Agricultural Sci. J. 44 : 3 (Suppl.) : 245-248 (2013) ว. วิทย. กษ. 44 : 3 (พิเศษ) : 245-248 (2556)

รังสีแกมมาต่อสารต้านอนุมูลอิสระและคุณภาพของลำไยพันธุ์พวงทองในระหว่างการเก็บรักษา

Gamma Irradiation on Antioxidants and Quality of Longan Fruits Cultivar of 'Poung Thong' During Storage

อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1,2] **สุกัญญา เอี่ยมลออ**[1] **และ ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์**[1,2]
Apiradee Uthairatanakij,[1] Sukanya Aiamla-or[1] and Pongphen Jitareerat[1,2]

Abstract

Longan is a high potential fruit for exporting because it contains various nutrients, such as ascorbic acid, carbohydrate, protein and minerals. Previous study showed that, an optimum dose of gamma irradiation could reduce postharvest disease of longan fruits. Hence, this experiment was objected to study the quality and antioxidants in the gamma irradiated-longan fruit. We found that neither fresh fruit nor irradiated fruit with doses of 0, 500 or 1,000 Gy were different in firmness and phenolic acid content, ascorbic acid (ASA) and total soluble solids. However, the content of dehydroascorbic acid (DHA) increased after irradiated with gamma ray. The contents of phenolic acid and DHA in longan fruits gradually increased during storage at 4°C, particularly in longan fruits irradiated with 500 Gy. On the acceptance of consumer on overall quality of longan fruit during storage, non-irradiated and irradiated fruit with 500 Gy were found to be not different. But the fruit irradiated with 1,000 Gy showed lower scores on quality acceptance of consumer than other treatments after 16 days of storage. Therefore, gamma irradiation dose at 500 Gy applied to longan fruit could be alternatively used as a commercially practical way for longan export. Furthermore, these results could be used as preliminary data for consumption of gamma irradiated longan fruits.

Keywords: Gamma ray, longan, and antioxidant compounds

บทคัดย่อ

ลำไยเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพสำหรับการส่งออก เนื่องมาจากเนื้อผลอุดมไปด้วยสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น กรดแอสคอร์บิก คาร์โบไฮเดรต โปรตีนและแร่ธาตุ จากการวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการใช้รังสีแกมมาในระดับที่เหมาะสมสามารถลดการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของลำไยหลังรับการฉายด้วยรังสีแกมมา จากการศึกษาพบว่าความแน่นเนื้อ ปริมาณ phenolic ทั้งหมด, ascorbic acid (ASA) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันระหว่างลำไยก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาและลำไยที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา 0 500 และ 1000 เกรย์ ตามลำดับ แต่พบว่าปริมาณ dehydroascorbic acid (DHA) เพิ่มขึ้นหลังการฉายรังสี ในระหว่างการเก็บรักษาลำไยที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณ phenolic ทั้งหมด และ DHA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษาโดยเฉพาะลำไยที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา 500 เกรย์ จากการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อคุณภาพโดยรวมของลำไยในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าลำไยที่ไม่ได้รับและรับการฉายรังสีแกมมา 500 เกรย์ มีคะแนนความพึงพอใจไม่แตกต่างกัน แต่หลังจากเก็บรักษาไว้ 16 วัน ลำไยที่รับการฉายรังสี 1000 เกรย์ มีคะแนนการยอมรับน้อยกว่าลำไยในชุดทดลองอื่นๆ ดังนั้นการฉายรังสีแกมมา 500 เกรย์ ให้กับลำไยพันธุ์พวงทอง สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางเลือกปฏิบัติให้แก่ผู้ผลิตลำไยสดเพื่อการส่งออกและใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการบริโภคลำไยหลังการฉายด้วยรังสี

คำสำคัญ: รังสีแกมมา, ลำไย, สารแอนตี้ออกซิแดนซ์

คำนำ

ลำไยเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพสำหรับการส่งออกเนื่องจากเนื้อผลลำไยมีรสชาติหวาน และอุดมไปด้วยสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย การใช้รังสีแกมมาเป็นวิธีที่ยอมรับในหลายๆ ประเทศ และเป็นทางเลือกหนึ่งที่นำมาปฏิบัติในเชิงการพาณิชย์ได้ โดยเฉพาะการควบคุมแมลงปนเปื้อนในระหว่างการขนส่งและการจำหน่าย ประเทศออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ได้อนุญาตให้มี

[1] สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10150
[1] Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's university of Technology Thonburi, Bangkok 10150
[2]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กทม. 10400
[2]Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400, Thailand

การฉายรังสีแกมมาในผลไม้ เช่น น้อยหน่า มะม่วง มะละกอ และเงาะเพื่อควบคุมและกำจัดแมลงที่ติดมากับผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยว นอกจากนี้สหรัฐอเมริกาได้อนุญาตให้นำเข้าผลไม้ฉายรังสี 6 ชนิดจากประเทศไทย นิธิภัทร (2554) พบว่าการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 Gy สามารถลดการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวของลำไย การศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อคุณภาพของผลไม้เขตร้อนยังมีจำกัด การศึกษาปริมาณสาร antioxidant และคุณภาพของผลลำไยหลังการฉายรังสีแกมมาเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางปฏิบัติให้แก่ผู้ผลิตลำไยสดเพื่อการส่งออก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาถึงผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคุณภาพ และการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของลำไยหลังการฉายด้วยรังสีแกมมา

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์พวงทองที่มีอายุ 129-139 วัน หลังดอกบาน หลังจากนั้นตัดแต่งลำไยเป็นผลเดี่ยว และคัดผลที่ปราศจากตำหนิ โรคและแมลง บรรจุผลที่ตัดแต่งแล้วลงในกล่องตามมาตรฐาน (ขนาด 29 X 39 X 19 เซนติเมตร (กว้าง X ยาว X สูง) ทำการขนส่งโดยรถตู้ปรับอากาศไปยังบริษัท ไอโซตรอน จำกัด เพื่อรับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 500 และ 1,000 Gy ที่อุณหภูมิห้อง ในขณะที่ลำไยที่ไม่รับการฉายรังสีแกมมา คือ ชุดควบคุม ซึ่งในชุดการทดลองประกอบด้วย 3 ซ้ำ เมื่อปฏิบัติการฉายรังสีเรียบร้อยทำการขนส่งไปยังห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C นาน 28 วัน โดยวิเคราะห์ผลทุกๆ 4 วัน ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก การสูญเสียน้ำหนักสด การเกิดโรค ความแน่นเนื้อ การประเมินทางประสาทสัมผัส (สีเปลือกและเนื้อ, รสชาติ, กลิ่น, ความกรอบโดยให้คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 2 = ไม่ชอบ, 3 = ชอบเล็กน้อย, 4 = ชอบปานกลาง, 5 = ชอบมากที่สุด และความฉ่ำน้ำของเนื้อผลให้คะแนนจาก 1 คือ ฉ่ำน้ำมากที่สุด ถึง 5 คือ ไม่ฉ่ำน้ำ) ปริมาณ ASA, dehydroascorbic acid (DHA) (Roe *et al*., 1948), ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และ phenolic compounds (Singleton *et al*., 1999)

ผล

1. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลำไยพันธ์พวงทองระหว่างการเก็บรักษา

ผลลำไยมีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา พบว่าลำไยที่รับการฉายรังสีแกมมา 500 และ 1,000 Gy สูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลในชุดควบคุม แต่ในระหว่างการเก็บรักษาความแน่นเนื้อของผลลำไยค่อนข้างคงที่ (Figure 1)

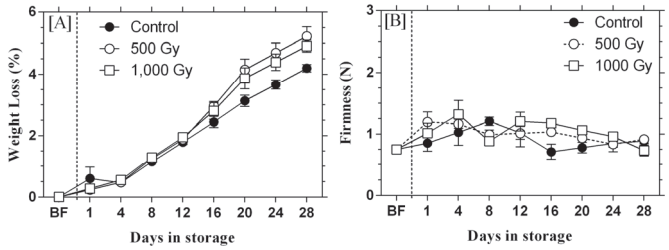

Figure 1 Changes in weight loss (A) and firmness (B) of 'Poung Thong' longan fruits irradiated with gamma ray at 500 or 1,000 Gy compared to non-irradiated fruit (control) during storage at 4°C.

สีเปลือกของผลลำไยเปลี่ยนจากสีน้ำตาลสว่างเป็นสีน้ำตาลเข้มตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยค่าถ้า L* สูง หมายถึง มีความสว่างมาก L* ต่ำ หมายถึง มีสีเข้มมาก, ถ้า b* เป็นบวก คือ สีเหลือง แต่ถ้าค่าเป็นลบ คือสีน้ำเงิน ส่วนค่า hue angle ระหว่าง 45 – 90 อยู่ในช่วงสีส้มเหลือง – เหลืองเข้ม พบว่าค่า L* ของเปลือกลำไยหลังได้รับการฉายรังสีแกมมามีค่าลดลงเล็กน้อย และระหว่างวันที่ 16 – 24 ค่า L* ของเปลือกผลในชุดควบคุม (52.08 – 53.82) มีค่าสูงกว่าผลที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 500 Gy (49.38 – 51.79) และ 1,000 Gy (48.90 – 50.84) (Figure 2A) ค่า Hue angle ของเปลือกผลในชุดควบคุมและผลที่รับการฉายรังสีแกมมา (500 และ 1,000 Gy) มีค่าลดลงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Figure 2B) ส่วนค่า b* ของเปลือกลำไยระหว่างการเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงลดลง โดยระหว่างวันที่ 16 – 24 เปลือกลำไยในชุดควบคุมมีค่า b* สูงกว่าผลที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 500 และ 1,000 Gy อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่า b* ของเปลือกลำไยในชุดควบคุมมีค่าระหว่าง 27.07 – 25.76 ส่วนผลที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 500 และ 1000 Gy มีค่า b* ระหว่าง 24.80 – 23.87 และ 24.00 – 22.49 ตามลำดับ (Figure 2C)

ในวันที่ 8 ผลลำไยที่รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 1,000 Gy มีคะแนนสีเปลือกลดลงมากกว่าผลที่รับการฉายรังสีแกมมา 500 Gy และผลในชุดควบคุม และระหว่างวันที่ 16–24 ลำไยที่รับการฉายรังสี 1,000 Gy มีค่าคะแนนการยอมรับของ

ผู้บริโภคต่อสีเปลือก สีเนื้อ รสชาติ กลิ่น และความกรอบของน้อยกว่าผลในชุดควบคุมและผลที่รับการฉายรังสีปริมาณ 500 Gy แต่ลำไยที่รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 500 Gy มีคะแนนดังกล่าวไม่แตกต่างจากลำไยในชุดควบคุม ยกเว้นคะแนนสีเปลือกของลำไยฉายรังสีปริมาณ 500 Gy ที่มีค่าต่ำกว่าลำไยชุดควบคุมเล็กน้อย เนื่องจากเปลือกมีสีน้ำตาลเข้มกว่า (Figure 3.)

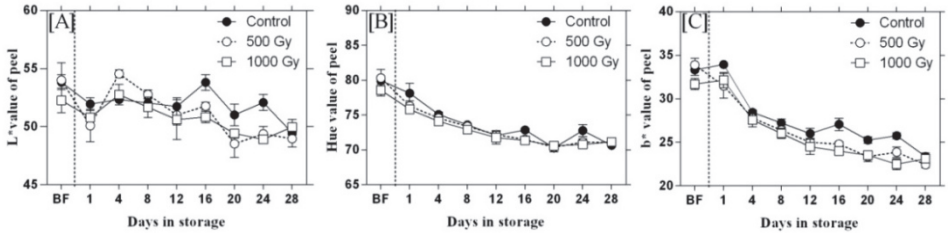

Figure 2 Changes in peel color (L* (A), hue angle (B) and b* (C) values) of "Pong Thong" longan fruits irradiated with gamma ray at 500 or 1,000 Gy compared to non-irradiated fruit (control) during storage at 4°C

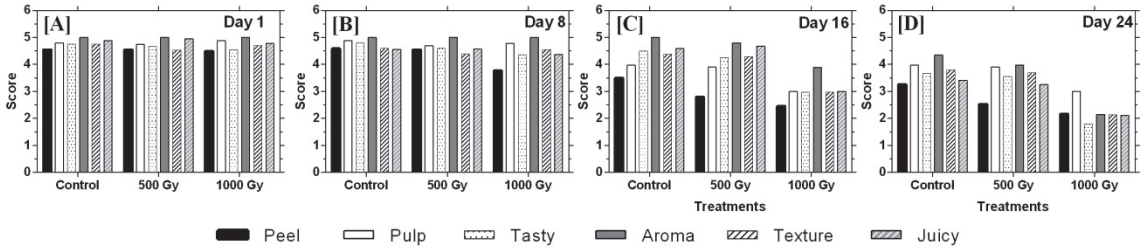

Figure 3 Acceptance score of 'Poung Thong' longan fruits irradiated with gamma ray at 500 or 1,000 Gy compared to non-irradiated fruit (control) on 1st (A), 8th (B), 16th (C) and 24th (D) day of storage at 4°C.

2. การเกิดโรค

ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 28 วัน พบว่าลำไยมีการเข้าทำลายของโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวน้อยและไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยเริ่มพบการเข้าทำลายของเชื้อในลำไยทุกๆ ชุดทดลองในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา (Table 1)

Table 1 Disease incidence (%) in non and gamma irradiated 'Poung Thong' longan fruit treated with gamma ray at 500 and 1,000 Gy during storage at 4°C (GI: gamma ray irradiation)

Treatments	Before GI	Days in storage							
		1	4	8	12	16	20	24	28
Control	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.10	7.36	7.41
500 Gy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.05	7.86	8.11
1,000 Gy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.70	8.20	9.09
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

3. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของลำไยในทุกชุดทดลองมีค่าลดลงแตกต่างกันอย่างไม่นัยสำคัญทางสถิติ ผลลำไยที่รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 1,000 Gy มีค่าลดลงมากที่สุด ขณะที่ผลในชุดควบคุมและลำไยที่รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 500 Gy มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดลดลงใกล้เคียงกัน (Figure 4A)

4. ปริมาณ phenolic compounds

ปริมาณ phenolic ของเนื้อลำไยก่อนรับการฉายรังสีแกมมามีค่า 24.02 mg/100 gFW และปริมาณ phenolic มีค่าเพิ่มขึ้นและมีปริมาณสูงสุดในวันที่ 16 หลังจากนั้นลำไยมีปริมาณ phenolic ลดลง โดยในระหว่างวันที่ 12 – 24 ลำไยที่รับการฉายรังสีแกมมา 500 Gy (50.89 – 32.15 mg/100 gFW) มีปริมาณ phenolic มากกว่าลำไยชุดควบคุม (47.78 – 32.14 mg/100 gFW) (Figure 4B)

5. ปริมาณ Ascorbic acid (AsA) และ Dehydroascorbic acid (DHA)

วันที่ 8 ปริมาณ AsA เพิ่มขึ้นมากสุดในเนื้อลำไยชุดควบคุม (38.23 mg/100gFW) รองมาคือ ผลที่รับการฉายรังสีแกมมา 500 Gy (32.91 mg/100 gFW) และ 1,000 Gy (31.54 mg/100gFW) ตามลำดับ หลังจากนั้นเนื้อลำไยในทุกชุดทดลองมีปริมาณ AsA ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และมีค่าใกล้เคียงกันในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 28) (Figure 4C) ส่วนปริมาณ DHA ของลำไยก่อนรับการฉายรังสีมีค่า 12.16 mg/100 gFW พบว่า DHA มีปริมาณเพิ่มขึ้นหลังรับการฉายรังสีปริมาณ 500 Gy (15.63 mg/100 gFW) และมีค่าเพิ่มมากขึ้นกว่าลำไยในชุดทดลองอื่นๆ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 4D)

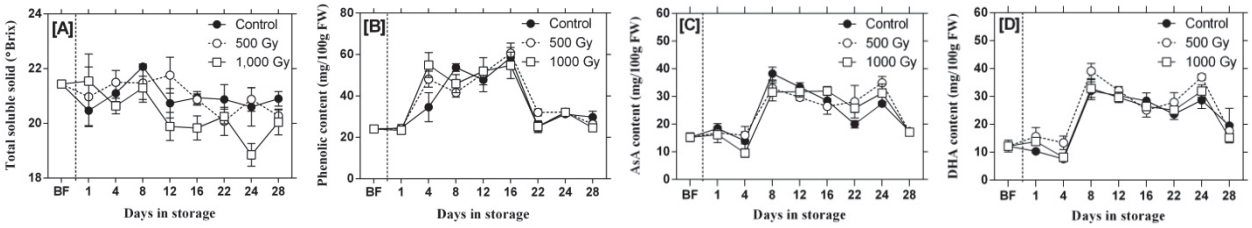

Figure 4 Changes of total soluble solid (A), phenolic acid (B), ascorbic acid (C) and dehydroascorbic acid (D) contents in 'Poung Thong' longan fruits irradiated with gamma ray at 500 or 1,000 Gy compared to non-irradiated fruit (control) during storage at 4°C. (BF = fresh fruits and non-irradiated fruit with gamma ray)

วิจารณ์ผล

การใช้รังสีแกมมาทำให้เปลือกลำไยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มเร็วกว่าผลในชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะรังสีแกมมาทำให้ผลลำไยมีการสูญเสียน้ำสูง ซึ่งมีผลเร่งกิจกรรมเอนไซม์ polyphenol oxidase ในเปลือกทำให้เปลือกของลำไยมีสีน้ำตาลเข้มเร็วขึ้น (นิธิภัทร, 2554; Lu *et al*., 1992) พบว่าลำไยมีปริมาณ DHA เพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังรับการฉายรังสี และในระหว่างการเก็บรักษาปริมาณ phenolic และ DHA มีค่าเพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษา โดยเฉพาะลำไยที่รับการฉายรังสีแกมมา 500 Gy อาจเนื่องจากรังสีแกมมาชักนำให้เกิด reactive oxygen species ส่งผลกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์และการสลายของ ASA เช่น ascorbate peroxidase และ monodehydroascorbate reductase ถึงแม้ว่าการใช้รังสีแกมมาสามารถชักนำให้ลำไยมีปริมาณสาร antioxidant เพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มขึ้นของสารดังกล่าวแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับลำไยในชุดควบคุม และการใช้รังสีแกมมาไม่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาของลำไยที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ลักษณะทางกายภาพของลำไยที่รับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 500 Gy ไม่แตกต่างจากผลในชุดควบคุม ดังนั้นการใช้รังสีแกมมาปริมาณ 500 Gy กับผลลำไยพันธุ์พวงทอง สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางเลือกปฏิบัติให้แก่ผู้ผลิตลำไยสดเพื่อการส่งออก เนื่องจากประเทศสหรัฐอเมริกาที่นำเข้าผลไม้จากประเทศไทยได้กำหนดให้ใช้รังสีแกมมาปริมาณไม่ต่ำกว่า 400 Gy เพื่อกำจัดไข่หรือตัวอ่อนของแมลงวันผลไม้ แต่อย่างไรก็ตามในอนาคตควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการลดอาการเปลือกสีน้ำตาลในลำไยฉายรังสีแกมมา และวิธีการยืดอายุที่เหมาะสมเพื่อใช้ร่วมกับการใช้รังสีแกมมาต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆและศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ที่สนับสนุนทุนงบประมาณในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

นิธิภัทร บุญปก. 2554. ผลของการรมไอกรดอะซิติกและรังสีแกมมาต่อการควบคุมโรคผลเน่าจากเชื้อรา *Aspergillus niger* และคุณภาพของลำไยพันธุ์ดอ.วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 139 หน้า

Lu, R.X., X.J. Zhan, J.Z. Wu, R.F. Zhuang, W.N. Huang, L.X. Cai and Z.M Huang, Z.M. 1992. Studies on storage of longan fruits. Subtropical Plant Research Communication 21: 7 – 19.

Roe, J.H., B.M. Mary, M.J. Oesterling and M.D. Charlotle. 1948. The determination of diketo-gulonic acid, dehydro-l-ascorbic acid, and l-ascorbic acid in the same tissues extract by 2,4-dinitrophenyl hydrazine method. Journal of Biology and Chemistry 174: 201–208.

Singleton, V.L., R. Orthofer and R.M. Lamuela-Raventos. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods Enzymology 1299: 152 – 178.