกว่าต้นข้าวที่ไม่ได้พ่น ออกรวงและเก็บเกี่ยวได้เร็วกว่าประมาณ 7 วัน เมล็ดไม่ลีบ และเมล็ดข้าวไม่หลุดร่วงง่าย ผลผลิตที่ได้จึงมีปริมาณสูงกว่าการไม่ได้รับสารและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 38 % และให้ผลทำนองเดียวกันกับข้าวที่ปลูกในจังหวัดอื่น ๆ เช่น กาญจนบุรี นครนายก โยธธ⁸

มั่งคุดเป็นราชินีผลไม้ไทยที่ได้รับความสนใจจากผู้บริโภคต่างชาติ โดยเฉพาะประเทศ ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย และสหรัฐอเมริกา แต่ด้วยข้อจำกัดในเรื่องต้นทุนการขนส่งค่อนข้างสูง เพราะต้องขนส่งทางอากาศเท่านั้น ทำให้มีราคาแพง จากผลการทดลองการใช้สารละลายโปรตีนไหมในข้าว และจากงานวิจัยเกี่ยวกับโปรตีนจากผงไหม ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดความชื้นและกักเก็บน้ำได้ดี โดยนำมาใช้ในรูปของสารละลายโปรตีนไหมซึ่งเป็นสารอินทรีย์ สามารถทดแทนการใช้แวกซ์ที่เป็นสารเคมีในการเคลือบผิวผลไม้ให้มันเงาสวยงาม ถ้านำมาใช้กับมั่งคุดอาจทำให้ได้มั่งคุดที่มีคุณภาพผลดี มีผิวมันเงา สวยงาม มีข้าว และกลีบเลี้ยงสีเขียว และจากการเจรจาเปิดตลาดผลไม้สดไปสหรัฐอเมริกาของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่ยอมรับการฉายรังสีผลไม้ไทย 6 ชนิดเพื่อกำจัดแมลง มั่งคุดเป็นหนึ่งในผลไม้^{9,10} ดังนั้นถ้าใช้สารละลายโปรตีนไหมซีริซินกับผลมั่งคุดร่วมกับการฉายรังสีแกมมาเพื่อกำจัดแมลง แล้วสามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลาประมาณ 4 สัปดาห์ซึ่งเพียงพอต่อการขนส่งทางเรือไปสหรัฐอเมริกา โดยไม่เน่าเสียและมีรสชาติคงเดิม ก็จะช่วยให้ขยายการส่งออกมั่งคุดและเพิ่มปริมาณการจำหน่ายได้มากขึ้น นำรายได้เข้าสู่ประเทศมากขึ้น

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ใช้สารละลายโปรตีนไหมซีริซินเคลือบผิวผลมั่งคุดภายหลังเก็บเกี่ยว

ทำการทดลองเบื้องต้นในแนวความคิดการใช้สารละลายโปรตีนไหมแทนแวกซ์ เคลือบผิวผลมั่งคุด โดยนำผลมั่งคุดที่ซื้อจากตลาดที่ผิวผลสีดำแต่ข้าวผลไม่เหี่ยวมาจุ่มในสารละลายโปรตีนไหมซีริซินที่ได้จากน้ำเศษไหมฉายรังสีแกมมาแล้วสกัดด้วยเครื่องออโตเคลฟ ได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1.5 % เก็บผลมั่งคุดไว้ในอุณหภูมิห้องประมาณ 25 องศาเซลเซียส

2.2 พ่นสารละลายโปรตีนไหมซีริซินกับผลมั่งคุดที่ต้นทุกช่วงระยะเวลา 10 15 และ 20 วัน ก่อนเก็บผล

ทำการทดลองช่วงต้นฤดูกับผลมั่งคุดที่ต้นขณะเริ่มติดผล พ่นด้วยสารละลายโปรตีนไหม ความเข้มข้น 0.5 % กับมั่งคุดในสวนเกษตรกรที่ตำบลตรอกนอง อำเภอลำลูก จังหวัดจันทบุรี 20 ราย ๆ

ละ 12 ต้น การพ่นสารละลายไรมี 4 ทริตเมนต์ ๆ ละ 3 ต้นดังนี้คือ ไม่พ่นสาร พ่นสารทุก 10 15 และ 20 วัน จนถึงเก็บผล

2.3 พ่นสารละลายโปรตีนไหมซีรีซินกับผลม้งคุดที่ต้น 4 ช่วงระยะการเจริญของผล แล้วเก็บผล

ทำการทดลองช่วงต้นฤดูกับผลม้งคุดที่ต้น พ่นสารละลายความเข้มข้น 0.5 % จำนวน 4 ครั้ง ครั้งแรกเมื่อเริ่มติดผล และพ่นทุก 3 – 4 สัปดาห์ 2 ครั้ง พ่นครั้งสุดท้ายก่อนเก็บผล 2 สัปดาห์ ทำการเก็บเกี่ยวผลของม้งคุดที่พ่นสารเปรียบเทียบกับที่ไม่พ่น

2.4 พ่นสารละลายโปรตีนไหมซีรีซินกับผลม้งคุดที่ต้น 3 ช่วงระยะการเจริญของผล แล้วเก็บผลมา

ทดลองฉายรังสีแกมมา ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

ทำการทดลองช่วงต้นฤดูกับผลม้งคุดที่ต้น พ่นสารละลายความเข้มข้น 0.5 % จำนวน 3 ครั้ง ในสวนเกษตรกร 14 ราย ปริมาณ 1,000 ต้น โดยพ่นสารดังนี้ ครั้งแรกเมื่อเริ่มติดผล และพ่นหลังจากนั้น 3 – 4 สัปดาห์ และก่อนเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ เก็บผลม้งคุดคัดสีผลและขนาดผลน้ำหนัก 75 – 85 กรัมต่อผล ตามมาตรฐานส่งออกปศุสัตว์อเมริกาจำนวนหนึ่งอย่างละ 100 กิโลกรัม ดำเนินการตามข้อกำหนดส่งออกปศุสัตว์อเมริกาโดยแบ่ง 4 ทริตเมนต์ ๆ ละ 7 กล่อง ได้แก่ ไม่พ่นสาร - ไม่ฉายรังสี พ่นสาร - ไม่ฉายรังสี พ่นสาร - ฉายรังสีแกมมา ไม่พ่นสาร - ฉายรังสีแกมมา นำทั้งหมดไปทดสอบคุณลักษณะภายหลังการเก็บเกี่ยวที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เขตบางขุนเทียน โดยเก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 % ตรวจสอบผลทุกสัปดาห์

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ใช้สารละลายโปรตีนไหมซีรีซินเคลือบผิวผลม้งคุดภายหลังเก็บเกี่ยว

พบว่าไม่มีผลต่ออายุการเก็บ และยังมีคราบของสารติดค้างอยู่ที่ผิวผล ทำให้ผิวไม่มัน ไม่สวย ขี้ก็แห้งเหี่ยว ไม่แตกต่างกับม้งคุดที่ไม่จุ่มสาร

3.2 พ่นสารละลายโปรตีนไหมซีรีซินกับผลม้งคุดที่ต้นทุกช่วงระยะเวลา 10 15 และ 20 วัน ก่อน

เก็บผล

พบว่า การพ่นสารละลายโปรตีนไหมทุกทริตเมนต์มีผลทำให้ขี้และกลีบเลี้ยงมีสีเขียวเข้มกว่ากลุ่มไม่พ่นสาร ถึง 80 % กลีบเลี้ยงหนา แข็ง มีลักษณะกางกว่าที่ไม่พ่นสาร ทำให้ไม่เหี่ยวง่ายหลังเก็บเกี่ยวดังแสดงในรูปที่ 1 ระยะห่างของการพ่น 10 15 และ 20 วัน สามารถเก็บได้นานประมาณ 1 เดือน ให้ลักษณะผลไม่แตกต่างกันแต่กลีบเลี้ยงเปลี่ยนสีไปบ้างเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่พ่นสารที่ซื้อสดจากตลาด ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 ลักษณะขั้ว และ กลีบเลี้ยงของมังคุดที่พ่นและไม่พ่นสาร



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 2 ลักษณะผลมังคุดที่ไม่พ่นสารที่สดจากตลาด (ก) เปรียบเทียบกับที่พ่นสารทุกระยะ 10 วัน (ข) 15 วัน (ค) และ 20 วัน (ง)

3.3 การพ่นสารละลายโปรตีนไหมซีรีซินกับผลมังคุดที่ต้น 4 ช่วงระยะการเจริญของผล แล้วเก็บผล

พบว่าขั้วและกลีบเลี้ยงของผลมังคุดที่พ่นสารมีสีเขียวกว่าที่ไม่พ่นสาร มีขั้วผลใหญ่ กลีบเลี้ยงหนา กางตั้ง หลังจากเก็บไว้ในห้องอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 45 วัน ผลมังคุดที่พ่นสารนั้น ขั้วผลเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเล็กน้อย กลีบเลี้ยงไม่เหี่ยว ผิวผลยังนุ่ม สามารถผ่าผลออกรับประทานได้ประมาณ 80 % ในขณะที่มังคุดที่ไม่พ่นสาร เปลือกแข็ง กลีบเลี้ยงและขั้วสีน้ำตาลทั้งหมด ผ่าผลออกรับประทานได้ไม่ถึง 20 %

3.4 การพ่นสารละลายโปรตีนไหมซีรีซินกับผลมังคุดที่ต้น 3 ช่วงระยะการเจริญของผล แล้วเก็บผลมาทดลองฉายรังสีแกมมาพร้อมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

พบว่าได้ผลเช่นเดียวกับการทดลอง 3.2 และ 3.3 คือ ขั้วและกลีบเลี้ยงของผลมังคุดที่พ่นสารมีสีเขียวกว่าที่ไม่พ่นสารอย่างเห็นได้ชัด มีขั้วผลใหญ่ กลีบเลี้ยงหนา กางตั้ง ผิวผลเปลี่ยนสีช้ากว่า ดังแสดงในรูปที่ 3



ผลมังคุดจากต้นที่ไม่พ่นสาร



ผลมังคุดจากต้นที่พ่นสาร

รูปที่ 3 เปรียบเทียบผลมังคุดจากต้นที่ไม่พ่นสารละลายโปรตีนไหม (ซ้าย) กับที่พ่นสาร (ขวา)

ผลการทดลองฉายรังสีแกมมาพร้อมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ พบว่ามังคุดที่ฉายรังสีมีอัตราการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกช้ากว่ามังคุดที่ไม่ได้ฉายรังสี การพ่นสารและฉายรังสีไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อ และ total soluble solids ของมังคุด ผลทางประสาทสัมผัส พบมังคุดที่มีการพ่นสารและผ่านการฉายรังสีมีลักษณะกายภาพ สี รสชาติ และกลิ่น ไม่แตกต่างกับมังคุดที่ไม่พ่นสารและไม่

ฉายรังสี อย่างไรก็ตามมังคุดทุกกลุ่มสามารถรับประทานได้ 100 % เมื่อเก็บนาน 3 สัปดาห์ แต่ที่พันธุ์ไม่ฉายรังสี และไม่พันธุ์ฉายรังสี สามารถรับประทานได้ 100 % เมื่อเก็บนาน 4 สัปดาห์ ถ้าเก็บไว้ 5 สัปดาห์ พบว่ามังคุดที่พันธุ์ไม่ฉายรังสีสามารถรับประทานได้ 86 % แต่ที่พันธุ์ไม่ฉายรังสีมีอายุการเก็บรักษานานที่สุดถึง 6 สัปดาห์ โดยยังสามารถรับประทานได้ถึง 69 % ขณะที่พันธุ์ไม่ฉายรังสี พันธุ์ฉายรังสี และไม่พันธุ์ฉายรังสีรับประทานได้ 48 43 และ 39 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ร้อยละของผลมังคุดที่สามารถรับประทานได้ภายหลังการเก็บระยะเวลาต่าง ๆ

ทรีตเมนต์	สัปดาห์ 0	สัปดาห์ 1 - 3	สัปดาห์ 4	สัปดาห์ 5	สัปดาห์ 6	สัปดาห์ 7
ไม่พันธุ์ ไม่ฉายรังสี	100	100	87	75	48	19
พันธุ์ ไม่ฉายรังสี	100	100	100	86	69	30
พันธุ์ ฉายรังสี	100	100	93	76	43	4
ไม่พันธุ์ ฉายรังสี	100	100	100	66	39	15

การที่สารละลายโปรตีนไหมซีรีซินประกอบด้วยกรดอะมิโน 16 – 18 ชนิด ที่มีคุณสมบัติเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ฮอร์โมนพืช การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง การทำให้พืชทนต่อสภาพบีบคั้นทางธรรมชาติและฟื้นได้เร็วขึ้น⁷ ดังนั้นสารละลายโปรตีนไหมที่ต้นมังคุดได้รับ จึงมีผลทำให้ชีวผลผลิตและกลีบเลี้ยงมีสีเขียวเข้มขึ้น กลีบเลี้ยงมีลักษณะกางตั้ง และหนากว่าผลมังคุดที่ไม่ได้รับสารละลายโปรตีนไหม และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาคุณภาพผลมังคุดได้นานขึ้น

4. สรุป

สารละลายโปรตีนไหมไม่เหมาะสมเป็นสารเคลือบผิวผลมังคุด แต่สามารถนำมาพ่นผลมังคุดเพื่อพัฒนาคุณภาพของผล ทำให้ชีวและกลีบเลี้ยงของผลมังคุดเขียวสดขึ้น กลีบเลี้ยงมีลักษณะกางตั้งกว่าที่ไม่พันธุ์ โดยสามารถพ่นที่ผลมังคุดเพียง 3 ครั้งคือ พ่นครั้งแรกเมื่อเริ่มติดผล หลังจากนั้น 3 – 4 สัปดาห์พ่นอีกครั้ง และครั้งสุดท้ายพ่นก่อนเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ ภายหลังการเก็บเกี่ยวถ้านำผลมังคุดไปฉายรังสีแกมมาแล้วเก็บไว้ในที่ห้องควบคุมอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 % ผลมังคุดที่ได้จากการพ่นสารละลายโปรตีนไหม ไม่ฉายรังสี และไม่พันธุ์แต่ฉายรังสี สามารถรับประทานได้ 100 % เมื่อเก็บนาน 4 สัปดาห์ รองลงมาคือ พันธุ์และฉายรังสี สามารถรับประทานได้ 93 % ซึ่งเป็นระยะเวลาที่น่าจะเพียงพอสำหรับการขนส่งทางเรือไปสหรัฐอเมริกา แต่ถ้าจะเพิ่ม

ระยะเวลาเป็น 5 สัปดาห์สำหรับการจำหน่าย การขนส่งและขายรังสี สามารถรับประกันได้ 76 %
แต่ราคาจำหน่ายจะถูกลงมาก อาจสามารถเพิ่มสัดส่วนผู้บริโภคได้

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มเกษตรกรตำบลตรอกนอง อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี ที่ให้ความร่วมมือสนับสนุนต้นมังคุดสำหรับการวิจัย บริษัท พีโอเค จำกัด ที่ช่วยดำเนินการคัดผลมังคุด ล้าง และบรรจุกล่องสำหรับส่งออกสหรัฐอเมริกา บริษัท ไอโซตรอน (ประเทศไทย) จำกัด ที่ช่วยดำเนินการขายรังสีแกมมามังคุดเพื่อการส่งออก

6. เอกสารอ้างอิง

1. Preservation of fruit and vegetables by wax coating, www.techno-preneur.net/information-desk/.../Preservation.pdf, 6 Aug 2006.
2. ประทีปและคณะ, 2551. การเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้จากไหม. ผลงานประดิษฐ์คิดค้น สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ รางวัลชมเชย สาขา เกษตรและชีววิทยา.
3. Engel, W., U. Hoppe, W. Pape and G. Saurmann, 1987. *Arzti Dosmetol.* 17, 91-110.
4. Kato, N., S.Sato, A. Yamada, N. Fuwa and M. Nomura. 1998. Silk protein, sericin inhibits lipid peroxidation and tyrosinase activity. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 62(1), 145-147.
5. Sericin.Silk Protein. [Http://5 up. Co.jp/English. Htm](http://5 up. Co.jp/English. Htm). May 4, 2002.
6. Murase, A., Morimoto, Y. and Yonebayashi, K., 2001. Application of silk waste to planting of bulbous plants in construction by product. *Journal of the Japanese Society of Revegetation.* 27(2), 441-447.
7. Effect of Amino Acids on Plants, www.Priyachem.com/effect.htm. January 12, 2010.
8. ข้อมูลที่ยังไม่พิมพ์เผยแพร่
9. The Meeting on Mitigation Measures: Phytosanitary Treatments for Potential Quarantine Pests on Selected Thai Fruits to be Exported from Thailand to the United States, June 13 – 17, 2005, Intercontinental Hotel, Bangkok, Thailand. 974-403-331-2.
10. คู่มือแนวทางปฏิบัติเพื่อการส่งออกผลไม้ไปสหรัฐอเมริกา. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ISBN 978-974-403-461-8.