รายงานฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคุณภาพของผลมะม่วง

(Effect of gamma irradiation on quality of mango fruit)

เสนอ

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

จัดทำโดย

ผศ. ดร. ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์

ผศ. ดร. อภิรดี อุทัยรัตนกิจ

ผศ. ดร. เฉลิมชัย วงษ์อารี

ดร. ธิติมา วงษ์ชีรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปีงบประมาณ 2552

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ที่ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ต่างๆ ขอขอบคุณคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้พื้นที่และเครื่องมือต่างๆ และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมการอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ที่สนับสนุนเครื่องมือในการทำวิจัย ขอขอบคุณคุณวารุณี ธนะแพทย์ และ Dr. Manfred Schwanniger ที่กรุณาให้ข้อมูลเบื้องต้นและข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคนิค NIRs และ ดร.รณฤทธิ์ ฤทธิรณ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการใช้ การประมวลและแปรผลด้วยเครื่อง NIR ตลอดจนขอขอบคุณนักศึกษาและนักวิจัยทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ผลการทดลอง คณะผู้วิจัยหวังว่าข้อมูลจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยที่สามารถนำไปสู่การใช้งานได้จริงในเชิงพานิชย์ต่อไป

ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์

อภิรดี อุทัยรัตนกิจ

เฉลิมชัย วงษ์อารี

ธิติมา วงษ์ชีรี

ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคุณภาพของผลมะม่วง

Effect of gamma irradiation on quality of mango fruit

บทคัดย่อ-โครงการย่อยที่ 1

บทคัดย่อ

จากการเจรจาระหว่างรัฐบาลไทยและสหรัฐอเมริกาในปี 2550 เกี่ยวกับการส่งผลไม้เขตร้อนไปจำหน่ายในประเทศสหรัฐอเมริกา ทำให้ประเทศไทยได้รับการอนุญาตให้ส่งผลไม้จำนวน 6 ชนิดไปจำหน่ายยังประเทศสหรัฐอเมริกาได้ ซึ่งหนึ่งในจำนวนผลไม้นั้นคือ มะม่วง โดยจำเป็นต้องฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีไม่ต่ำกว่า 400 เกรย์ เพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชก่อนการส่งออก ซึ่งในการฉายรังสีแกมมานั้นทำให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพของมะม่วงหลายประการ เช่น การปรากฏของเลนติเซลสีดำ การพัฒนาของสีปลือกช้า และการเกิดเนื้อสีน้ำตาล คล้ายเนื้อไม้ที่แข็ง และมีรสชาติฝาด ซึ่งการเกิดเนื้อสีน้ำตาลของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมานี้ยังไม่มีรายงานถึงปัจจัยที่มีผลเกี่ยวข้อง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลทำให้มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาในระดับการค้า แสดงอาการเนื้อสีน้ำตาลในระหว่างการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส โดยทำการพิสูจน์ว่าปัจจัยใดต่อไปนี้ที่มีผลต่อการเกิดอาการเนื้อสีน้ำตาล ได้แก่ 1. ระดับของปริมาณรังสีแกมมาที่มะม่วงได้รับ เนื่องจากการฉายรังสีแกมมาในระดับการค้านั้น ปริมาณรังสีที่มะม่วงได้รับในแต่ละกล่องจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับตำแหน่งของกล่องที่อยู่บนเพเลท โดยปกติปริมาณรังสีแกมมาที่มะม่วงในแต่ละกล่องได้รับจะอยู่ในช่วงระหว่าง 440-960 เกรย์ ดังนั้นจะเห็นว่าประมาณรังสีแกมมาที่มะม่วงได้รับในแต่ละกล่องนั้นมีความแตกต่างกันมาก 2. ระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลออกจากขั้วผลก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา โดยน้ำยางที่หลงเหลืออยู่ภายในผลเกิดการออกซิไดซ์กับออกซิเจนภายในผล แล้วทำให้เกิดเป็นเนื้อสีน้ำตาล 3. ระดับความสุกแก่ของผลมะม่วงที่นำมาฉายรังสีแกมมา เนื่องจากในการศึกษาก่อนนี้พบว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่มีความสุกแก่เต็มที่มักปรากฏอาการเนื้อสีน้ำตาล จากผลการทดลองเพื่อพิสูจน์ปัจจัยทั้ง 3 อย่าง พบว่า การฉายรังสีแกมมาในปริมาณสูง (800-1200 เกรย์) การปล่อยให้ยางไหลออกจากขั้วผลในระยะเวลาสั้นๆ (0 นาที) แล้วนำไปฉายรังสีแกมมา และการฉายรังสีแกมมาให้กับมะม่วงที่มีความสุกแก่จัดเต็มที่ (มะม่วงที่จมในน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์) ไม่ได้เป็นสาเหตุที่ทำให้มะม่วงปรากฏอาการของเนื้อสีน้ำตาลขึ้น แต่พบว่าการฉายรังสีแกมมามีผลทำให้เลนติเซลได้รับความเสียหาย และทำให้ลักษณะปรากฏของสีเปลือกมะม่วงไม่เป็นที่ยอมรับ และความเสียหายจะมากขึ้นเมื่อมะม่วงได้รับรังสีแกมมาในปริมาณที่สูงขึ้น นอกจากนี้พบว่ารังสีแกมมามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วง คือช่วยชะลอการพัฒนาของสีเปลือก สีเนื้อ ความแน่นเนื้อ และการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้ โดยมีผลไปกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ peroxidase ซึ่งเป็นเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคของพืช

Abstract

The agreement between Thailand and United State (US) government in 2008 about the export of tropical fruits from Thailand to US has been activated. Therefore, 6 of tropical fruits from Thailand are allowed to export to US markets, one of them is mangoes. Gamma irradiation at least 400 Gy is required to treat on the fruit before export for controlling the insect pests. The gamma irradiation has affected on the qualities of mango fruit such as the appearance of black lenticels, delaying in the color development of peel, and hard wood- like-browning of pulp (its taste is astringent). However, there is no any report about the factors which are related to the browning of pulp on mango fruit. Therefore, this study was focused on the influence factors of browning pulp of gamma irradiated mangoes cv. Nam Dok Mai #4 during stored at 13°C. The factors which might be the causes of browning pulp were proved in this studies i.e. 1) Doses of gamma irradiation, due to the doses of gamma ray that each mango carton boxes receive during commercial treatment, may be different. It is depended on the position of boxes on the pallets. Actually, in the commercial scale, the gamma doses in each boxes received are between 440-960 Gy. Thus, mangoes in each box will get the differences of gamma ray doses. 2) timing of gum draining from the stem end of mango fruit before the fruit was taken to irradiate with gamma ray. Because the gum which remains inside the mango fruit may oxidize with oxygen in the fruit and generate the complex substances which is developed to be brown pigments in pulp. 3) maturity stages of mango fruit, in our previous study, we had found that brown pulp often appeared in full matured mango. Therefore, in this research we attempted to prove the effects of those 3 above factors on the browning of mango pulp. Here, our results showed that the gamma irradiation at high doses with 800-1200 Gy, short time of gum draining (o min) prior gamma irradiation, and the full mature mangoes (fruit floated in 2% of sodium chloride solution) irradiated with gamma ray at 400 Gy were not a cause of brown pulp. But we also found that the effects of gamma irradiation on mango fruit were lenticels damage, and levels of damage increased when the high doses were treated. Moreover, the gamma irradiation also affected on the quality changes of mango fruit included the delay of peel-pulp color development, firmness, and postharvest disease development by inducing the activity of peroxidase, an enzyme associates with disease resistance.

บทคัดย่อ-โครงการย่อยที่ 2

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการใช้น้ำร้อนและสาร 1-MCP ในการลดความเสียหายของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ฉายรังสีแกมมาที่จำลองการขนส่งทางเรือที่อุณหภูมิ จากการทดลองจุ่มผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาทีก่อนการฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ฉายรังสี จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียสแล้วสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบทุกสัปดาห์ พบว่า การฉายรังสีแกมมามีแนวโน้มช่วยชะลอการสุกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ได้ โดยมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อช้ากว่ามะม่วงที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมา การฉายรังสีแกมมาทำให้เนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 เกิดการอ่อนนุ่มช้ากว่าและมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าผลที่ไม่ผ่านการฉายรังสี ขณะที่อัตราส่วนระหว่าง TSS/TA ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ระดับอุณหภูมิน้ำร้อนและระยะเวลาในการจุ่มไม่มีผลต่อการลดการเกิดโรค แต่การฉายรังสีแกมมามีผลทำให้มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 เกิดโรคน้อยกว่าผลที่ไม่ผ่านการฉายรังสีอย่างมีนัยสำคัญ และการฉายรังสีแกมมาทำให้ผิวมะม่วงเกิดความเสียหาย (Blackening lenticel) มากขึ้น

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm ก่อนหรือหลังการจุ่มน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที หรือการจุ่มน้ำร้อนร่วมกับการใช้ถุง active เปรียบเทียบกับผลที่จุ่มน้ำร้อนเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส จากการทดลองพบว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ฉายรังสีแกมมาที่ผ่านการรมสาร 1-MCP ก่อนการจุ่มน้ำร้อนมีแนวโน้มชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ (b*) ขณะที่ผลมะม่วงชุดควบคุม มีการเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างจากมะม่วงผ่านการจุ่มน้ำร้อนร่วมกับสาร 1-MCP อย่างไรก็ตามมะม่วงทุกทรีตเมนต์มีการอ่อนนุ่มและการเปลี่ยนแปลงสี (ค่า Hue) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การจุ่มน้ำร้อนร่วมกับการใช้ถุง active ทำให้มะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 สุกไม่ปกติและมีอัตราส่วนระหว่าง TSS/TA น้อยที่สุด แต่มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ดังนั้นการรมสาร 1-MCP ก่อนหรือหลังการจุ่มน้ำร้อนไม่มีผลต่อคุณภาพและการยืดอายุมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ฉายรังสีแกมมา และมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทุกทรีตเมนต์มีการเกิดโรคไม่แตกต่างกันทางสถิติ

Abstract

The objective of this research was to evaluate the use of heat treatment, active bag and 1-MCP in reducing the damage of gamma irradiated 'Nam Dokmai no.4' mango fruit. Fruit were dipped in hot water at 45 and 50 ^{o}C for 5 and 10 min then packed in carton boxes and transferred to irradiation plant. Fruit were divided into 2 lots; first-non irradiated fruit and another lot was gamma irradiated fruit and stored at 13 ^{o}C. Fruit were randomly taken to determine quality changes weekly. Gamma irradiation tended to delay fruit ripening by decreased peel and pulp colour development and firmer than those non irradiated fruit. Loss of fresh weight was induced by irradiation. TSS/TA ratio was no difference among treatments. Moreover, hot water and dipping time had no effect on disease incidence, but irradiation induced disease incidence compared to non-irradiation.

Gamma irradiated mangoes cv. Nam Dokmai no.4 were studied to extend shelf-life by pretreated with heat treatment in combination with active bag or fumigated with 500 ppm 1-MCP compare to the control (no treatment before irradiation). After irradiation the fruits were kept at 13 ^{o}C to investigate the physiology changes. The results indicated that mango fruits fumigated with 500 ppm 1-MCP before heat treatment and irradiation tended to delay color development in pulp (b*), while the control treatment showed no statistical differences with pretreated heat treatment. Moreover, there were no statistical differences on fruit softening among all treatments including the control. Pretreated mango fruits with heat treatment in combination with active bag could not proceed normal ripening, and had the lowest TSS/TA ratio, but could minimize maximum weight loss. Our results suggested that 1-MCP fumigation before or after hot water treatment had no effect on quality and prolonging storage life of irradiated 'Nam Dokmai' mango fruit. The disease incidence in all treatments was not significantly different.

บทคัดย่อ-โครงการย่อยที่ 3

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อตรวจสอบผลของการฉายรังสีแกมมา (400 เกรย์) กับผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ระยะแก่บริบูรณ์ (mature green stage) ต่อการสุก การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ และการเปลี่ยนแปลงกลิ่นของผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 โดยหลังการฉายรังสีผลมะม่วงมีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงมากแต่หลังจากนั้นมะม่วงที่ฉายและไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) มีการผลิตเอทิลีนไม่แตกต่างกัน ซึ่งความแน่นเนื้อของผลลดลงอย่างรวดเร็วหลังวันที่ 15 ของการเก็บรักษา และถึงแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของผลมะม่วงจะไม่แตกต่างกันแต่เปลือกของผลในชุดควบคุมมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากกว่าโดยเห็นได้ชัดหลังจากวันที่ 15 ของการเก็บรักษา สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของค่า L Hunter scales ค่า hue angles และปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ซึ่งผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีเมื่อสุกเต็มที่เปลือกมีสีเหลืองปนเขียวแม้ได้รับการบ่มด้วยการจุ่มด้วยเอทิฟอนความเข้มข้น 250 ppm นอกจากนี้การฉายรังสีไปมีผลลดการสะสมของกลิ่นในกลุ่ม terpene เช่น α-Pinene, Caryophyllene และ Germacrene D ในเนื้อของผลมะม่วงหลังการฉายและระหว่างการเก็บรักษา วิธีการบ่มโดยการจุ่มผลในเอทิฟอนความเข้มข้น 250 ppm ก่อนหรือหลังการฉายรังสีที่ปริมาณ 400 เกรย์ไม่มีผลแตกต่างกันในการกระตุ้นการสุกของผลมะม่วง

Abstract

The aim of this experiment was to monitor the ripening behavior, colour changes and aroma volatile changed of mature green ‘Nam Dokmai’ mango irradiated by gamma ray at 400 Gray (Gy) during 13°C storage at 90-95% RH. The irradiated mango biosynthesised high rates of ethylene after treatment, but afterward the productions were not different between treatments throughout low temperature storage. Fruit firmness sharply reduced after day 15 of the storage. Although there was no change in pulp colour, peel colour of non-irradiated fruit (control) turned yellower after day 15 when indicated by L hunter scales, hue angles and amount of β–carotene. As a result, irradiated mango exhibited greenish yellow peel when was fully ripe even when stimulated with exogenous ethylene by dipping in 250 ppm either before or after gamma irradiated at 400 Gy. Furthermore the gamma irradiation directly affected amounts of terpenes such as α-Pinene, Caryophyllene and Germacrene D in the irradiated flesh. Hasten ripening methods by dipping in 250 ppm between before and after irradiated had no significant differences of ripening induction.

บทคัดย่อ-โครงการย่อยที่ 4

บทคัดย่อ

ในการศึกษาเบื้องต้นครั้งนี้ เป็นการหาแนวทางการตรวจวัดการติดเชื้อแอนแทรกโนสของผลมะม่วงแบบไม่ทำลาย โดยศึกษา 3 เทคนิคคือ การย้อมสี เทคนิค image analysis และการใช้เทคนิค near infrared spectroscopy (NIRs) ทดสอบในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ในระยะผลแก่เขียว โดยเก็บเกี่ยวผลมะม่วงจาก สวนมะม่วงเพื่อการส่งออก จ.ฉะเชิงเทรา และ จ.อ่างทอง ขนส่งมะม่วงด้วยรถห้องเย็น มาทดลองที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน ล้างทำความสะอาดผล แล้วแบ่งมะม่วงออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกปลูกเชื้อบนผิวผลมะม่วง (inoc) ด้วยสารแขวนลอยสปอร์เชื้อ *C. gloeosporioides* ความเข้มข้น 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ผลมะม่วงอีกกลุ่มปลูกด้วยน้ำกลั่น หรือชุดควบคุม (control) การเตรียมผลมะม่วงทดลอง นำผลมาขีดตารางสี่เหลี่ยมมีขนาด 5x4 cm^2 ที่บริเวณกลางผลก่อนการปลูกเชื้อ สำหรับผลมะม่วงที่ใช้ในการทดลองด้วยเทคนิค NIRs ทำตารางทั้งสองด้าน ด้านหนึ่งทำการปลูกเชื้อ (inoc) ส่วนอีกด้านใช้น้ำกลั่น (control) ในปริมาตรเท่ากันคือ 400 ไมโครลิตร เก็บข้อมูลภาพถ่ายบริเวณที่ทำการปลูกเชื้อ ทุกๆ 0.5 ชั่วโมง จนกระทั่งแสดงอาการโรคแอนแทรกโนสให้เห็นชัดเจน คำนวนขอบภาพและแปลงข้อมูลภาพสี เพื่อประมวลผลด้วยเทคนิคเอนโทรปี และ color imagae สำหรับการศึกษาเทคนิค NIRs สุ่มผลมะม่วงไปวัดสเปคตรัม หลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 0 3 และ 6 ชั่วโมง ด้วยเครื่อง FT-NIRs spectrometer ที่ช่วงความยาวคลื่น 900-2500 nm ตัวอย่างสเปคตรัมทั้งหมดจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสำหรับสร้างแบบจำลอง (calibration) จำนวน 150 ตัวอย่าง เพื่อใช้สร้างแบบจำลองการคัดแยก และกลุ่มสำหรับทำนาย (validation) ใช้สำหรับการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง จำนวน 148 ตัวอย่าง ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างแบบจำลองการคัดแยกด้วยวิธี Partial Least Square Discriminant Analysis (PLSDA) ทำการปรับแต่งสเปคตรัมเบื้องต้นด้วยวิธี Multiplicative Scattering Correction (MSC) ในช่วงความยาวคลื่น 952-1333 1638-1836 และ 2173-2354 นาโนเมตร โดยใช้โปรแกรม Unscrambler version 9.7 ผลการทดลองพบว่าการพัฒนาเทคนิคเพื่อการตรวจวัดโรคแอนแทรกโนสในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ในระยะแก่เขียวด้วยการย้อมสีเมลลานินยังไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องจาก ย้อมไม่ติดสีเมลลานินทั้งในเส้นใย สปอร์และ appressorium ของสปอร์เชื้อ *C. gloeosporioides* ส่วนการตรวจวัดการติดเชื้อแอนแทรกโนสโดยการใช้วิธีทางกายภาพ ด้วยการเทคนิคการคำนวณค่าเอนโทรปีจากการประมวลผลขอบภาพที่ผิวผลไม้มะม่วง สามารถสร้างสมการแบบเส้นตรง ของพื้นที่ของขอบของภาพ (edge) สัมพันธ์กับระยะเวลาในการปลูกหรือติดชื้อในการนายการติดเชื้อแอนแทรกโนสบนผิวมะม่วงได้ โดยสามารถตรวจวัดความแตกต่างได้ภายหลังจากปลูกเชื้อเพียง 4 ชั่วโมง ส่วนการใช้เทคนิค color image processing ด้วยการนับจำนวนพิกเซลของภาพบนผิวมะม่วง ยังไม่สามารถใช้ทำนายการติดเชื้อของผลมะม่วงได้ เนื่องจากมีข้อผิดพลาดของเทคนิคการประมวล สำหรับการใช้เทคนิคสเปกโตรสโกปีย่านใกล้อินฟราเรด ด้วยเครื่อง FT-NIRs พบว่า สามารถคัดแยกผลมะม่วงกลุ่ม control ที่เวลา 0 ชั่วโมง และกลุ่ม inoc ที่เวลา 3 และ 6 ชั่วโมงได้ด้วยความถูกต้องรวม 89% เปรียบเทียบผลวิเคราะห์ปริมาณสารเมลานินจากสารสกัดของเปลือกมะม่วงกลุ่มติดเชื้อ (inoc) กับกลุ่มไม่ติดเชื้อ (control) พบว่าค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ผลศึกษาครั้งนี้กล่าวได้ว่า การใช้ image processing โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเอนโทรปี และการใช้ FT-NIRs มีความเป็นไปได้ในเชิงเทคนิค แต่อย่างไรก็ตามควรมีการทดลองซ้ำในระดับกึ่งการค้า ในผลที่มีการติดเชื้อแบบแฝงจากธรรมชาติ และควรหาข้อมูลการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อของผลมะม่วง เพื่อทำให้การตรวจวัดด้วยเทคนิค NIRs มีแม่นยำมากยิ่งขึ้น

Abstract

This preliminary study on nondestructive detection of anthracnose infected in Nam Dork Mai mangoes using three techniques consists with staining, image processing and near infrared spectroscopy (NIRs)techniques. Mature green Nam Dork Mai mangoes were harvested from exporting mango orchards in Chacherngsao and Ang Thong provinces and immediately transported to the postharvest technology laboratory, KMUTT, Bangkhuntein campus by refrigerator truck. Cleaned fruits and divided for experiments in 2 groups; one group inoculated mango fruits with 10^6 spore/ml anthracnose spore suspension (inoc) and the other group inoculated with de-water as the control treatment. Prepare the fruit by drawing the rectangle area of 5x4 centimeter in the middle of peel fruit and inoculated with of 400 µL of 10^6 spore/ml anthracnose spore suspension. In NIRs experiment, the mango fruits were inoculated of both sides in the opposite direction. One side of fruit was inoculated with spore suspension and the other side was inoculated with 400 µL de-water. The photograph of inoculated area were collected every 05-1.0 hr until anthracnose symptom appearance. The edge area and color image were processing with entropy and image processing technique. For NIRs experiment, spectra of samples were acquired by FT-NIRs spectrometer in the wavelength region of 900-2500 nm after incubation in the moist chamber for 0 3 and 6 hours at room temperature. Samples were divided in two set, calibration set of 150 samples for model development and validation set of 148 samples for testing accuracy. Prior to developing the model, the spectra were pretreated with Multiplicative Scatter Correction (MSC). Unscrambler software was used to perform Partial Least Squares Discriminant Analysis (PLSDA) in the wavelength region of 952-1333nm, 1638-1836 nm and 2173-2354 nm.

From the result, staining melanin pigment with by copper sulfide-silver was not appropriated technique. Because the melanin pigment in mycelium, spore and appressoruim was not staining. The image analysis techniques with entropy processing of edge area gave the linear model. This model could classified anthracnose infection in the 4th hour after inoculation. However, color image processing result of the pixel number was not sufficient for predicted anthracnose infection in mango peel. Although the NIRs results gave the model could classify the infected mangoes (inoc.) from non-infected mangoes (control) group with overall classification accuracy of 89%. The comparison of melanin showed no significant difference between melanin quantities from extraction of peel of infected mangoes and control ones. Our studied showed that image processing with entropy processing have potential to classify the infected mango group. However, the experiment with large scale of mangoes and natural infection mangoes should be study. The related chemical analyze should be developed for improvement of accuracy in NIRs technique.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ – โครงการย่อยที่ 1	ข
บทคัดย่อ – โครงการย่อยที่ 2	ง
บทคัดย่อ – โครงการย่อยที่ 3	จ
บทคัดย่อ – โครงการย่อยที่ 4	ช
สารบัญ	ฌ
รายการภาพประกอบ	ฐ
รายการตาราง	ฝ
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำงานวิจัย	1
2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
3. ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
4. ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	3
5. ทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 2 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	**12**
โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออาการเนื้อสีน้ำตาลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีแกมมา	12
การทดลองที่ 1.1 ศึกษาผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลและการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาและวางจำหน่าย	12
การทดลองที่ 1.2 ศึกษาผลของระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลจากผลมะม่วงและระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลและการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา	13
การทดลองที่ 1.3 ศึกษาผลของระยะการสุกแก่ของมะม่วงต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลของมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา	14
โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การลดความเสียหายของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ฉายรังสีแกมมาที่จำลองการขนส่งทางเรือ	15
การทดลองที่ 2.1 ศึกษาผลของ Heat treatment ต่อคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้ฉายรังสีแกมมา	15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การพัฒนากลิ่นและสีในผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีระหว่างการเก็บรักษา 17

การทดลองที่ 3.1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นและสีมะม่วงน้ำดอกไม้หลังการฉายรังสีและระหว่างการเก็บรักษา 17

การทดลองที่ 3.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นและสีมะม่วงน้ำดอกไม้หลังการฉายรังสีและเมื่อบ่มให้สุกด้วยเอทิลีน 18

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 การศึกษาเทคนิคการตรวจโรคแอนแทรคโนสในผลมะม่วงระยะแก่เขียว 19

4.1 ศึกษาวิธีการตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรคโนสด้วยการย้อมสี 19

4.2 ศึกษาวิธีการตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรคโนสด้วยการใช้วิธีทางกายภาพ 20

4.3 ศึกษาวิธีการตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรคโนสด้วยเทคนิค NIR spectroscopy 23

บทที่ 3 ผลการทดลอง **25**

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออาการเนื้อสีน้ำตาลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีแกมมา 25

การทดลองที่ 1.1 ศึกษาผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลและการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาและวางจำหน่าย 25

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาผลของระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลจากผลมะม่วงและระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลและการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา 41

การทดลองที่ 1.3 ศึกษาผลของระยะการสุกแก่ของมะม่วงต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลของมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา 71

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การลดความเสียหายของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ฉายรังสีแกมมาที่จำลองการขนส่งทางเรือ 90

การทดลองที่ 2.1 ผลของ Heat treatment ต่อคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้ฉายรังสีแกมมา 90

การทดลองที่ 2.2 ผลของภาชนะบรรจุและสาร 1-MCP ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ฉายรังสีแกมมา 106

ผลการทดลองและวิจารณ์-โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การพัฒนากลิ่นและสีในผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีระหว่างการเก็บรักษา 116

การทดลองที่ 3.1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นและสีมะม่วงน้ำดอกไม้หลังการฉายรังสีและระหว่างการเก็บรักษา 116

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การทดลองที่ 3.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นและสีมะม่วงน้ำดอกไม้หลังการฉายรังสีและเมื่อบ่มให้สุกด้วยเอทิลีน	124
โครงการวิจัยย่อยที่ 4 การศึกษาเทคนิคการตรวจโรคแอนแทรคโนสในผลมะม่วงระยะแก่เขียว	131
4.1 การตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรคโนสด้วยการย้อมสี	131
4.2 การตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรคโนสด้วยการใช้ภาพถ่าย	131
4.3 การตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรคโนสด้วยเทคนิค NIR spectroscopy	133
บทที่ 4 วิจารณ์ผลการทดลอง	**150**
โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออาการเนื้อสีน้ำตาลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีแกมมา	150
การทดลองที่ 1.1 ศึกษาผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลและการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาและวางจำหน่าย	150
การทดลองที่ 1.2 ศึกษาผลของระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลจากผลมะม่วงและระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลและการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา	152
การทดลองที่ 1.3 ศึกษาผลของระยะการสุกแก่ของมะม่วงต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลของมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา	152
วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง-โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การลดความเสียหายของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ฉายรังสีแกมมาที่จำลองการขนส่งทางเรือ	155
การทดลองที่ 2.1 ผลของ Heat treatment ต่อคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้ฉายรังสีแกมมา	155
การทดลองที่ 2.2 ผลของภาชนะบรรจุและสาร 1-MCP ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ฉายรังสีแกมมา	156
โครงการวิจัยย่อยที่ 4 การศึกษาเทคนิคการตรวจโรคแอนแทรคโนสในผลมะม่วงระยะแกเขียว	158
4.1 การตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรคโนสด้วยการย้อมสี	158
4.2 การตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรคโนสด้วยการใช้ภาพถ่าย	158
4.3 การตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรคโนสด้วยวิธีทาง spectroscopy	159
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	**160**
โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออาการเนื้อสีน้ำตาลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีแกมมา	160
โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การพัฒนากลิ่นและสีในผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีระหว่างการเก็บรักษา	162

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
โครงการวิจัยย่อยที่ 4 การศึกษาเทคนิคการตรวจโรคแอนแทรคโนสในผลมะม่วงระยะแก่เขียว	163
เอกสารอ้างอิง	**164**
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	**172**

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1.1.1	ลักษณะเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	29
1.1.2	ความรุนแรงของการเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	30
1.1.3	การปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	30
1.1.4	ความแน่นเนื้อของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	31
1.1.5	ค่า L* ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	32
1.1.6	ค่า a* ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	33
1.1.7	ค่า b* ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	34
1.1.8	ค่า Hue angle ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control), 400, 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2, 4 และ 6 วัน	35
1.1.9	คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอกของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน	36
1.1.10	คะแนนการยอมรับด้านสีเปลือกของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน	36
1.1.11	คะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน	37

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
1.1.12	คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน	37
1.1.13	คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน	38
1.1.14	คะแนนเนื้อสัมผัส (ความอ่อนนิ่ม) ของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน	38
1.1.15	คะแนนการยอมรับด้านรสชาติของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน	39
1.1.16	คะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภคของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน	39
1.1.17	กิจกรรมของเอนไซม์ Peroxidase (POD) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	40
1.1.18	กิจกรรมของเอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	40
1.2.1	เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	53
1.2.2	ความรุนแรงของการเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	53
1.2.3	เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	54

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
1.2.4	ความรุนแรงของการเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	54
1.2.5	การปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	55
1.2.6	การปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นย้ายมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	55
1.2.7	ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	56
1.2.8	ค่า L* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	57
1.2.9	ค่า L* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	58
1.2.10	ค่า a* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	59
1.2.11	ค่า a* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	60
1.2.12	ค่า b* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	61
1.2.13	ค่า b* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	62

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
1.2.14	ค่า Hue angle เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียสนาน 5 วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	63
1.2.15	ค่า Hue angle เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	64
1.2.16	คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน	65
1.2.17	คะแนนการยอมรับด้านสีเปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน	65
1.2.18	คะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน	66
1.2.19	คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน	66
1.2.20	คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน	67
1.2.21	คะแนนเนื้อสัมผัส (ความอ่อนนิ่ม) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน	67

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
1.2.22	คะแนนการยอมรับด้านรสชาติของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน	68
1.2.23	คะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภคมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน	68
1.2.24	กิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	69
1.2.25	กิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	69
1.2.26	กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	70
1.2.27	กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	70
1.3.1	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	77
1.3.2	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อระดับความรุนแรงการเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้นเปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	77
1.3.3	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	78

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
1.3.4	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อระดับความรุนแรงการเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	78
1.3.5	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อการปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	79
1.3.6	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	79
1.3.7	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	80
1.3.8	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า L* เปลือก (A) และเนื้อ (B) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	81
1.3.9	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า a* เปลือก (A) และเนื้อ (B) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	82
1.3.10	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า b* เปลือก (A) และเนื้อ (B) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	83
1.3.11	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า Hue angle ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	84

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
1.3.12	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อกิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	85
1.3.13	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	85
1.3.14	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอก (A) และคะแนนการยอมรับด้านสีเปลือก (B) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	86
1.3.15	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อ (A) และคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น (B) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	87
1.3.16	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติ (A) และคะแนนเนื้อสัมผัส (ความอ่อนนิ่ม) (B) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	88
1.3.17	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคะแนนการยอมรับด้านรสชาติ (A) และคะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภค (B) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	89
2.1.1	ค่า L* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน	90
2.1.2	ค่า a* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน	91

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.1.3	ค่า b* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน	92
2.1.4	ค่า Hue angle ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน	93
2.1.5	ค่า L* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน	94
2.1.6	ค่า a* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน	95
2.1.7	ค่า b* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน	96
2.1.8	ค่า Hue angle ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน	97
2.1.9	การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน	98
2.1.10	ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน	99
2.1.11	อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน	100
2.1.12	เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน	101

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.1.13	ลักษณะปรากฏของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน	102
2.1.14	การทดสอบด้านเนื้อสัมผัสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน	103
2.1.15	การทดสอบรสชาติของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน	104
2.1.16	การทดสอบความชอบโดยรวมของผู้บริโภคของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน	105
2.2.1	ค่า L* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	106
2.2.2	ค่า a* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	107
2.2.3	ค่า b* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	107
2.2.4	ค่า Hue angle ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	108
2.2.5	ค่า L* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	109
2.2.6	ค่า a* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	109
2.2.7	ค่า b* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	110

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.2.8	ค่า Hue angle ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	111
2.2.9	ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	111
2.2.10	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	112
2.2.11	ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	113
2.2.12	อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	113
2.2.13	การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	114
2.2.14	เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	115
3.1.1	การผลิตเอทิลีนของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหล นาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน	118
3.1.2	ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหล นาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน	119
3.1.3	ค่า L Hunter scales ของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหล นาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน	113

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.1.4	ค่า hue angles ของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน	120
3.1.5	ค่า β carotene ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน	121
3.1.6	โครมาโตแกรม total ion spectra (TIC) ของกลิ่นจากเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหล นาน 30 นาที ก่อนการเก็บรักษา (A) แล้วเก็บที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน (B) วิเคราะห์โดย solid phase micro-extraction (SPME)/GC-MS	122
3.1.7	โครมาโตแกรม total ion spectra (TIC) ของสารระเหยจากเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหล นาน 30 นาที ก่อนการเก็บรักษา (A) และหลังการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (B) แล้วในผลที่ไม่ฉายรังสีและเก็บที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน (C) หรือผลที่ฉายรังสีและเก็บรักษา นาน 30 วัน (D) วิเคราะห์โดย solvent extraction (pantane: dichloromethane, 1:1) /GC-MS	123
3.2.1	การผลิตเอทิลีนของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน	125
3.2.2	ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน	126
3.2.3	ค่า L Hunter scales ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน	127
3.2.4	ค่า hue angle ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน	128

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.2.5	ค่า β carotene ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน	129
3.2.6	โครมาโตแกรม total ion spectra (TIC) ของสารระเหยจากเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ไม่ฉายรังสีแล้วจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (A) และวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน (B) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วนำไปฉายรังสีวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน (C) หรือ ฉายรังสีแล้วนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm วางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน (D) วิเคราะห์โดย solvent extraction (pantane: dichloromethane, 1:1) /GC-MS	130
4.1	เส้นใย (บน) สปอร์ (กลาง) และ appressorium (ล่าง) ของเชื้อ *C. gloeosporioides* ที่ย้อมด้วยสารละลาย Silver-HQ (A) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ได้ย้อมสี) (B)	134
4.2	อาการโรคแอนแทรกโนสบนผิวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ภายหลังจากปลูกเชื้อ แล้วบ่มใน moist chamber ที่อุณหภูมิ 25°C นาน 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบวิธีปลูกเชื้อด้วยการหยดสารแขวนลอยสปอร์ (A) จุ่มผลในสารแขวนลอยสปอร์ (B) และไม่มีการปลูกเชื้อหรือชุดควบคุม (C)	135
4.3	อาการโรคแอนแทรกโนสบนผิวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ภายหลังจากปลูกเชื้อ แล้วบ่มใน moist chamber ที่อุณหภูมิ 25°C นาน 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบวิธีปลูกเชื้อด้วยการหยดสารแขวนลอยสปอร์ (A) จุ่มผลในสารแขวนลอยสปอร์ (B) และไม่ได้ปลูกเชื้อหรือชุดควบคุม (C)	136
4.4	อาการโรคแอนแทรกโนสบนผิวผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย (บน) และฟ้าลั่น (ล่าง) ภายหลังจากปลูกเชื้อ แล้วบ่มใน moist chamber ที่อุณหภูมิ 25°C นาน 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบวิธีปลูกเชื้อด้วยการหยดสารแขวนลอยสปอร์ (A, C) จุ่มผลในสารแขวนลอยสปอร์ (B, D)	137
4.5	อาการโรคแอนแทรกโนสบนผิวผลมะม่วง ด้วยการหยดสารแขวนลอยสปอร์ภายหลังจากปลูกเชื้อ 5 วัน โดยเก็บผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 25°C นาน 2 วัน แล้วย้ายไปไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน เปรียบเทียบมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์สี่ (A) น้ำดอกไม้สีทอง (B) เขียวเสวย (C) และฟ้าลั่น (D)	138
4.6	อาการโรคแอนแทรกโนสบนผิวผลมะม่วง ด้วยการจุ่มผลในสารแขวนลอยสปอร์ ภายหลังจากปลูกเชื้อ 3 วัน โดยเก็บผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 25°C นาน 2 วัน แล้วย้ายไปไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน เปรียบเทียบมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์สี่ (A) น้ำดอกไม้สีทอง (B) เขียวเสวย (C) และฟ้าลั่น (D)	139
4.7	สภาพผลมะม่วงที่ได้รับการปลูกเชื้อด้วยการทาสารแขวนลอยสปอร์บ่มผลที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง (A) และภาพขยาย (367x457 pixels) บริเวณที่ทำการปลูกเชื้อ (B)	140
4.8	สภาพผิวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์สี่ ภายหลังจากปลูกเชื้อด้วยการทาสารแขวนลอยสปอร์บริเวณที่กำหนด แล้วบ่มผลที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 82 ชั่วโมง เปรียบเทียบผลที่ปลูกเชื้อ (A) และผลที่ไม่ได้ปลูกเชื้อหรือชุดควบคุม (B)	141

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.9	ภาพถ่ายบริเวณผิวผลมะม่วงที่ Inoculate เชื้อ (A) และผลการหาขอบของภาพ (B) ภายหลัง จากปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* นาน 0 20 และ 82 ชั่วโมง	142
4.10	กราฟแสดงพื้นที่ของ edge ในแต่ละภาพชั่วโมง (A) และสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการเกิดเชื้อและพื้นที่การเจริญเติบโตของเชื้อ (B)	143
4.11	พื้นที่ในกรอบสี่เหลี่ยมทั้งหมดที่ได้รับทรีตเมนต์ (A) และภาพในกรอบสี่เหลี่ยมขนาด 310 x 430 พิกเซลที่จะใช้ประมวลผลด้วยเทคนิค image analysis (B)	144
4.12	ภาพแสดงการนับจำนวนพิกเซลของภาพบนผิวมะม่วงในวิธีปลูกเชื้อ (inoculate) (A) และวิธีควบคุมหรือไม่ปลูกเชื้อ (control/non-inoculate) (B)	144
4.13	ภาพก่อนประมวลผล (A) และหลังประมวลผล (B) ด้วยเทคนิค color image processing	145
4.14	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการเกิดเชื้อและจำนวนพิกเซลของภาพบนผิวมะม่วงในวิธีปลูกเชื้อ (inoculate) (A) และวิธีควบคุมหรือไม่ปลูกเชื้อ (control/non-inoculate) (B)	145
4.15	ลักษณะสเปกตรัมของสารเมลานินที่สกัดจากเส้นใย (A) และจากเปลือกผลมะม่วงที่ทำการปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* (B) วิเคราะห์ด้วย UV-vis spectrophotometer	146
4.16	ลักษณะสเปกตรัมของสารมาตรฐานเมลานิน (Sigma) ความเข้มข้น 0-12 mg/ml วิเคราะห์ด้วย UV-vis spectrophotometer ดูดกลืนแสงมากที่สุดที่ความยาวคลื่นประมาณ 208 นาโนเมตร	146
4.17	ตัวอย่าง Original spectra (A) และหลังการปรับแต่ง (B) สเปคตรัมด้วยวิธี Multiplicative scatter correction ในช่วงความยาวคลื่น 900-2500 นาโนเมตร ของผลมะม่วงกลุ่ม control (0 ชั่วโมง) และกลุ่มติดเชื้อ (3 และ 6 ชั่วโมง)	147
4.18	Scatter plots ค่าจริงและค่าทำนายด้วยแบบจำลอง PLSDA ในกลุ่ม calibration set (A) และกลุ่ม validation set (B)	148

รายการตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณเมลานิน (มิลลิกรัมต่อกรัม) จากสารสกัดเปลือกผลมะม่วง 149

ตารางภาคผนวกที่

1.1.1 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดของโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 173

1.1.2 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อระดับความรุนแรงการเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 174

1.1.3 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อการปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 175

1.1.4 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 176

1.1.5 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า L* ของเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 177

1.1.6 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า L* ของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 178

1.1.7 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า a* ของเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 179

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

1.1.8 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า a* ของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 180

1.1.9 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า b* ของเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 181

1.1.10 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า b* ของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 182

1.1.11 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า Hue angle ของเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 183

1.1.12 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า Hue angle ของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 184

1.1.13 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอก สีเปลือก สีเนื้อ กลิ่น กลิ่นผิดปกติ ความอ่อนนิ่ม รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน 185

1.1.14 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อกิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 186

1.1.15 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 187

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

1.2.1 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 188

1.2.2 ความรุนแรงของการเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 189

1.2.3 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 190

1.2.4 ความรุนแรงของการเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 191

1.2.5 การปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 192

1.2.6 การปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นย้ายมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 193

1.2.7 ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 194

1.2.8 ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 195

1.2.9 ค่า L* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 196

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1.2.10	ค่า L* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	197
1.2.11	ค่า L* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2, 4 และ 6 วัน	198
1.2.12	ค่า L* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2, 4 และ 6 วัน	199
1.2.13	ค่า a* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2, 4 และ 6 วัน	200
1.2.14	ค่า a* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	201
1.2.15	ค่า a* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	202
1.2.16	ค่า a* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	203
1.2.17	ค่า b* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	204
1.2.18	ค่า b* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	205
1.2.19	ค่า b* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	206
1.2.20	ค่า b* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	207

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1.2.21	ค่า Hue angle เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	208
1.2.22	กิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	209
1.2.23	ค่า Hue angle เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	210
1.2.24	ค่า Hue angle เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาประมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน	211
1.2.25	คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน	212
1.2.26	คะแนนการยอมรับด้านสีเปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน	213
1.2.27	คะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน	214
1.2.28	คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน	215
1.2.29	คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน	216

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

1.2.30 คะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัส (ความอ่อนนิ่ม) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน 217

1.2.31 คะแนนการยอมรับด้านรสชาติของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน 218

1.2.32 คะแนนความชอบโดยรวมของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน 219

1.2.33 กิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 220

1.2.34 กิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 221

1.2.35 กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 222

1.2.36 กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน 223

1.3.1 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน 224

1.3.2 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อระดับความรุนแรงการเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน 225

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1.3.3	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	226
1.3.4	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อ ระดับความรุนแรงการเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	227
1.3.5	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อการปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	228
1.3.6	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	229
1.3.7	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	230
1.3.8	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า L* ของปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	231
1.3.9	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า L* ของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	232
1.3.10	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า a* ของเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	233
1.3.11	ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า a* ของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน	234

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

1.3.12 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า b* ของเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน 235

1.3.13 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า b* ของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน 236

1.3.14 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า Hue angle ของเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน 237

1.3.15 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า Hue angle ของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน 238

1.3.16 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อกิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน 239

1.3.17 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน 240

1.3.18 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอก สีเปลือก สีเนื้อ กลิ่น กลิ่นผิดปกติ ความอ่อนนิ่ม รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน 241

2.1.1 ค่า L* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส 242

2.1.2 ค่า a* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส 243

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

2.1.3 ค่า b* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส 244

2.1.4 ค่า Hue angle ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส 245

2.1.5 ค่า L* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส 246

2.1.6 ค่า a* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส 247

2.1.7 ค่า b* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส 248

2.1.8 ค่า Hue angle ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส 249

2.1.9 อัตราการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส 250

2.1.10 ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส 251

2.1.11 อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส 252

2.1.12 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส 253

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
2.1.13	ลักษณะปรากฏของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	254
2.1.14	เนื้อสัมผัสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	255
2.1.15	รสชาติของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	256
2.1.16	ความชอบโดยรวมของผู้บริโภคของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่ม น้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส	257
2.2.1	ค่า L* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส	258
2.2.2	ค่า a* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส	259
2.2.3	ค่า b* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส	260
2.2.4	ค่า Hue angle ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส	261
2.2.5	ค่า L* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส	262

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

2.2.6 ค่า a* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส 263

2.2.7 ค่า b* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส 264

2.2.8 ค่า Hue angle ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส 265

2.2.9 ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส 266

2.2.10 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส 267

2.2.11 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส 268

2.2.12 อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส 269

2.2.13 อัตราการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส 270

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
2.2.14	เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส	271
3.1.1	การผลิตเอทิลีนของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน	272
3.1.2	ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน	273
3.1.3	ค่า L Hunter scales ของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน	274
3.1.4	ค่า hue angles ของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน	275
3.1.5	ค่า β-carotene ของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน	276
3.1.6	องค์ประกอบหลักของกลิ่นในเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระยะแก่บริบูรณ์ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที (ตามภาพที่ 3.1.6A) และระยะสุกเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน (ตามภาพที่ 3.1.6B) วิเคราะห์โดยวิธี solid phase micro-extraction (SPME)/GC-MS	277
3.1.7	องค์ประกอบหลักของสารระเหยในเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที แล้วฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (B) และเก็บที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน วิเคราะห์โดย solvent extraction (pantane: dichloromethane, 1:1) /GC-MS	278
3.2.1	การผลิตเอทิลีนของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน	279

รายการรูปประกอบ(ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
3.2.2	ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน	280
3.2.3	ค่า L Hunter scales ของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน	281
3.2.4	ค่า hue angles ของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน	282
3.2.5	ค่า β-carotene ของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน	283
3.2.6	องค์ประกอบหลักของสารระเหยในเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (IPE) แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน วิเคราะห์โดย solvent extraction (pantane: dichloromethane, 1:1) /GC-MS	284

บทที่ 1 บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

มะม่วง (*Mangifera indica*) จัดเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศ ผลผลิตของมะม่วงมีตลอดปี การบริโภคมีทั้งภายในประเทศและส่งไปต่างประเทศ โดยเฉพาะมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ผลิตได้มีการส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศหลายแห่ง เช่น ญี่ปุ่น ยุโรปและอเมริกา เนื่องจากมีคุณภาพดี อร่อย หอม มีรสชาติหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย ซึ่งเป็นที่ชื่นชอบของชาวต่างชาติ จากการเจรจาข้อตกลงทางการค้าระหว่างรัฐบาลไทยและสหรัฐอเมริกาในปี 2550 ทำให้ผู้ส่งออกผลไม้ไทยสามารถส่งผลไม้ไทยที่ฉายรังสีแกมมาได้ 6 ชนิด ได้แก่ มะม่วง มังคุด ลำไย ลิ้นจี่ สับปะรด และ เงาะ ไปจำหน่ายยังประเทศสหรัฐอเมริกาได้ โดยวัตถุประสงค์หลักของการฉายรังสีแกมมาคือเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชที่ปนเปื้อนไปกับผลผลิต แต่จากข้อมูลการส่งมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีแกมมาออกไปจำหน่ายยังประเทศสหรัฐอเมริกาในเดือนพฤศจิกายน 2550 ที่ผ่านมา โดยมีบริษัทที่นำร่องทดลองส่งมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีแกมมาไปสหรัฐอเมริกาทางเครื่องบิน พบว่าผู้ส่งออกประสบปัญหาด้านคุณภาพของผลมะม่วงน้ำดอกไม้ โดยเฉพาะการเน่าเสียที่เกิดจากโรคภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น โรคแอนแทรกโนส โรคผลเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Dothiorella dominicana* และ *Rhizopus stolonifer* นอกจากนี้ยังมีปัญหาการเกิดเสี้ยนดำบริเวณผิวเปลือก และการเกิดเนื้อสีน้ำตาล ทำให้มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (จากรูปที่ปรากฏระเบียบวาระการประชุมของคณะทำงานสนับสนุนการส่งออกผลไม้ฉายรังสีไปสหรัฐอเมริกาครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 27 พฤศจิกายน 2550) และจากการทดลองของคณะผู้วิจัยที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ., ข้อมูลยังไม่ได้ตีพิมพ์) ในปี 2551 เรื่องการลดความเสียหายจากโรคผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา โดยทำการจุ่มมะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที หรือจุ่มน้ำร้อนร่วมกับการใช้สารกำจัดเชื้อราโปรคลอราซความเข้มข้น 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีที่ปริมาณ 400 เกรย์ พบว่า สามารถลดการเกิดโรคแอนแทรกโนสได้ดีกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ใช้น้ำร้อนหรือสารกำจัดเชื้อรา และจากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณโปรคลอราซที่ตกค้างบนผลมะม่วงพบว่ามีค่าน้อยกว่า 2 ppm (ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่า MRL ตามมาตรฐานที่ FDA ของสหรัฐอเมริกากำหนด) นอกจากนี้มะม่วงเหล่านี้มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์ ซึ่งเหมาะกับการขนส่งมะม่วงไปจำหน่ายทางเครื่องบิน แต่ไม่เหมาะหากจะนำไปใช้ในการขนส่งทางเรือเพื่อประหยัดต่ำทุนการส่งออก ดังนั้นการศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมอื่นร่วมด้วยเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น เช่น การเลือกชนิดของภาชนะบรรจุที่เหมาะสมต่อมะม่วง ตลอดจนการควบคุมการผลิตเอทิลีน (ซึ่งเป็นก๊าซที่พืชผลิตขึ้นและสามารถเร่งการสุกของผลผลิตให้เร็วขึ้น) ของมะม่วงให้มีปริมาณน้อยลง เพื่อให้ผลผลิตสุกช้าลงและสามารถขนส่งมะม่วงทางเรือได้จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและทำให้มะม่วงที่ส่งออกมีราคาลดลง ทำให้สามารถขันแข่งส่วนแบ่งการตลาดกับประเทศคู่แข่งอื่นๆ ได้ นอกจากนี้คณะผู้วิจัยจาก มจธ. ยังพบว่าผลมะม่วงจำนวนมากปรากฏอาการเนื้อสีน้ำตาลภายหลังการฉายรังสี โดยรูปแบบของการเกิดเนื้อสีน้ำตาลในแต่ละผลจะแตกต่างกัน ส่วนใหญ่มักเกิดบริเวณโหนกของผล บริเวณของเนื้อที่ปรากฏสีน้ำตาลหรือบริเวณข้างเคียงจะมีรสชาติฝาด ไม่หวาน เมื่อรับทานจะรู้สึกเหมือนมียางติดที่ลิ้น และเนื้อมะม่วงบริเวณนั้นจะมีลักษณะแข็งและหยาบเมื่อสัมผัส อีกทั้งพบว่าการฉายรังสีมีผลต่อการพัฒนากลิ่นหอมและการสุก (การเปลี่ยนของสีเปลือก) ของมะม่วงด้วย คณะผู้วิจัยได้ตั้งข้อสันนิษฐานว่าการเกิดเนื้อสีน้ำตาลนั้น อาจจะเป็นผลเนื่องจากผลร่วมของการฉายรังสีแกมมา ระยะการสุกแก่ของมะม่วง และระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลจากขั้ว

ของผลมะม่วง ตลอดจนระยะเวลาในการเก็บรักษามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีไว้ที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการพิสูจน์สมมติฐานดังกล่าวข้างต้นว่าแท้จริงมีสาเหตุจากปัจจัยใด หากเราสามารถทราบว่าอาการเนื้อสีน้ำตาลมีสาเหตุเนื่องจากปัจจัยใดเป็นหลัก ก็จะได้หาทางแก้ไขเพื่อให้ประเทศไทยสามารถส่งออกมะม่วงไปยังตลาดสหรัฐอเมริกาได้มากขึ้น ตลอดจนการศึกษาถึงผลกระทบของการฉายรังสีกับการพัฒนาของกลิ่นและสีของมะม่วงก็เป็นสิ่งจำเป็น จากการประชุมปรึกษาหารือเรื่อง โครงการสนับสนุนการส่งออกมะม่วงไปตลาดยุโรป ในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2552 ณ กรมส่งเสริมการส่งออก พบว่าบริษัทส่งออกมะม่วงส่วนใหญ่ประสบกับปัญหาโรคแอนแทรกโนสเมื่อผลผลิตไปถึงประเทศปลายทาง หรือเมื่อมะม่วงเข้าสู่ขบวนการสุก ในปัจจุบันยังไม่มีเทคโนโลยีใดที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการตรวจสอบผลมะม่วงที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรกโนสได้ ทำให้มะม่วงส่วนใหญ่ต้องถูกทำลายทิ้งที่ประเทศปลายทางและต้องจำหน่ายในราคาที่ถูกลง ดังนั้นการศึกษาหาวิธีการตรวจสอบโรคแอนแทรกโนสในผลมะม่วงระยะแก่เขียวจึงเป็นเป้าหมายที่บริษัทส่งออกมะม่วงต้องการให้ภาครัฐเร่งดำเนินศึกษาหาเทคนิควิธีการที่สามารถคัดเลือกผลมะม่วงที่ไม่มีการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสออกจากผลมะม่วงที่มีการเข้าทำลายของเชื้อราได้ จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นนี้มีผลทำให้คุณภาพของมะม่วงลดลง อายุการเก็บรักษาสั้นลง ตลอดจนมะม่วงที่ส่งออกมีเสียหายจากโรคแอนแทรกโนสเป็นจำนวนมาก ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมา การลดความเสียหายของมะม่วงฉายรังสีแกมมาที่จำลองการขนส่งทางเรือ การพัฒนากลิ่นและสีของมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา และการศึกษาเทคนิคการตรวจวัดโรคแอนแทรกโนสบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ในระยะแก่เขียว

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

2.1 การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออาการเนื้อสีน้ำตาลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีแกมมา

2.2 การลดความเสียหายของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ฉายรังสีแกมมาที่จำลองการขนส่งทางเรือ

2.3 การพัฒนากลิ่นและสีในผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีระหว่างการเก็บรักษา

2.4 การศึกษาเทคนิคการตรวจโรคแอนแทรกโนสในผลมะม่วงระยะแก่เขียว

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

3.1 ทำการศึกษาในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ในระยะสุกแก่ทางการค้า จากสวนที่ได้รับมาตรฐาน GAP และมีการลอยผลมะม่วงในน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์เพื่อตรวจทราบความสุกแก่ของมะม่วง

3.2 การจำลองการขนส่งมะม่วงทางเรือ จะทำโดยเก็บมะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส และ การจำลองการวางจำหน่ายจะวางผลมะม่วงไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส

3.3 ปริมาณรังสีแกมมาที่จะใช้ฉายมะม่วงจะกำหนดไว้ที่ 400 เกรย์ ตามข้อตกลงกับประเทศสหรัฐอเมริกาแต่ต้องไม่เกิน 1 กิโลเกรย์ในแต่ละกล่องที่ได้รับรังสี ยกเว้นการศึกษาเรื่องปริมาณรังสีแกมมาต่อการเกิดสีน้ำตาลและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วง

3.4 กล่องที่ใช้ในการบรรจุมะม่วงเป็นกล่องกระดาษลูกฟูกที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการฉายรังสีกับมะม่วงเพื่อการส่งออก และรูปแบบในการจัดเรียงผลมะม่วงในกล่อง ทำตามข้อกำหนดของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

3.5 ทำการจุ่มผลมะม่วงน้ำดอกไม้ในสารละลาย Prochloraz ที่อุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

3.6 ทำการศึกษาผลของ Heat treatment ร่วมกับ Active packaging และ Modified atmosphere packaging ต่อคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้ระหว่างการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

3.7 ตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นและสีของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้หลังการฉายรังสีและระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

3.8 แนวทางการตรวจวัดผลมะม่วงที่มีการติดเชื้อแอนแทรกโนสแบบแฝง ในผลระยะแก่เขียว ทำ 2 แนวทาง คือ การหาวิธีการสุ่มวัดผลมะม่วงที่ติดเชื้อด้วยการพัฒนาเทคนิคการย้อมสีและหาวิธีตรวจวัดการติดเชื้อสาเหตุในผลมะม่วงระยะแก่เขียวด้วยเครื่อง NIR ที่มีความสัมพันธ์การเกิดของโรค นำข้อมูลที่ทดลองได้ไปเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อประเมินความแม่นยำของข้อมูล และใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับพัฒนาเครื่องมือวัดแบบไม่ทำลายในระยะต่อไป

4. ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

จากการศึกษาของคณะผู้วิจัยจาก มจธ. ในปี 2551 เกี่ยวกับผลไม้ฉายรังสีแกมมาเพื่อการส่งออกไปตลาดสหรัฐอเมริกา (ข้อมูลยังไม่ได้ตีพิมพ์) โดยเฉพาะมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ พบว่ามีประเด็นที่น่าสนใจและจำเป็นต้องพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่จะใช้ร่วมกับการฉายรังสีแกมมาเพื่อลดความเสียหายที่เกิดขึ้นในระหว่างการขนส่งและวางจำหน่าย ตลอดจนพบว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ชีวเคมี และคุณภาพการบริโภค เช่น อาการเนื้อสีน้ำตาล มะม่วงที่แสดงอาการเนื้อสีน้ำตาลจะมีรสฝาดและเมื่อรับประทานจะเหมือนมียางติดที่ลิ้น ซึ่งยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นสาเหตุจากการฉายรังสีแกมมาเพียงอย่างเดียว หรือเกิดจากการปฏิบัติต่อมะม่วงในระหว่างขบวนการผลิตร่วมกับการฉายรังสี ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานว่าการเกิดเนื้อสีน้ำตาลอาจจะเป็นผลเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ ต่อไปนี้ ได้แก่ ระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลจากขั้วผล ระยะการสุกแก่ของมะม่วง ปริมาณรังสีที่ได้รับสูงเกินไป (ปกติในการฉายรังสีเพื่อการส่งออกจะใช้รังสีปริมาณ 400 เกรย์ แต่ในความเป็นจริงโรงฉายรังสีไม่สามารถควบคุมปริมาณรังสีให้ได้ 400 เกรย์ ได้ในทุกตำแหน่งของการกล่องมะม่วง โดยปริมาณรังสีที่วัดได้จะอยู่ระหว่าง 400 เกรย์ขึ้นไป ถึง 1000 เกรย์) หรืออาจเกิดจากการเก็บรักษามะม่วงที่ฉายรังสีในที่อุณหภูมิ 13 เป็นระยะเวลานานเกินไป ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงต้องการพิสูจน์ว่าอาการเนื้อสีน้ำตาลในมะม่วงเป็นผลเนื่องจากปัจจัยใด หรือเป็นผลของการฉายรังสีร่วมกับปัจจัยต่างๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้น นอกจากนี้คณะผู้วิจัย มจธ. ยังพบว่ามะม่วงที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนร่วมกับสารเคมีกำจัดเชื้อราโปรคลอราซ ก่อนนำไปฉายรังสีสามารถลดการเกิดโรคของมะม่วงได้ และมีปริมาณสารโปรคลอราซตกค้างในปริมาณที่ต่ำกว่าค่า MRL ที่ US-FDA ได้กำหนดไว้ แต่มะม่วงเหล่านี้สุกเร็วและมีอายุการเก็บรักษาเพียงแค่ 2 สัปดาห์ ซึ่งวิธีนี้จะเหมาะสำหรับการขนส่งทางอากาศ แต่ไม่เหมาะกับการขนส่งมะม่วงทางเรือ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาหาวิธีการอื่นร่วมด้วยเพื่อช่วยชะลอการสุกของผลมะม่วงร่วมกับ การฉายรังสีแกมมา การจุ่มน้ำร้อนและการใช้สารเคมีโปรคลอราซ เพื่อให้สามารถขนส่งมะม่วงทางเรือได้ ซึ่งจากงานวิจัยหลายๆ เรื่องพบว่า การใช้ 1-MCP และการดัดแปลงสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษาผลผลิต สามารถช่วยชะลอการสุกของผลไม้ได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกที่จะศึกษาถึงผลของการใช้ 1-MCP และการดัดแปลงสภาพบรรยากาศ ร่วมกับการจุ่มน้ำร้อนและสารเคมีโปรคลอราซกับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีแกมมา ตลอดจนศึกษาผลของการฉายรังสีแกมมาที่มีต่อการพัฒนากลิ่นและสีของผลมะม่วง เนื่องจากในการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า มะม่วงที่ฉายรังสีจะมีการพัฒนาสีเปลือกและกลิ่นช้ากว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสี ถึงแม้ว่า

เนื้อของมะม่วงจะเริ่มอ่อนนิ่มแล้วก็ตาม โดยพบว่าคะแนนประเมินในด้านกลิ่นของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงที่ไม่ฉายรังสี ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาถึงการพัฒนากลิ่นและสีในมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ผ่านการฉายรังสี และเมื่อถูกกระตุ้นให้สุกโดยการบ่มด้วยเอทิลีน เพื่อเป็นข้อมูลที่สำคัญต่องานทางด้านการขนส่ง และการเก็บรักษา นอกจากนี้ปัญหาที่สำคัญและเป็นความต้องการของภาคเอกชนและผู้ส่งออกคือการศึกษาหาเทคโนโลยีที่สามารถตรวจสอบผลมะม่วงที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรกโนส เพื่อใช้เป็นเครื่องมือให้การคัดเลือกมะม่วงที่ปราศจากการเข้าทำลายของเชื้อ เพื่อให้สามารถคัดเลือกมะม่วงเกรดเยี่ยม (premium grade) ส่งตลาดต่างประเทศได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ เลือกใช้เทคนิคการย้อมสีเพื่อตรวจวัดสารเมลานินในเชื้อแอนแทรกโนส การตรวจวัดเมลานินโดยเครื่อง NIR (400-2500 nm) และการบันทึกภาพด้วยกล้องดิจิตอลและประมวลผล โดยพิจารณาจากผิวผลที่มีบริเวณรอยแผลขนาดเล็กที่เกิดจากการตายของเซลล์ epidermal เนื่องจากการเข้าทำลายของเชื้อแอนแทรกโนส ซึ่งหากเราสามารถศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมในการรักษาคุณภาพของมะม่วงหลังการฉายรังสีให้ได้ดี มีอายุการเก็บรักษานานพอที่จะขนส่งทางเรือได้ เพื่อประหยัดต้นทุนการผลิต และสามารถหาวิธีการคัดเลือกมะม่วงที่ไม่มีการเข้าทำลายของเชื้อราแอนแทรกโนสได้ ก็จะทำให้เกิดการขยายตัวของธุรกิจการส่งออกมะม่วงของไทยไปสหรัฐอเมริกาได้ ซึ่งในขณะนี้ประเทศไทยยังไม่สามารถส่งออกมะม่วงไปจำหน่ายยังสหรัฐอเมริกาได้จากปัญหาที่ได้กล่าวมาในข้างต้น มีเพียงลำไยและมังคุดเท่านั้นที่สามารถส่งออกได้ในขณะนี้ ดังนั้นการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะมีประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจของไทยในวงกว้างและได้ฐานความรู้ใหม่ๆ เพื่อใช้ในการพัฒนาคุณภาพของมะม่วงภายหลังการเก็บเกี่ยวต่อไป

5. การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

มะม่วง (*Mangifera indica*) เป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมสำหรับผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีรสชาติหวานหอม สีสันสวยงามน่ารับประทาน นอกจากนี้ยังจัดเป็นผลไม้ที่สำคัญและศักยภาพทางเศรษฐกิจของประเทศไทย สามารถปลูกได้ทั่วไปทุกภาคของประเทศ ใช้บริโภคภายในประเทศและส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ ตลาดการส่งออกที่สำคัญในแถบยุโรป ได้แก่ ประเทศออสเตรีย สวิสเซอร์แลนด์ เยอรมัน ฝรั่งเศส และอังกฤษ ประเทศลูกค้าในแถบเอเชีย ได้แก่ ญี่ปุ่น ไต้หวัน ฮ่องกง มาเลเซีย รวมทั้งสหรัฐอเมริกา และแคนาดา (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550) มะม่วงที่ส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศส่วนใหญ่เป็นมะม่วงประเภทรับประทานสุก มะม่วงที่รับประทานผลสุกมีอยู่หลายพันธุ์ แต่ละพันธุ์ที่เป็นที่นิยมในตลาดปัจจุบันได้แก่ มะม่วงน้ำดอกไม้ อกร่อง หนังกลางวัน โชคอนันต์และทองดำ เป็นต้น (กรมเศรษฐกิจพาณิชย์, 2548) แต่การส่งออกมะม่วงยังพบปัญหาที่สำคัญในเรื่องคุณภาพและอายุการวางจำหน่ายสั้น ผลมะม่วงที่ส่งออกควรเก็บเกี่ยวในระยะแก่พอดี เพราะถ้าผลอ่อนเกินไปเมื่อสุกจะมีคุณภาพไม่ดีและผิวเหี่ยวย่น อายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของผลมะม่วงอยู่ในระหว่าง 95-115 วันหลังดอกบาน (เขียวเสวย : 96-111 วัน; ทองดำ : 95-102 วัน; น้ำดอกไม้ : 96-110 วัน; หนังกลางวัน : 110-115 วัน) (วิจิตร, 2529) การเปลี่ยนแปลงของมะม่วงภายหลังการเก็บเกี่ยวเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของผล มะม่วงเป็นผลไม้ประเภท climacteric (Abeles, 1984) ซึ่งลักษณะเด่นที่สำคัญของผลไม้ประเภทนี้คือ มีอัตราการหายใจเพิ่มมากขึ้นขณะที่ผลเริ่มสุก โดยลักษณะการหายใจที่เพิ่มขึ้นนั้นอาจเกิดขึ้นก่อน หรือหลังกระบวนการสุกก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ สำหรับในมะม่วงพบว่ามีการเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจก่อนที่จะมีการสุกของผลและมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา (Lizada, 1993) ในมะม่วงบางพันธุ์อาจมีสีแดงปรากฏขึ้นที่บริเวณเปลือกของผลเนื่องจากมีการพัฒนาของแอนโทไซยานิน บางพันธุ์เปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพราะการสะสมแคโรทีนอยด์ซึ่งเป็นสารแอนตี้ออกซิแดนท์ที่สำคัญในพืช (Viljanen และคณะ, 2002) การเปลี่ยนแปลงสี

เปลือกของผลมะม่วงนั้นจะมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะประจำพันธุ์ เช่น พันธุ์ Harumanis และ Katchamita จะยังคงมีสีเขียวอยู่แม้ว่าอยู่ในระยะสุกเต็มที่ (Lizada, 1993) ขณะที่พันธุ์ Tommy Atkins พบว่ามีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์อย่างรวดเร็ว (Bengochea และคณะ,1980)

รสชาติในผลไม้จัดเป็นองค์ประกอบทางคุณภาพที่สำคัญมากอันหนึ่ง ในการเลือกซื้อของผู้บริโภค รสชาติเป็นการผสานกันระหว่างกลิ่น รส และความรู้สึกจากปาก (Seidman, 1979) กลิ่นจัดเป็นสารระเหยที่สามารถรับรู้ได้ด้วยจมูก ในขณะที่รสสามารถรับรู้ได้โดยลิ้นและเนื้อเยื่อใกล้เคียง (Taylor, 1996; Taylor และ Linforth, 2000) ดังนั้นการที่จะผลิต หรือปรับปรุงพันธุ์ผักผลไม้ให้เป็นที่นิยมของผู้บริโภคควรคำนึงทั้งปริมาณรสและกลิ่นในตัวผลผลิตชนิดนั้นๆ ควบคู่กันไป มะม่วงไทยจัดเป็นผลไม้ที่ความโดดเด่นในด้านรสชาติทั้งการบริโภคผลสุก หรือผลดิบที่นำไปประกอบอาหาร สำหรับมะม่วงพันธุ์ต่างประเทศมีการแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามปริมาณ กลิ่นที่มีอยู่มากในผล คือ กลุ่มที่มี (α-terpinolene อยู่มาก กลุ่มที่มี (Δ^3-carene อยู่มาก และกลุ่มที่มี myrcene อยู่มาก (Andrade และคณะ, 2000; Lalel และคณะ, 2003a; Lalel และคณะ, 2003b) กลิ่นในผลไม้มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการพัฒนาของผล โดย Buttery และคณะ (1987) พบว่ามะเขือเทศที่ยังเขียวมีปริมาณกลิ่นในกลุ่มอัลดีไฮน์และอัลกอฮอลน้อยกว่ามะเขือเทศสุกมาก ในผลแคนตาลูปพบว่ากลิ่นในกลุ่มเอสเทอร์ (esters) มีปริมาณน้อยมากในช่วงแรกของการพัฒนาผลแต่จะผลิตขึ้นอย่างมากในช่วงผลสุกโดยสัมพันธ์กับการผลิตเอทิลีนที่เพิ่มสูงขึ้น (Wang และคณะ, 1996; Aggelis และคณะ, 1997) มีรายงานถึงการผลิตกลิ่นจำพวกอัลกอฮอล์และเอสเทอร์สูงขึ้นมากในผลไม้ช่วงที่เข้าสู่กระบวนการสุก (Dudareva และคณะ, 2000; St-Pierre และคณะ,1998; Wyllie และ Fellman, 2000; Yahyaoui และคณะ, 2002; Yang และคณะ, 1997)

อย่างไรก็ตาม การส่งออกผลไม้ของประเทศไทยยังประสบปัญหาในเรื่องของการควบคุมโรคและแมลงที่ติดไปกับผลิตผล ซึ่งมักถูกนำมาเป็นข้อกีดขวางทางการค้าในปัจจุบัน อีกทั้งมีปัญหาเรื่องการตกค้างของสารเคมีที่ใช้ในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยว ในปัจจุบันมะม่วงและมังคุดที่ส่งออกไปยังตลาดญี่ปุ่นต้องผ่านกรรมวิธีอบด้วยไอน้ำร้อน (Vapour heat treatment) ที่อุณหภูมิ 47 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เพื่อกำจัดไข่และหนอนแมลงวันผลไม้ และการแช่มะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดความเสียหายจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรกโนส (Sangchote และ Chayasombat, 1986)

รังสีแกมมาเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีความยาวคลื่นสั้นและมีอำนาจทะลุทะลวงผ่านวัตถุได้สูง สามารถทำลายเชื้อโรคและแมลงที่ปนเปื้อน และไม่มีรังสีตกค้าง หรือสะสมในอาหาร (ยุทธพงศ์, 2539) Ionizing irradiation ถูกนำมาใช้สำหรับกักกันพืช (Qurantine treatment) ในสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี 1986 โดยในปี 1995 Continental United States กำหนดให้มีการฉายรังสีกับผลไม้ที่นำเข้าจาก Hawaii เพื่อกำจัด Tephritid 4 species และในปี 1999 มีการฉายรังสีกับผลฝรั่ง 150 เกรย์ (Gy) เพื่อการกำจัด Caribbean fruit flies, *Anastrepha suspensa* (Loew) ที่ส่งมาจาก Texas ไปจำหน่ายยัง California ซึ่ง The U.S. Animal and Plant Health Inspection Service ได้เสนอความเข้มข้นของการฉายรังสีเพื่อใช้ควบคุมและกักกันศัตรูพืช สำหรับ Tephritids 11 ชนิด รวมถึง Seed weevil ในมะม่วง (APHIS, 2000) ในส้มเขียวหวาน (mandarine) การฉายรังสีแกมมา 150 เกรย์ ทำให้ Fruit fly มีอัตราการตายถึง 99.997% (Keawchoung และคณะ, 2003) Limohpasmanee และคณะวิจัยจากสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติแห่งชาติ (2005) ได้ทำการศึกษาการฉายรังสีกับผลไม้เขตร้อนหลายชนิดเพื่อควบคุมศัตรูพืชที่ติดไปกับผลผลิต พบว่าการฉายรังสีที่ปริมาณ 150 เกรย์ สามารถควบคุมแมลงวันผลไม้ในมังคุด ลำไย มะม่วง ลิ้นจี่ และเงาะได้ และการฉายรังสีที่ปริมาณ 400 เกรย์ สามารถควบคุม scale insect และ mealybugs ในมังคุดได้ ที่ 200 เกรย์ สามารถควบคุม moths ในลำไยและ

ลิ้นจี่ได้ และที่ 300 เกรย์ สามารถควบคุม seed weevil ในมะม่วงได้ โดยมังคุด ลำไย มะม่วงสามารถทนต่อรังสีได้ถึง 1000 เกรย์ ยกเว้นมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ส่วนเงาะและลำไยทนต่อรังสีแกมมาได้ถึง 750 และ 600 เกรย์ ตามลำดับ ส่วนผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคุณภาพของผลผลิต พบว่าการฉายรังสีที่ 1000 เกรย์ หรือต่ำกว่านี้กับผลมังคุด ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของมังคุดในด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ ความหวาน การแข็งของเปลือก พีเอช และรสชาติ และมังคุดที่ผ่านการฉายรังสีสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ได้นาน 28 วัน การฉายรังสีให้กับลำไยที่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปริมาณรังสี 1000 เกรย์ หรือลิ้นจี่ที่ปริมาณ 600 เกรย์ หรือต่ำกว่าสามารถรักษาคุณภาพที่ดีของลำไยและลิ้นจี่ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ได้นานมากกว่า 1 เดือนและ 9 วัน ตามลำดับ การฉายรังสีที่ 1000 เกรย์กับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 หนังกลางวัน อกร่อง และแรด พบว่าไม่มีผลเสียต่อลักษณะปรากฏภายนอกและรสชาติ ยกเว้นในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่ฉายรังสีที่ 300 เกรย์ หรือสูงกว่านี้ จะทำให้ผิวเกิดจุดสีน้ำตาล สำหรับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการฉายรังสีนั้นมีคุณภาพดีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 18 องศาเซลเซียสได้นาน 15 วัน การฉายรังสีที่ 750 เกรย์กับผลเงาะไม่มีผลเสียต่อลักษณะปรากฏและรสชาติของเงาะ อย่างไรก็ตามขนของเงาะที่ผ่านการฉายและไม่ฉายรังสีจะเปลี่ยนเป็นสีดำภายใน 7 วัน เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ในขณะที่เนื้อเงาะไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด การฉายรังสีให้กับสับปะรดที่ 300 เกรย์ หรือมากกว่า จะชักนำให้แกนของสับปะรดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีพบว่าความเสียหายจะเกิดเพิ่มมากขึ้น (Limohpasmanee และคณะ, 2005) นอกจากนี้การฉายรังสียังมีประโยชน์ในด้านการป้องกันโรคหลังการเก็บเกี่ยว โดย Drake และ คณะ (2003) รายงานว่า การฉายรังสีสามารถป้องกันการเน่าเสียของผลแอปเปิ้ลซึ่งเกิดจากเชื้อสาเหตุ *P. expansum* ได้ที่ความเข้มข้นของรังสีเท่ากับ 0.6 KGy แต่ไม่มีผลต่อเชื้อสาเหตุ *B.cinerea* หรือ *M.piriformis* ส่วนในผลสาลี่พันธุ์ 'Bosc' ที่ได้รับรังสีปริมาณ 0.9 KGy พบว่ามีการเน่าเสียจากเชื้อ *P.expansum* ลดลงเช่นเดียวกัน

การฉายรังสีมีผลต่อคุณภาพและการเปลี่ยนแปลงภายในของผลิตผล (Shellie และ Mangan, 1993) ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพผลไม้ขึ้นอยู่กับชนิดพืช ปริมาณรังสีที่ได้รับ และชนิดของรังสี Hofman และคณะ (2009) รายงานว่ามะม่วงพันธุ์ B74 ของออสเตรเลีย ที่ผ่านการล้างทำความสะอาด หรือนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 18 องศาเซลเซียสทันที ก่อนนำมาฉายรังสีแกมมา เพื่อกำจัดแมลงวันทอง จะทำให้ผิวมะม่วงได้รับความเสียหาย โดยบริเวณเซลล์รอบๆ เลนติเซลจะได้รับความเสียหายและทำให้สีผิวเปลี่ยนไป แต่ถ้าหากเก็บเกี่ยวผลมะม่วงมาจากต้นแล้วนำมาฉายรังสีทันทีโดยไม่ผ่านการล้างทำความสะอาด หรือขั้นตอนใดๆ หลังการเก็บเกี่ยว ก่อนนำไปฉายรังสี จะพบว่าผลมะม่วงจะไม่ได้รับความเสียหายใดๆ ทั้งสิ้น นอกจากนี้รังสียังช่วยชะลอการสุกของผลไม้ได้ (Maxie และ Kader, 1966) การฉายรังสีแกมมาปริมาณ 2 กิโลเกรย์ สามารถป้องกันการเน่าเสียของสตรอเบอรี่ได้หลายวัน โดยไม่ทำให้ผลผลิตเสียหายและไม่ทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลง อย่างไรก็ตามแต่ละสายพันธุ์จะมีความทนทานต่อรังสีแตกต่างกัน (Maxie และคณะ, 1964; Barkai-Golan และคณะ, 1971) Du Venage (1985) รายงานว่าใน South Africa การฉายรังสีกับผลสตรอเบอรี่ภายใต้สภาพการค้า สามารถยืดอายุการเน่าเสียได้ 3-12 วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และยืดอายุได้ 50 วันเมื่อเก็บรักษาที่ 2 องศาเซลเซียส ส้มที่ฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0.3 กิโลเกรย์ และเก็บรักษาที่ 3 องศาเซลเซียส นาน 49 วัน พบว่ามีการสังเคราะห์ฟีนอลลิกและกิจกรรมเอนไซม์ phenylalanine ammonialyase (PAL) เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา (Oufedjikh และคณะ, 2000) Wang และคณะ (1993) รายงานว่ากิจกรรมเอนไซม์ PE และ PG ลดลงเมื่อผลแอปเปิ้ลได้รับรังสี และมีปริมาณ pectin ลดลงในผลมะม่วงพันธุ์ Kent แต่รังสีแกมมามีผลยับยั้งการสร้าง volatile compounds ในผลแอปเปิ้ลโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ester และ alcohol บางชนิด (Wang และคณะ, 1993)

D'Innocenzo และ Lajolo (2001) รายงานว่า มะละกอที่ผ่านการฉายรังสี 0.5 กิโลเกรย์ และทิ้งไว้ให้สุกที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90% สามารถชะลอการนิ่มของผลได้ แต่ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids, TSS) และส้มเขียวหวานที่ฉายรังสีแกมมา 0.25-1.0 กิโลเกรย์ และเก็บรักษาที่ 18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1-4 สัปดาห์ พบว่ารังสีไม่มีผลต่อคุณภาพรับประทาน เช่น Brix, pH, Citric acid และความแน่นเนื้อของผล (Keawchoung และคณะ, 2003) และในการฉายรังสีแก่ผลแอปเปิ้ลและสาลี่ทำให้ความแน่นเนื้อของผลลดลงเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้รับรังสี แต่การตอบสนองต่อปริมาณรังสีขึ้นอยู่กับพันธุ์แต่ละพันธุ์ (Drake และคณะ, 2003) และความแน่นเนื้อของผลลดลงมากขึ้นเมื่อผลแอปเปิ้ลได้รับปริมาณรังสีสูงขึ้น (Wang และคณะ, 1993)

Sritananan และคณะ (2005) ได้ศึกษาผลของการฉายรังสีแกมมาที่ 300 เกรย์ และการใช้สารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลมังคุดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการฉายรังสีและการเคลือบผิวมีผลทำให้เปลือกของมังคุดแข็งขึ้นและผลมังคุดที่ฉายรังสีแกมมาจะมีอัตราการหายใจและการผลิตเอธิลีนสูง แต่ในขณะที่มังคุดที่เคลือบผิวด้วยไคโตซานจะมีการหายใจและการผลิตเอธิลีนที่ต่ำ ดังนั้นจึงมีการสูญเสียน้ำหนักน้อย การใช้สารเคลือบไคโตซานร่วมกับการฉายรังสีมีผลช่วยลดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนในระยะแรกของการเก็บรักษาได้ดีกว่าการฉายรังสีเพียงอย่างเดียว สำหรับผลเงาะที่ฉายรังสีมีลักษณะที่ปรากฏภายนอกเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าผลเงาะที่ไม่ผ่านการฉายรังสีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน (Follett และ Sanxter, 2000) ส่วนผลเงาะและส้มที่ได้รับการฉายรังสีด้วย X-ray พบว่ามีผลต่อสีของเปลือกผล (Boylston และคณะ, 2002) และการใช้ Gamma-ray และ electron beam กับผลสตรอเบอรี่ ที่ปริมาณรังสี 1-2 KGy มีผลยับยั้งการพัฒนาสีผลสตรอเบอรี่ หรือชะลอการสุกได้ (Gladon, 1997) นอกจากนี้รังสีแกมมายังมีผลต่อการเกิดอาการสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงพันธุ์ Kent (Frylinck และคณะ, 1987) และมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ (ข้อมูลยังไม่ได้ตีพิมพ์, คณะผู้วิจัย มจธ. 2551) การฉายรังสีที่ความเข้มข้นน้อยกว่า 1.2 KGy จะไม่มีผลต่ออัตราการหายใจและปริมาณการใช้ออกซิเจนในชิ้นส่วนของผลแอปเปิ้ล (Gunes และคณะ, 2000) แต่พบว่ารังสีมีผลต่อการยับยั้งการสร้างเอทิลีนในผลแอปเปิ้ล (Fan และคณะ, 2001) เช่นเดียวกับ D'Innocenzo และ Lajolo (2001) ทดลองฉายรังสีมะละกอที่ปริมาณรังสี 0.5 กิโลเกรย์ และทิ้งไว้ให้สุกที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 90% พบว่าไม่มีผลต่อการผลิตเอทิลีน

การฉายรังสีสามารถใช้ร่วมกับวิธีการอื่นๆ เพื่อการควบคุมโรค เช่น การใช้ร่วมกับวิธีทางกายภาพ สารเคมี และชีววิธี (Barkai-Golan, 2001) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้น้ำร้อนร่วมกับการฉายรังสีสามารถยับยั้งสปอร์ของเชื้อราสาเหตุโรคหลังการเก็บเกี่ยวได้หลายชนิดและให้ผลดีในการควบคุมเชื้อมากกว่าการใช้วิธีการใดเพียงวิธีเดียว (Barkai-Golan และคณะ, 1977) การนำผลส้มที่ปลูกเชื้อรา *Penicillium digitatum* มาจุ่มน้ำร้อนที่ 52 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และฉายรังสีแกมมาที่ 0.5 กิโลเกรย์ สามารถชะลอการเน่าได้ 33-40 วัน (Barkai-Golan และคณะ, 1969) ใน South Africa มีการใช้น้ำร้อน (50 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที) ร่วมกับการฉายรังสีแกมมาที่ 0.75 กิโลเกรย์ สามารถยืดอายุของมะละกอเพื่อการส่งไปจำหน่ายภายในประเทศและเป็นไปได้ที่จะทำเพื่อส่งไปจำหน่ายในต่างประเทศ (Brodrick และ Thomas, 1978) ส่วนในมะม่วงพบว่าการจุ่มผลมะม่วงในน้ำร้อนที่ 55 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ร่วมกับการฉายรังสีแกมมาที่ 0.75 กิโลเกรย์ สามารถควบคุมโรคแอนแทรกโนสที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ในมะม่วงได้ โดยวิธีการที่ใช้นี้ทำเป็นการค้าแล้วใน South Africa เพื่อลดการเน่าเสียและทำลาย seed weevil (*Sternochetus mangiferae*) (Brodrick และ Thomas, 1978) การใช้ความร้อนที่ 42 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ร่วมกับรังสีแกมมาที่ปริมาณต่ำ (0.75-1.5 กิโลเกรย์) สามารถควบคุมเชื้อ *Monilinia fructicola, Rhizopus stolonifer* และ *Botrytis cinerea* ได้โดยไม่มีผลเสียต่อกลิ่น รสชาติ และเนื้อของผลไม้ การใช้

รังสีแกมมาที่ปริมาณต่ำร่วมกับรังสี ultraviolet ให้ผลในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora* sp. และ *Colletotrichum* sp. ได้ (Moy และคณะ, 1978) นอกจากนี้ยังสามารถใช้รังสีแกมมาร่วมกับการใช้ถุงพลาสติก Polyethylene และเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคขิงเน่าและยืดอายุการเก็บรักษาขิงในอินเดียได้ (Mukherjee และคณะ, 1995)

โรคหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงมีเชื้อสาเหตุอยู่หลายชนิดที่ก่อให้เกิดความเสียหาย โรคที่เกิดจากเชื้อรา ได้แก่ โรคแอนแทรกโนส ที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* โรคขั้วผลเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae*, *Dothiorella mangiferae* และ *Phomopsis mangiferae* โรคผลเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Alternaria alternata*, *Rhizopus solonifer* และ *Aspergillus niger* (Coates และ Gowanlock, 1993; Johnson และ Coates, 1993) โรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ โรคจุดดำ (bacterial black spot) ที่เกิดจากเชื้อ *Xanthonomas campestris* pv. *mangiferaeindicae* (Denis, 1993) สำหรับโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญที่พบในประเทศไทยคือ โรคแอนแทรกโนสและโรคขั้วผลเน่า ลักษณะอาการบนผลมะม่วงที่เป็นโรคแอนแทรกโนสคือ เกิดจุดแผลสีน้ำตาลจนถึงดำ แผลยุบตัวลงเล็กน้อย ต่อมาแผลจะขยายออกและเมื่อแผลที่อยู่ใกล้กันขยายมาชนกันทำให้เกิดแผลขนาดใหญ่ขึ้นและเกิดการเน่าเสีย หากสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการสร้างสปอร์ของเชื้ออาจพบกลุ่มสปอร์ (spore mass) สีชมพูอมส้มเกิดขึ้นบนโครงสร้างของเชื้อที่เรียกว่า fruiting body แบบ acervulus เกิดปกคลุมอยู่ทั่วไปบนแผล (สมศิริ, 2531) โดยพบว่าพันธุ์มะม่วงในประเทศไทยที่อ่อนแอต่อโรคแอนแทรกโนสมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงพันธุ์อื่นๆ (อกร่อง ทองดำ แก้ว) คือ มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ (Sangchote, 1998) สำหรับลักษณะอาการของโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงนั้นมักปรากฏบนผลสุก โดยอาการจะเริ่มจากบริเวณขั้วผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ขยายลุกลามลงมาและเน่าในที่สุด (Denis, 1993)

โรคแอนแทรกโนสเป็นโรคสำคัญที่เป็นปัญหากับขบวนการผลิตมะม่วง โดยเชื้อราสาเหตุโรคสามารถเข้าทำลายมะม่วงได้หลายระยะการเจริญเติบโตในแปลงปลูก ตั้งแต่ต้นอ่อนจนกระทั่งออกดอกออกผล ทำให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว เนื่องจากเชื้อราสาเหตุโรคสามารถเข้าทำลายแบบแอบแฝง (Latent infection) ติดไปกับผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวได้อีกด้วย (สมศิริ, 2531; สุชาติและคณะ, 2531) ลักษณะโดยทั่วไปของเชื้อรา *C. gloeosporioides* จะสร้าง acervulus ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 200-300 ไมโครเมตร ภายในเป็นที่เกิดของสปอร์เซลเดียว รูปทรงกระบอก ปลายมน ใสไม่มีสี ขนาด 3.5-5.0 x 12.5-19.7 ไมโครเมตร (สมศิริ, 2531) และเมื่อสปอร์งอกจะสร้าง appressorium รูปทรงกระบอกขนาด 4-12 x 6-20 ไมโครเมตร (อังสุมา, 2530) บนผิวมะม่วงภายในเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นจึงสร้าง infection hypha แทงผ่านชั้นคิวติเคิล (cuticle) เข้าไปในผิวผลและแฝงตัวอยู่ในผลมะม่วงในรูปเส้นใยที่เจริญแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ชั้น epidermis และ sub-epidermis ลึกลงไปจากผิวผลมะม่วง 2-3 ชั้นของเซลล์จากผิวนอกสุด (ไม่เกิน 1 มิลลิเมตร จากผิวนอก) โดยอาการของโรคจะยังไม่ปรากฏในผลที่ดิบ หรือยังเขียวอยู่แต่จะแสดงอาการเมื่อผลเริ่มสุกหรือผิวเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ซึ่งเรียกการติดเชื้อโรคในลักษณะนี้ว่า latent infection (ดารา, 2535; Jeffeies และคณะ, 1990) สาเหตุที่ผลอ่อนไม่พบอาการของโรคเนื่องจากภายในผลยังมีความต้านทานของโรคอยู่ อาจมีสารพิษ (toxin) สารประกอบ phenol ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อสาเหตุโรคประกอบกับสารอาหารที่มีอยู่ภายในผลผลิตยังไม่ถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่เชื้อราสามารถนำมาใช้ได้ จึงทำให้เชื้อชะงักการเจริญเติบโต

appressorium เป็นโครงสร้างที่สร้างมาจากส่วนปลายสุดของ germ tube ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อ และพบว่าการสร้าง appressorium จะปรากฏหลังจากบ่มเชื้อในสภาพอากาศปกติเพียง 6-9 ชั่วโมง (ธิติมา, 2538, Kuo และคณะ, 1999) โดยโครงสร้าง appressorium จะมีเม็ดสีเมลานินอยู่ด้วย จุลินทรีย์อิสระหลายชนิดมีการสังเคราะห์สารเมลานินขึ้นเพื่อปกป้องตัวเองเนื่องจากสภาพเครียดต่างๆ โดยเฉพาะพวกที่เป็นเชื้อสาเหตุโรคมีปริมาณสารเมลานินในส่วน appresorium และพบว่าเมลานินที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคและความรุนแรงของโรค (Hamilton

และ Gomez, 2002) จึงอาจใช้ประโยชน์จากเม็ดสีเมลานินเพื่อการตรวจวัดเชื้อสาเหตุโรคแอนแทรกโนสทางอ้อมได้ ในการควบคุมโรคของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวมีอยู่หลายวิธี ได้แก่ การควบคุมทางฟิสิกส์ (Physical control) นิยมใช้ความร้อน (heat treatment) รูปแบบต่างๆ ในการควบคุมโรค เช่น ลมร้อน ไอน้ำร้อน หรือจุ่มน้ำร้อน เช่น การจุ่มผลมะม่วงในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 55 หรือ 57 องศาเซลเซียส ให้ประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแอนแทรกโนสบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ได้ดีที่สุด (อังสุมา, 2530) การใช้สารเคมี (Chemical control) โดยเฉพาะการใช้สารเคมีในกลุ่ม benzimidozol ได้แก่ benomyl, thaibendazol, carbendazim, thiophanate เช่นงานทดลองของอังสุมา (2530) พบว่าการจุ่มผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ในสารเคมี benomyl ความเข้มข้น 500 ppm ให้ประสิทธิภาพดีในการควบคุมโรคแอนแทรกโนส หรือ อรุณี (2532) ได้รายงานว่าสารเคมี benomyl, prochloraz และ carbendazim สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. gloeosporioides* ได้ดี การควบคุมโดยชีววิธี (Biological control) ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่มีผู้นิยมศึกษาและใช้ให้เป็นประโยชน์เนื่องจากมีความปลอดภัยมากกว่าการใช้สารเคมีซึ่งอาจจะมีสารพิษตกค้างอยู่บนผลผลิต โดยการใช้จุลินทรีย์ antagonist หรือสารสกัดจากพืชในการควบคุมโรค เช่น การใช้เชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas fluorescens* ในการควบคุมโรคแอนแทรกโนสของมะม่วง (Kooman และ Jeffies, 1993) หรือการใช้ *Candida sake* ร่วมกับ *Pantoea agglomerans* ในการควบคุมเชื้อรา *Penicillium expansum* และ *Botrytis cinerea* สาเหตุโรคเน่าในแอปเปิลและลูกแพร์ (Nunes และคณะ, 2002) ส่วนการควบคุมสภาพบรรยากาศ (Control atmosphere) และการดัดแปลงสภาพบรรยากาศ (Modified atmosphere) นั้นก็มีรายงานว่า การเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ แอปเปิล และส้มไว้ในสภาพที่มีก๊าซ CO_2 9%, O_2 2.3%, CO_2 5% สามารถลดอัตราการเน่าเสียจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum* และ *Penicillium digitatum* ลงได้ถึง 80-90% (El-Goorani และ Sommer, 1979) นอกจากนี้ยังวิธีการอื่นๆ ที่สามารถควบคุมโรคได้อีกเช่นการฉายรังสีแกมมา หรือการใช้วิธีการต่างๆ เพื่อชะลอการสุกของผลไม้ก็สามารถช่วยชะลอการลดลงของสารที่มีผลต้านทานต่อเชื้อได้ เช่นในมะม่วงที่ดิบจะมีสารต่อต้านเชื้อมากกว่ามะม่วงที่สุกแล้ว จากรายงานต่างๆ พบว่า การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผลไม้สามารถชะลอการสุกของผลไม้ได้หลายชนิด ซึ่งการเก็บรักษาผลผลิตภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลง (modified atmosphere storage, MA) เป็นวิธีการหนึ่งที่เก็บรักษาผลิตผลในสภาพที่มีออกซิเจนน้อย และ/หรือมี CO_2 มากกว่าปกติ เช่น การห่อด้วยพลาสติกฟิล์ม หรือการเก็บในถุงพลาสติก ชนิด low density polyethylene (LDPE), high density polyethylene (HDPE) และ polyvinyl chloride (PVC) เป็นต้น ซึ่งฟิล์มแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน มีผลทำให้เกิดสภาพดัดแปลงบรรยากาศในระหว่างการเก็บรักษาผลไม้และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น (ดารา พวงสุวรรณและคณะ, 2535) จากรายงานการเก็บมะเขือเทศในระยะ Breaker ในถุงพลาสติก Low density polyethylene (LDPE) สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น และอายุการเก็บรักษาจะนานขึ้นเมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่ำ การบรรจุมะม่วงในฟิล์มหด Polyolefin หนาประมาณ 15-19 ไมโครเมตร มีรูเจาะ หุ้มแบบเป็นผลเดี่ยว ทำให้การสุกของมะม่วงเป็นไปอย่างปกติ ลดการสูญเสียน้ำรวมทั้งลดการเน่าเสียได้ดี (มาโนชญ์และคณะ, 2536) และผลเสาวรส (Passion fruit) ที่บรรจุในถาดชนิด Polystyrene จำนวน 4 ผล แล้วหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก PVC VF-60 สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักและรักษาลักษณะปรากฏภายนอกได้ดี นอกจากนี้การเก็บรักษาแบบ MA สามารถลดการเน่าเสียและยืดอายุการเก็บรักษาในผลไม้หลายชนิด เช่น ในมะม่วงหลายพันธุ์ กล้วยหอม มะละกอ (สุชีรา, 2537) ส้มตรา (กาญจนา, 2536) เสาวรส (Arjona และคณะ, 1994) มะเขือเทศ (Nakhasi และคณะ, 1991) พริกหวาน หน่อไม้ฝรั่ง และฝักกระเจี๊ยบเขียว เป็นต้น (Rodov และคณะ, 1993; อรษา, 2536; สายชล, 2537)

1-MCP เป็นสารชนิดใหม่ ถูกนำมาใช้ในการขัดขวางการทำงานของเอทิลีนในพืชและภายหลังการเก็บเกี่ยวผลไม้ จากเอกสารของ Rohm and Hass Co. Ltd. (1999) ซึ่งเป็นผู้ผลิตสารเคมีชนิดนี้ รายงานว่า 1-MCP จะทำหน้าที่ในการจับกับตัวรับของเอทิลีนบริเวณ active site ดังนั้นจึงมีผลในการยับยั้งหรือขัดขวางการทำงานของเอทิลีน

จากแหล่งภายในและภายนอกได้ (Rohm และ Hass,1999) การใช้ 1-MCP กับผลกล้วย ที่ความเข้มข้น 450 ไมโครลิตรต่อลิตร มีผลในการยับยั้งการตอบสนองต่อเอทิลีนและการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุก การสร้างสารประกอบที่ให้กลิ่น ความแน่นเนื้อและการพัฒนาสีได้อย่างมีนัยสำคัญ (Golding และคณะ, 1998) นอกจากนั้น Ku และคณะ (1999) ได้รายงานว่า 1-MCP สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลสตรอเบอร์รี่ อีกทั้งยังสามารถชะลอการเน่าเสียได้อีกด้วย โดย 1-MCP ไปมีผลต่อการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACC oxidase และลดกิจกรรมของเอนไซม์ ACC synthase (Mathooko และคณะ, 2001)

แม้ว่าจะมีวิธีการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคต่างๆ ด้วยกันหลายวิธี ซึ่งทุกวิธีมีวัตถุประสงค์ในการป้องกันและลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับผลผลิตที่จะจำหน่าย หรือส่งออก ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นการควบคุมที่ปลายเหตุ ดังนั้นหากมีวิธีการคัดเลือกผลผลิตที่มีคุณภาพดีปราศจากเชื้อหรือมีเชื้อติดมาน้อยที่สุดได้ ก็จะมีส่วนช่วยลดความเสียของผลผลิตลงอย่างมากตลอดจนลดค่าใช้จ่ายในการควบคุมโรคก่อนการส่งออกได้เป็นอย่างมาก ในปัจจุบันมีวิธีการในการจำแนกและตรวจสอบเชื้อสาเหตุโรคที่ติดไปกับผลผลิตด้วยกันหลายวิธี เช่น การใช้อาหารเลี้ยงเชื้อจำเพาะ การใช้พืชทดสอบสำหรับเชื้อไวรัส การใช้วิธีทางเซรุ่มวิทยา และการใช้เทคนิคทางชีวโมเลกุล เป็นต้น ซึ่งจะเน้นถึงความรวดเร็วและแม่นยำของวิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบ เช่น การใช้เทคนิค PCR ในการจำแนกและตรวจสอบเชื้อรา *C. gloeosporioides* โดยใช้ oligonucleotide primers คือ CgInt primer ที่ถูกออกแบบจาก internally transcribed spacer (ITS) 1 region ของ ribosomal DNA (rDNA) ของเชื้อรา *C. gloeosporioides* และ ITS4 primer ที่เป็นส่วนที่ conserve อยู่ใน rDNA โดยพบว่า primers ชุดนี้มีความแม่นยำในการตรวจสอบปริมาณ DNA ของเชื้อราได้ในระดับความเข้มข้นต่ำเพียง 10 fg และสามารถตรวจสอบ DNA ของเชื้อราชนิดนี้จากเนื้อเยื่อ มะเขือเทศที่ถูก *C. gloeosporioides* เข้าทำลายได้ (Mills และคณะ, 1992) หรือการใช้ ITS primers ในการตรวจสอบผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ถูกเชื้อรา *C. gloeosporioides* เข้าทำลายได้ (Jitareerat และคณะ, 2006) หรือในอุตสาหกรรมแปรรูปน้ำผลไม้ ได้มีการพัฒนาระบบการคัดแยกผลมะม่วงที่เป็นโรค black pulp ออก โดยมีเครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำคั้นของมะม่วงแต่ละผลไปวิเคราะห์มะม่วงที่มีเนื้อสีดำด้วยการใช้แสง infrared ซึ่งมีความแม่นยำ 100% และมีความเร็วในการตรวจวัดถึง 5 ผลต่อวินาที (Hahn, 2007) แต่ต้องทำลายตัวอย่าง หรือผลิตผลที่จะตรวจสอบทุกผล

อย่างไรก็ตามวิธีการที่กล่าวมาข้างต้นต้องมีการทำลายผลผลิต ซึ่งการศึกษาหาวิธีการคัดเลือกผลมะม่วงที่ไม่มีการเข้าทำลายของเชื้อโรคแอนแทรกโนสได้สำเร็จ จะเป็นมีผลทำให้ประเทศไทยสารมารถส่งออกมะม่วงได้มากขึ้น ซึ่งการตรวจวิเคราะห์เม็ดสีเมลานินที่เชื้อราสร้างขึ้นที่เปลือกมะม่วง น่าจะเป็นแนวทางดีทางหนึ่งที่จะประสบความสำเร็จได้ เมลานินเป็นเม็ดสีน้ำตาลดำ หรือดำ ที่มีขนาดและน้ำหนักโมเลกุลสูง พบในสิ่งมีชีวิตเกือบทุกชนิดทั้งใน คน สัตว์ เห็ด หรือเชื้อรา แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ eumelanins ซึ่งการสังเคราะห์เกี่ยวข้องกับขบวนการ polymerization ของ quinone และ free radicals allomellanines มีสารตั้งต้นคือ free nitrogen และ pheomelanins ที่เปลี่ยนแปลงมาจากสาร tyrosine และ cysteine โดยมีเอนไซม์ tyrosinase เป็นเอนไซม์หลักในการสังเคราะห์ เชื้อราสาเหตุโรคพืชและสัตว์หลายชนิด มีการสังเคราะห์สารเมลานิน ทั้งในส่วนผนังเซลล์ สปอร์ เส้นใย appressorium และ fruit bodies สารเมลานินมีคุณสมบัติดูดกลืนแสง visible ในทุกช่วงความยาวคลื่น และดูดกลืน UV , gamma ray, x-ray, infrared ray (Butler และคณะ, 2001) องค์ประกอบอย่างง่ายของเมลานินในเชื้อราบางชนิดคือ polyacetyene เป็นสารที่มีความบริสุทธิ์สูงและมีค่านำไฟฟ้าค่อนข้างสูง (http://en.wikipedia.org /wiki/melanin)

เมลานินมีบทบาทสำคัญในการมีชีวิตรอดของจุลินทรีย์ในสภาพธรรมชาติ เชื้อราที่เป็นสาเหตุการเกิดโรคและเชื้อที่มีความรุนแรง ส่วนมากเป็นเชื้อที่มีการสังเคราะห์เมลานิน (Butler และคณะ, 2001) จากการศึกษาในเชื้อยีสต์ในคนไข้ติดเชื้อ AIDS พบว่ายีสต์ที่มีการสร้างสารเมลานินเป็นเชื้อชนิดรุนแรง เช่นเดียวกับเชื้อราสาเหตุโรคใบไหม้ของข้าวชนิดที่รุนแรงเป็นเชื้อที่มีการสร้างสารเมลานิน จึงทำให้การศึกษาเมลานินในเชื้อสาเหตุโรคได้รับความ

สนใจอย่างมาก (Hamilton และ Gomez, 2002; Butler และคณะ, 2005) นอกจากนั้นสารเมลานินยังมีบทบาทอื่นๆ เช่น ทำหน้าที่เป็น alternative electron acceptor เมื่อเชื้อจุลินทรีย์อยู่สภาพไร้อากาศ หรือสภาวะเครียดเนื่องจากสภาวะแวดล้อมอื่นๆ ในสภาพที่มีสารตั้งต้น DOPA หรือ catecol อื่นๆ จะมีการสังเคราะห์สาร DOPA–melanin แต่เชื้อราส่วนใหญ่ รวมทั้งเชื้อราอาศัยในพืชชั้นสูงส่วนมากจะสังเคราะห์ DHN-melanin ผ่านวิถี pentaketide จาก tetrahydroxynapthalene (Plonka และ Grabacka, 2006)

วิธีการย้อมเมลานินในการศึกษาโครงสร้างเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยทั่วไป ใช้วิธี Fortana-Masson หลักการของวิธีนี้ องค์ประกอบของเมลานินที่เป็นเม็ดเล็กๆ (granules) จะถูกรีดิวซ์ด้วย ammonia silver nitrate นอกจากนั้นยังมีการใช้สาร formaldehyde ย้อมเมลานินในเนื้อเยื่อ (http://library.med.utah.edu) Butler และคณะ (2005) พัฒนาเทคนิคการย้อมสีเมลานินในส่วนของผนังเซลล์ของเชื้อในส่วนของผนังเซลล์ของเชื้อด้วย silver โดยย้อมด้วยสารละลาย copper sulphate ก่อน โดยสารนี้จะเข้าไปสร้างพันธะกับเมลานินและเกิดเป็นสาร copper sulfide แล้วย้อมทับด้วยสารละลาย hydroquinone (Ag-HQ solution) ทำให้เห็นสีน้ำตาลเกิดขึ้น และเมื่อนำไปทดสอบกับเชื้อกลายพันธุ์ที่ไม่มีการสร้างสารเมลานินจะไม่พบการติดสีเกิดขึ้น คุณสมบัติทาง photochemistry ของเมลานินในสัตว์หรือเห็ดแชมปิญอง (*Agaricus bisporus*) ซึ่งมีการสังเคราะห์เมลานินจาก tyrosine อาจทำการศึกษาด้วย Raman spectra หรือคุณสมบัติการเปล่งแสงที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี (chemiluminescence) (Cooper และคณะ, 1986) ในปัจจุบันได้มีการพัฒนา probe ซึ่งประกอบด้วย sensor สองชนิด ในการวัดปริมาณสารเมลานินภายใต้ผิวหน้าหรือผิวหนัง โดยอาศัยหลักการ resonance running time ของแหล่งแสงที่มาจาก sensor ของเครื่องมือวัด (www.skindiagnosis.cn)

มีรายงานการตรวจวัดการติดเชื้อราแอนแทรกโนสในมะม่วงด้วยวิธีทางกายภาพ เช่น การวัดรอยแผลที่เป็นจุดขนาดเล็ก (lesion spots) จากการเข้าทำลายของเชื้อในระยะเริ่มต้น ซึ่งปรากฏในมะม่วงบางพันธุ์ โดยใช้กล้องกำลังขยายสูง ทำให้สามารถใช้ในการประเมินการเกิดโรค โดยพบว่าเปอร์เซ็นต์การโรคมีความสัมพันธ์อย่างสูง ($r^2=0.99$) กับปริมาณจุดแผลเล็กๆ และได้นำข้อมูลดังกล่าวในพัฒนาเครื่องต้นแบบ three-dimensional image-analysis (Corkidi และคณะ, 2006) นอกจากนั้นยังมีการพัฒนาระบบวิชั่น (Vision system) ที่ใช้ประโยชน์ในการตรวจคุณภาพของผลิตผลหรือความเสียหายภายในผล รวมทั้งการเกิดโรคของผลิตผล การใช้แสงที่ความยาวคลื่นแตกต่างกัน ทำให้มีความสามารถตรวจวัดแตกต่างกัน เช่น visible light; VIS (400-700 nm) ultra violet; UV (200-400 nM) near- infrared; NIR (700-2500 nM) หรืออาจใช้ multispectral ช่วยพัฒนาการตรวจวัดความเสียหายที่ไม่ปรากฏให้เห็น ในผลิตผลต่างๆ เช่น มะม่วง ส้ม และแพร์ (Inoue และคณะ, 2002; Chen และคณะ, 2002; Blasco และคณะ, 2007) การศึกษาวิธีการตรวจวัดในผลิตผลอื่นๆ ได้แก่ การคัดแยกฝักข้าวโพดที่ติดเชื้อราฝัก โดยใช้ข้อมูลทางกายภาพบางอย่างที่มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อราในฝักข้าวโพด ได้แก่ ความหนาฝัก น้ำหนักและความยาวฝัก และถ้าใช้ร่วมกับการฉายรังสี X-ray สามารถเพิ่มความแม่นยำในการคัดเลือกเพิ่มขึ้น (Pearson และ Wicklow, 2006)

บทที่ 2 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

<u>โครงการวิจัยย่อยที่ 1</u> การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออาการเนื้อสีน้ำตาลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีแกมมา

การทดลองที่ 1.1 ศึกษาผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลและการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาและวางจำหน่าย

ทำการคัดเลือกม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เกรดส่งออก ที่มีระยะสุกแก่ทางการค้า โดยเมื่อนำมาลอยในน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จะคัดเลือกเฉพาะผลที่จมน้ำเกลือเท่านั้น มีน้ำหนักผลเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 330 ถึง 380 กรัม และไม่ปรากฏจุดสีดำของเลนติเซลที่เปลือกผล โดยเก็บเกี่ยวจากสวนมะม่วงที่ได้ผ่านการรับรองจากระบบ GAP (Good Agricultural Practices) ทำการตัดขั้วให้เหลือความยาวของขั้วผลเท่ากับ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นคว่ำผลลงบนผ้าขาวบางเพื่อปล่อยให้ยางไหลจนหมดก่อนนำไปล้างในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 100 ppm นาน 3 นาที ตามด้วยการจุ่มในเอททีฟอนความเข้มข้น 400 ppm จากนั้นนำผึ่งให้แห้งในอากาศก่อนนำไปสวมตาข่ายโฟมและบรรจุลงในกล่องกระดาษ (ที่มีตาข่ายกันแมลงที่ช่องระบายอากาศ) จำนวน 7 กิโลกรัมต่อกล่อง (12-16 ผลต่อกล่อง) ทำการปิดผนึกกล่องกระดาษให้สนิทด้วยเทปกาว และขนส่งโดยรถยนต์ปรับอากาศเพื่อไปฉายรังสีแกมมาที่ บริษัท ไอโซตรอน จำกัด จ.ชลบุรี ทำการฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 400, 800 และ 1,200 เกรย์ จากนั้นทำการขนส่งกลับมาเก็บรักษาที่ห้องเย็นที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส (เพื่อจำลองการขนส่งทางเรือ) จากนั้นนำออกมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (เพื่อจำลองการวางจำหน่าย) วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยที่ในแต่ละทรีตเมนท์มี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ผล ทำการเก็บตัวอย่างมะม่วงและบันทึกผลการทดลองดังนี้คือ 1. ก่อนการฉายรังสี 2. หลังการฉายรังสีทันที 3. ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน 4. หลังจากย้ายมะม่วงมาเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2, 4, และ 6 วัน โดยทำการตรวจวัดคุณภาพของมะม่วงด้านต่างๆ ดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์การเกิดเนื้อสีน้ำตาล โดยคำนวณจากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดเนื้อสีน้ำตาล} = \frac{\text{จำนวนผลมะม่วงที่เกิดเนื้อสีน้ำตาล} \times 100}{\text{จำนวนผลมะม่วงทั้งหมด}}$$

2. ระดับความรุนแรงของการเกิดเนื้อสีน้ำตาล ทำโดยใช้มีดเฉือนให้ติดเมล็ดของผลมะม่วงทั้ง 2 ด้าน และทำการให้คะแนน โดยแบ่งระดับการให้คะแนนการเกิดเนื้อสีน้ำตาลออกเป็น 5 ระดับ คือ 1 ไม่พบการเกิดเนื้อสีน้ำตาล, 2 พบการเกิดเนื้อสีน้ำตาล 1-25 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อทั้งหมด, 3 พบการเกิดเนื้อสีน้ำตาล 25.1-50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อทั้งหมด, 4 พบการเกิดเนื้อสีน้ำตาล 50.1-75 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อทั้งหมด, 5 พบการเกิดเนื้อสีน้ำตาล 75.1-100 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อทั้งหมด

3. ปริมาณสารประกอบฟีนอล ที่เนื้อผลที่ปรากฏสีน้ำตาล โดยการเก็บตัวอย่างเนื้อผลดังนี้ 1. เนื้อผลที่ปรากฏสีน้ำตาล 2. บริเวณรอยต่อจากเนื้อผลที่ปรากฏสีน้ำตาลกับเนื้อที่ปรากฏสีเหลืองปกติ ทำการสกัดและวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลโดยวิธีการของ Chaiprasert และคณะ (2001)

4. กิจกรรมของเอนไซม์ PPO
5. กิจกรรมของเอนไซม์ POD
6. ระดับความรุนแรงของการเกิดเลนติเซลสีดำ โดยแบ่งระดับการเกิดเลนติเซลสีดำเป็น 4 ระดับ คือ 1 ไม่พบเลนติเซลมีสีดำ, 2 พบเลนติเซลมีสีดำเล็กน้อย, 3 พบเลนติเซลมีสีดำปานกลาง, 4 พบเลนติเซลมีสีดำเข้มและจำนวนมาก โดยทำการเปรียบเทียบระดับความรุนแรงของการเกิดเลนติเซลดำที่ปรากฏกับรูปภาพผลมะม่วงที่ปรากฏเลนติเซลสีดำที่ระดับต่างๆ
7. ค่าความแน่นเนื้อของส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อปกติและเนื้อเยื่อที่แสดงอาการเนื้อสีน้ำตาล โดยเครื่อง Texture analyzer และรายงานผลในหน่วยนิวตัน
8. การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกและสีเนื้อ โดยใช้เครื่อง Colorimeter และรายงานผลการทดลองในค่า L, a, b และ Hue
9. การเกิดโรคขั้วผลเน่า รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์
10. ระดับความรุนแรงของโรคขั้วผลเน่า รายงานผลเป็นคะแนนความรุนแรง
11. เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนส รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์
12. ระดับความรุนแรงของโรคแอนแทรกโนส รายงานผลเป็นคะแนนความรุนแรง
13. การยอมรับของผู้บริโภค ด้านสีเปลือก สีเนื้อ กลิ่นหอม รสชาติ

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาผลของระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลจากผลมะม่วงและระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลและการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา

ทำการคัดเลือกม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เกรดส่งออก ที่มีระยะสุกแก่ทางการค้า โดยเมื่อนำมาลอยในน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จะคัดเลือกเฉพาะผลที่จมน้ำเกลือเท่านั้น และมีน้ำหนักผลเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 330 ถึง 380 กรัม และไม่ปรากฏจุดสีดำของเลนติเซลที่เปลือกผล โดยเก็บเกี่ยวจากสวนมะม่วงที่ได้ผ่านการรับรองจากระบบ GAP ทำการตัดขั้วให้เหลือความยาวของขั้วผลเท่ากับ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นคว่ำผลลงบนผ้าขาวบางเพื่อปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาทีก่อนนำไปล้างในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 100 ppm นาน 3 นาที ก่อนนำมาจุ่มในเอทีฟอนความเข้มข้น 400 ppm จากนั้นนำผึ่งให้แห้งในอากาศก่อนนำไปสวมตาข่ายโฟมและบรรจุลงในกล่องกระดาษ (ที่มีตาข่ายกันแมลงที่ช่องระบายอากาศ) จำนวน 7 กิโลกรัมต่อกล่อง (12-16 ผลต่อกล่อง) ทำการปิดผนึกกล่องกระดาษให้สนิทด้วยเทปกาว จากนั้นขนส่งโดยรถยนต์ปรับอากาศเพื่อไปฉายรังสีแกมมาที่บริษัทไอโซตรอน จำกัด จ.ชลบุรี ที่ปริมาณรังสี 400 เกรย์ จากนั้นทำการขนส่งกลับมาเก็บรักษาที่ห้องเย็นที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มจธ. ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน (เพื่อจำลองการขนส่งทางอากาศและเรือ ตามลำดับ) จากนั้นนำออกมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (เพื่อจำลองการวางจำหน่าย) วางแผนการทดลองแบบ factorial in CRD โดยมีปัจจัยการทดลองดังนี้

ปัจจัยที่ 1 การปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที
ปัจจัยที่ 2 การเก็บมะม่วงไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน ก่อนย้ายออกมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

โดยที่ในแต่ละทรีตเมนท์มี 3 ซ้ำๆ ละ 10 ผล ทำการเก็บตัวอย่างมะม่วงและบันทึกผลการทดลองดังนี้คือ 1. ก่อนการฉายรังสี 2. หลังการฉายรังสีทันที 3. ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน 4. หลังจากย้ายมะม่วงมาวางไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2, 4, และ 6 วัน โดยทำการตรวจวัดคุณภาพของมะม่วงด้านต่างๆ เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.1

การทดลองที่ 1.3 ศึกษาผลของระยะการสุกแก่ของมะม่วงต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลของมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา

ทำการคัดเลือกม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เกรดส่งออก ที่มีระยะความสุกแก่แตกต่างกัน 2 ระยะ โดยนำผลมะม่วงไปลอยในน้ำเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์ แล้วคัดแยกมะม่วงออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

ทรีตเมนท์ที่ 1 มะม่วงที่จมในน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์
ทรีตเมนท์ที่ 2 มะม่วงที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์

คัดเลือกผลที่มีน้ำหนักผลเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 330 ถึง 380 กรัม และไม่ปรากฏจุดสีดำของเลนติเซลที่เปลือกผล โดยเก็บเกี่ยวจากสวนมะม่วงที่ได้ผ่านการรับรองจากระบบ GAP ทำการตัดขั้วให้เหลือความยาวของขั้วผลเท่ากับ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นคว่ำผลลงบนผ้าขาวบางเพื่อปล่อยให้ยางไหลจนหมดแล้ว นำไปล้างในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 100 ppm นาน 3 นาที ก่อนนำมาจุ่มในเอทีฟอนความเข้มข้น 400 ppm จากนั้นนำผึ่งให้แห้งในอากาศก่อนนำไปสวมตาข่ายโฟมและบรรจุลงในกล่องกระดาษที่มีตาข่ายกันแมลงที่ช่องระบายอากาศ ประมาณ 7 กิโลกรัมต่อกล่อง จากนั้นนำมะม่วงมาเก็บรักษาที่ห้องเย็นที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน (เพื่อจำลองการขนส่งทางอากาศและเรือ ตามลำดับ) จากนั้นนำออกมาวางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (เพื่อจำลองการวางจำหน่าย) วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยที่ในแต่ละทรีตเมนท์มี 3 ซ้ำๆ ละ 10 ผล โดยที่ในแต่ละทรีตเมนท์มี 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ผล ทำการเก็บตัวอย่างมะม่วงและบันทึกผลการทดลองดังนี้คือ 1. ก่อนการฉายรังสี 2. หลังการฉายรังสีทันที 3. ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน 4. หลังจากย้ายมะม่วงมาวางไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2, 4, และ 6 วัน โดยทำการตรวจวัดคุณภาพของมะม่วงด้านต่างๆ เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.1

<u>โครงการวิจัยย่อยที่ 2</u> การลดความเสียหายของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ฉายรังสีแกมมาที่จำลองการขนส่งทางเรือ

การทดลองที่ 2.1 ศึกษาผลของ Heat treatment ต่อคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้ฉายรังสีแกมมา

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัยดังนี้

ปัจจัยที่ 1 ได้แก่ อุณหภูมิของตัวกลาง 2 ระดับ คือ 45 และ 50 องศาเซลเซียส
ปัจจัยที่ 2 ได้แก่ ระยะเวลาที่จุ่มผลในตัวกลาง 2 ระดับ คือ 5 และ 10 นาที
ปัจจัยที่ 3 ได้แก่ ปริมาณรังสีแกมมา 2 ระดับ คือ 0 และ 400 เกรย์

ทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ผลทุกสัปดาห์ ดังนี้

1. การสูญเสียน้ำหนัก
2. การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ ได้แก่ Hue, L*, a*, b*
3. การเกิดโรครายงานผลเป็น เปอร์เซ็นต์

$$\text{การเกิดโรค (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนผลมะม่วงที่แสดงอาการโรค x 100}}{\text{จำนวนผลมะม่วงทั้งหมด}}$$

โดยหากพบเกิดโรคมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ จะถือว่าไม่เป็นที่ยอมรับในการส่งออก

4. ความแน่นเนื้อของผล
5. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้
6. ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ทั้งหมด
7. การยอมรับของผู้บริโภค
8. อายุการเก็บรักษา

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาผลของภาชนะบรรจุและสาร 1-MCP ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ฉายรังสีแกมมา

นำมะม่วงน้ำดอกไม้ฉายรังสีแกมมาที่ผ่านการทำ Heat treatment ที่ให้ผลดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 บรรจุในถุงพลาสติก หรือนำไปรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm โดยมีสิ่งทดลองดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1: Heat treatment (ชุดควบคุม)
สิ่งทดลองที่ 2: Heat treatment + Active bag
สิ่งทดลองที่ 3: Heat treatment + 1-MCP
สิ่งทดลองที่ 4: 1-MCP + Heat treatment

ทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ผลทุกสัปดาห์ ดังนี้

1. การสูญเสียน้ำหนัก
2. การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ ได้แก่ Hue, L*, a*, b*

3. การเกิดโรครายงานผลเป็น เปอร์เซ็นต์

   การเกิดโรค (เปอร์เซ็นต์) = $\frac{\text{จำนวนผลมะม่วงที่แสดงอาการโรค x 100}}{\text{จำนวนผลมะม่วงทั้งหมด}}$

   โดยหากพบเกิดโรคมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ จะถือว่าไม่เป็นที่ยอมรับในการส่งออก
4. ความแน่นเนื้อของผล
5. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้
6. ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ทั้งหมด
7. การยอมรับของผู้บริโภค
8. อายุการเก็บรักษา

<u>โครงการวิจัยย่อยที่ 3</u> การพัฒนากลิ่นและสีในผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีระหว่างการเก็บรักษา

การทดลองที่ 3.1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นและสีมะม่วงน้ำดอกไม้หลังการฉายรังสีและระหว่างการเก็บรักษา

ศึกษาผลของการฉายรังสีต่อการพัฒนากลิ่นและสีของมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา โดยใช้มะม่วงน้ำดอกไม้ที่ระยะบริบูรณ์ (mature green stage) จากสวนมะม่วงที่ผ่านหลักเกณฑ์ good agricultural practice (GAP) มาตัดขั้วให้เหลือความยาวของขั้วผลเท่ากับ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นคว่ำผลลงบนผ้าขาวบางเพื่อปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที นำไปล้างในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 100 ppm นาน 3 นาที แล้วผึ่งให้แห้งในอากาศก่อนนำไปสวมตาข่ายโฟมและบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูก (ที่มีตาข่ายกันแมลงที่ช่องระบายอากาศ) จำนวน 7 กิโลกรัมต่อกล่อง (12-16 ผลต่อกล่อง) ทำการปิดผนึกกล่องกระดาษให้สนิทด้วยเทปกาว และขนส่งไปฉายรังสีแกมมาดังนี้

ทรีตเมนท์ที่ 1 ไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม)
ทรีตเมนท์ที่ 2 ฉายรังสีปริมาณ 400 เกรย์

ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ทำการตรวจสอบทุกๆ 7 วัน โดยใช้ผลจำนวน 5 ซ้ำต่อครั้ง

<u>การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล</u>

1. การผลิตเอทิลีน

เก็บผลมะม่วงในภาชนะปิดที่ทราบปริมาตรเป็นเวลา 2 ชั่วโมง และนำก๊าซ 1 มิลลิลิตร ในส่วนของ head space มาวัดปริมาณก๊าซเอทิลีนโดยเครื่อง Shimadzu GC 14B ที่มี flame ionized detector (FID) และคอลัมน์แก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 3.2 มิลลิเมตร ยาว 2.1 เมตร ซึ่งบรรจุ Porapack QN (80/100 mesh) ตั้งค่าอุณหภูมิ injection เท่ากับ 100 องศาเซลเซียส และคอลัมน์เท่ากับ 50 องศาเซลเซียส

2. การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส

วัดความแน่นเนื้อของผลบริเวณกึ่งกลางแก้มผลทั้ง 2 ด้าน โดยเครื่อง Texture analyser (TA-XT2) ซึ่งวัดค่าเนื้อสัมผัสออกมาเป็นค่าแรงนิวตัน (Newton)

3. การเปลี่ยนแปลงของสี

วัดการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกและเนื้อบริเวณกึ่งกลางแก้มผลทั้ง 2 ด้าน ระหว่างการเก็บรักษาโดยใช้เครื่อง Minolta colorimetor (CR- 300) ในระบบการแปรผลแบบ L Hunter scale และ hue angles

4. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารเบต้าแคโรทีนจากเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเบต้าแคโรทีนตรวจวัดโดยเครื่อง HPLC:PDA ตามวิธีการของ Kidmose และคณะ (2001)

5. การวิเคราะห์กลิ่นในผล

นำเนื้อผล 200 กรัม ผลมาปั่นละเอียดแล้วนำมาเก็บในภาชนะปิด จับและรวบรวมกลิ่นและสารระเหยที่อยู่ในส่วน headspace โดยดัดแปลงตามวิธีการของ Fallik และคณะ (2001) ปริมาณกลิ่นและสารระเหยจะค่อย ๆ ถูก

ปลดปล่อยและวิเคราะห์โดย gas chromatograph-mass spectrometer (GC-MS) โดยดัดแปลงจาก Fallik และคณะ (2001) และ Lavid และคณะ (2002) กลิ่นที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย LSD

การทดลองที่ 3.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นและสีของมะม่วงน้ำดอกไม้หลังการฉายรังสีและเมื่อบ่มให้สุกด้วยเอทิลีน

ศึกษาการชักนำให้เกิดกระบวนการสุกอย่างสมบูรณ์หลังการฉายรังสี โดยนำผลมะม่วงระยะบริบูรณ์มาทำการล้างและจัดการเหมือนการทดลองที่ 3.1 แล้วนำผลมาจัดทรีทเมนท์ดังนี้

ทรีตเมนท์ที่ 1 ไม่ฉายรังสี และจุ่มในสารละลายเอทิฟอน 250 ppm นาน 5 นาที (ชุดควบคุม)
ทรีตเมนท์ที่ 2 จุ่มผลมะม่วงในสารละลายเอทิฟอน 250 ppm นาน 5 นาที แล้วนำไปฉายรังสีปริมาณ 400 เกรย์
ทรีตเมนท์ที่ 3 ฉายรังสีปริมาณ 400 เกรย์ แล้วนำมาจุ่มในสารละลายเอทิฟอน 250 ppm นาน 5 นาที

จากนั้นนำผลมะม่วงมาเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

<u>การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล</u>

แต่ละข้อมูลมี 5 ซ้ำ โดยใช้ 1 ผล / 1 ซ้ำ ทุก 2 วันทำการเก็บค่าต่าง ๆ เหมือนการทดลองที่ 3.1

<u>โครงการวิจัยย่อยที่ 4</u> การศึกษาเทคนิคการตรวจโรคแอนแทรกโนสในผลมะม่วงระยะแก่เขียว

สุ่มผลมะม่วงระยะผลแก่เขียว จากแหล่งปลูกมะม่วงเพื่อการส่งออกของสหกรณ์ชมรมชาวสวนมะม่วง จ. ฉะเชิงเทราและ จ.อ่างทอง ศึกษามะม่วงพันธุ์ที่มีการส่งออกเพื่อบริโภคสดมากที่สุด คือ มะม่วงน้ำดอกไม้ใน 3 กลุ่ม ตัวอย่างจาก 3 สวน จำนวนมะม่วงที่ใช้ทดสอบขั้นต่ำ 200 กิโลกรัม แบ่งผลมะม่วงออกเป็น 2 ชุด ชุดแรกปลูกเชื้อ *Colletrotrichum gloeosporioides* และบ่มผลไว้ในสภาพความชื้นสูง 24 ชั่วโมง ส่วนมะม่วงชุดที่ 2 ไม่มีการปลูกเชื้อเพิ่ม แต่อาจมีการติดเชื้อแบบแฝงตั้งแต่ในสวน นำผลมะม่วงทั้งสองชุดมาทำการทดลองแบ่งเป็น 3 การทดลองดังนี้

4.1 ศึกษาวิธีการตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรกโนสด้วยการย้อมสี แบ่งเป็น 3 การทดลองย่อยคือ

4.1.1 ศึกษาการตรวจวัดสปอร์ และเส้นใยของเชื้อ *C. gloeosporioides* ด้วยการย้อมสี

แยกเชื้อ *C. gloeosporioides* จากผลมะม่วงที่แสดงอาการโรคแอนแทรกโนสด้วยวิธี tissue transplant เชื้อบนอาหารแข็ง (PDA) เตรียมตัวอย่างเส้นใย โดยใช้ cork borer เจาะปลายเส้นใย บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง 1-2 วัน ส่วนการเตรียมตัวอย่างสปอร์ ปล่อยให้เส้นใยเจริญต่อไปนานประมาณ 6-10 วัน จะมีการสร้างสปอร์สีส้ม ตรวจวัดความเข้มข้นสารแขวนลอยสปอร์ด้วย haemacytometer ให้ได้ความเข้มข้นขั้นต่ำ $5x10^5$ สปอร์ต่อมิลิลิตร ทดสอบย้อมสีสปอร์และเส้นใยด้วยวิธี copper sulfide-silver ตามวิธีของ Butler และคณะ (2005) และศึกษาหาสภาพที่เหมาะสมที่สุดเพื่อการย้อมสารเมลานินในเชื้อ *C. gloeosporioides*

4.1.2 ศึกษาการตรวจวัดการติดเชื้อ *C. gloeosporioides* ในผลมะม่วงด้วยการปลูกเชื้อ

คัดเลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ระยะแก่เขียวที่ไม่มีอาการโรค มาทำความสะอาดผิวด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70% เตรียมสปอร์เชื้อความเข้มข้น 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ปลูกเชื้อโดยใช้ micropipette หยดสารแขวนลอยสปอร์ ปริมาตร 20 ไมโครลิตร หยดลง 3 จุด ตามแนวยาวของผล ลงบนผิวมะม่วงที่ได้ทำสัญลักษณ์ไว้แล้ว การทดลองนำผลไปบ่มในกล่อง moisture chamber ที่มีความชื้นสูงนาน 24 ชั่วโมงทดสอบย้อมผลมะม่วงด้วย copper sulfide-silver ตามวิธีของ (Butler และคณะ, 2005) ตัดขวางเนื้อเยื่อบริเวณที่มีการปลูกเชื้อตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทัศน์ที่กำลังขยายสูง

4.1.3 ศึกษาการตรวจวัดการติดเชื้อ *C. gloeosporioides* ในผลมะม่วงจากสภาพธรรมชาติ

คัดเลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ระยะแก่เขียวที่ไม่แสดงอาการโรค แบ่งผลมะม่วงเป็น 2 กลุ่มๆ ทดสอบย้อมผลมะม่วงด้วย copper sulfide-silver ตามวิธี (Butler และคณะ, 2005) ตัดขวางเนื้อเยื่อบริเวณที่มีการปลูกเชื้อตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทัศน์ที่กำลังขยายสูง ผลมะม่วงอีกกลุ่มบ่มให้สุกที่อุณหภูมิห้องและประเมินเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในสภาพธรรมชาติ

4.2 ศึกษาวิธีการตรวจวัดการติดเชื้อแอนแทรกโนสด้วยการใช้วิธีทางกายภาพ แบ่งเป็น 2 การทดลองย่อยคือ

4.2.1 ศึกษาหาสายพันธุ์และเทคนิคการปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* ที่เหมาะสมต่อการตรวจวัดด้วยวิธีกายภาพ

ศึกษาในผลมะม่วงระยะแก่เขียว 3 พันธุ์ คือ ผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย น้ำดอกไม้เบอร์สี่ น้ำดอกไม้สีทองและฟ้าลั่น ทดสอบหาวิธีการปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* โดยเตรียมสารแขวนลอยสปอร์ความเข้มข้น 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ทำการปลูกเชื้อบนผิวผลมะม่วงที่ทำความสะอาดแล้ว แบ่งเป็น 3 วิธีการดังนี้

Trt 1 การปลูกเชื้อแบบจุ่มผล
Trt 2 การปลูกเชื้อแบบหยด ปริมาตร 10 ไมโครลิตร 2 จุด ตามแนวยาวของผล
Trt 3 ไม่ปลูกเชื้อหรือวิธีควบคุม

ภายหลังจากการปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* บนผิวผลมะม่วง ด้วยการหยดสารแขวนลอยสปอร์หรือการจุ่มผลมะม่วงในสารแขวนลอยสปอร์ หลังจากปลูกเชื้อและบ่มใน moist chamber ที่อุณหภูมิ 25°C นาน 24 ชั่วโมง บันทึกภาพนิ่งด้วยกล้องดิจิตอลและประเมินการเกิดโรค หลังจากนำผลมาไว้ ที่ 25°C ทุก 6 ชั่วโมง เป็นเวลา 48 ชั่วโมงและบันทึกต่อทุก 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน ประเมินการเกิดโรคโดยให้คะแนนการเกิดโรค แบ่งเป็น 5 ระดับดังนี้

คะแนน 0 – ไม่เกิดโรค
คะแนน 1 – เกิดโรค 0.1-5%
คะแนน 2 – เกิดโรค 5.1-10%
คะแนน 3 – เกิดโรค 10.1-15%
คะแนน 4 – เกิดโรค 15.1-20%
คะแนน 5 – เกิดโรคมากกว่า 20%

4.2.2 การใช้เทคนิค image analysis เพื่อตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรกโนส

จากผลการทดลอง 4.1.1 เลือกพันธุ์ที่มีการตอบสนองทางกายภาพ แสดงอาการการตายของเซลล์ epidermal ที่ผิวผลหลังการปลูกเชื้อเร็วที่สุด ปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกเชื้อเพื่อให้เหมาะสมกับการเก็บข้อมูลภาพถ่าย ขั้นตอนการประมวลผลด้วย 2 เทคนิคคือ

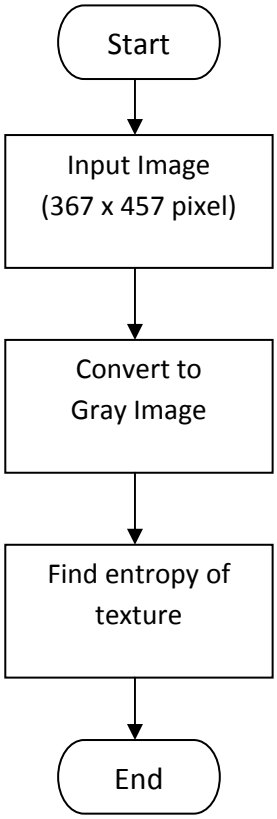
1) การประมวลผลด้วยเทคนิคเอนโทรปี

เทคนิคการคำนวณค่าเอนโทรปีจากการประมวลผลขอบภาพที่ผิวผลไม้มะม่วง เนื่องจากการเกิดเชื้อราบนผิวมะม่วงจะมีลักษณะการเกิดเริ่มจากจุดเล็กๆ เมื่อเวลาผ่านไปมากขึ้นจุดดังกล่าวจะขยายพื้นที่มากขึ้นและจะสังเกตเห็นเป็นพื้นที่สีดำชัดเจนขึ้น ส่วนบริเวณอื่นที่ยังไม่ติดเชื้อจะมีสีพื้นที่เป็นสีเขียว หรือสีเหลืองดังนั้นทำให้การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างพื้นที่ทั้งสองสามารถแยกแยะด้วยเทคนิคการประมวลผลขอบภาพได้ แล้วนำบริเวณที่ถูกแยกแยะมาทำการหาค่าเอนโทนปีได้ ดังแสดงในขั้นตอนต่อไปนี้

1.นำภาพถ่ายมาตัดให้เหลือบริเวณที่ปลูกเชื้อขนาด 367x457 พิกเซล โดยใช้ภาพถ่ายตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 จนถึงชั่วโมงที่ 82 ทุกๆ 2 ชั่วโมง
2. นำภาพที่ได้ตัดเรียบร้อยแล้วมาแปลงค่าสีเป็นค่าสีระดับเทา (Gray level) ทุกภาพ

3. นำภาพสีระดับเทาทั้งหมดมาหาค่า texture ด้วยการวัดค่า entropy ของภาพ ค่าการวัดของ texture หรือ entropy ที่ได้จะแสดงคุณลักษณะของผิวมะม่วงที่เกิดเชื้อในภาพที่สัมพันธ์กับเวลา

4. นำค่า entropy ของแต่ละภาพที่เทียบกับเวลามาหาความสัมพันธ์ในลักษณะสมการทางคณิตศาสตร์

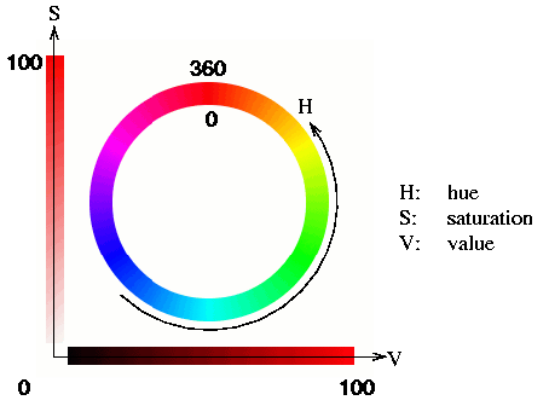


แผนภูมิอัลกอริธึมวิธีการที่นำเสนอ

2) การประมวลผลด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพสี (Color image processing)

มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ภาพอินพุทซึ่งเป็นภาพสี (RGB image) ถูกนำเข้ามาแปลงจากระบบสี RGB (Red-Green-Blue) ให้เป็นภาพในระบบ HSV (Hue-Saturation-Value) โดย Hue แสดงถึงค่าของสีในหน่วยองศา ส่วน Saturation แสดงถึงค่าความอิ่มตัวของสีเป็นหน่วยเปอร์เซ็นต์และ Value แสดงถึงค่าความเข้มข้นของสีในหน่วยเปอร์เซ็นต์ดังแสดงในภาพข้างล่าง



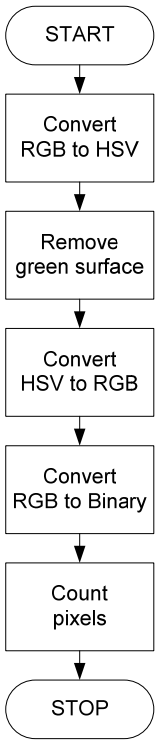
ภาพระบบสีแบบ HSV

2. เมื่อทำการแปลงภาพให้อยู่ในระบบ HSV แล้วก็จะทำการกำจัดสีผิวของมะม่วงซึ่งมีสีเหลืองเขียวออกทำให้เหลือสีของเชื้อที่เกิดอยู่บนผิวมะม่วงได้ โดยดูจากองศาของสี (แกน Hue) และค่า S และ V ประกอบแล้วกำจัดช่วงองศาสีดังกล่าวออกไป

3. นำภาพที่ถูกกำจัดสีผิวมะม่วงในระบบ HSV มาแปลงกลับเป็นระบบ RGB

4. หลังจากได้ภาพในระบบ RGB ที่กำจัดผิวมะม่วงแล้วทำการแปลงภาพให้อยู่ในระบบภาพขาวดำ (Binary image) เพื่อนำไปนับจำนวนพิกเซลที่แสดงถึงบริเวณของการเกิดเชื้อ

5. นับจำนวนพิกเซลสีดำที่แทนบริเวณการเชื้อบนภาพขาวดำ



แผนภูมิอัลกอริธึมการประมวลผลภาพสี

4.3 ศึกษาวิธีการตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรกโนสด้วยเทคนิค NIR spectroscopy

แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1) สกัดสารเมลานินจากเส้นใย สปอร์ และสปอร์ที่มีการสร้าง appresorium โดยนำเชื้อ *C. gloeosporioides* ที่เลี้ยงบนอาหารแข็ง (PDA) อายุ 7 วันและ 2 เดือน ใส่น้ำกลั่น 10 มล.และขูดเส้นใยและสปอร์ที่ผิวอาหาร แล้วสกัดสารเมลลานินจากสารแขวนลอยที่ได้ตามวิธีของ Suryanarayanun และคณะ (2004) ตรวจวัดคุณสมบัติของสารเมลลานินที่สกัดได้ด้วยเครื่อง UV spectrophotometer (Shimadzu 1600UV, Japan) ที่ความยาวคลื่น 190-800 nm หาปริมาณสารเมลลานินในตัวอย่างสกัด โดยการ เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานเมลานิน (Sigma) ความเข้มข้นความเข้มข้น 0-12 mg/ml

2) การเตรียมผลมะม่วง สุ่มผลมะม่วงระยะผลแก่เขียว จากแหล่งปลูกมะม่วงเพื่อการส่งออกของกลุ่มเกษตรกรใน จ.ฉะเชิงเทราและ จ.อ่างทอง ในงานวิจัยนี้ศึกษามะม่วงพันธุ์ที่มีการส่งออกเพื่อบริโภคสดมากที่สุด คือ มะม่วงน้ำดอกไม้ นำผลมะม่วงมาขีดตารางสี่เหลี่ยมมีขนาด 5x4 cm^2 ที่บริเวณกลางผลทั้งสองด้าน ทำสัญลักษณ์แยกด้านที่ปลูกเชื้อ (inoc) และด้านที่ใช้น้ำกลั่น (control) ของแต่ละผลออกจากกัน หลังจากนั้นใช้น้ำกลั่นปริมาตร 400 ไมโครลิตร ทาในพื้นที่ที่กำหนด ทิ้งไว้ให้น้ำกลั่นแห้ง กลับอีกด้านหนึ่งของผล ปลูกสารแขวนลอยสปอร์เชื้อ *C. gloeosporioides* ความเข้มข้น $5x10^5$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ปริมาตรเท่ากัน แล้วบ่มผลในกล่องสภาพปิดที่ให้ความชื้นโดยนำสำลีชุบน้ำวางที่มุมกล่อง

3) การวัดสเปคตรัมของมะม่วงด้วยเครื่อง NIR spectrometer และการวิเคราะห์ปริมาณเมลานิน

นำผลมะม่วงที่ปลูกเชื้อแล้ว ไปวางในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างบริเวณตำแหน่งที่วัดการดูดกลืนย่าน NIR (spectrum) จากนั้นวัด spectrum ของผิวผลมะม่วง บริเวณที่ทำการปลูกเชื้อ (inoc) และไม่ได้ปลูกเชื้อ (control) หลังการบ่มในกล่องที่เวลา 0 3 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ ด้วยเครื่อง FT-NIR spectrometer รุ่น MPA (Bruker Optics, German) ที่ช่วงความยาวคลื่น 900-2500 nm โดยใช้ resolution 8 cm^{-1} และ sample scan time 32 scan ณ ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ม. เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม เมื่อเสร็จสิ้นการวัดสเปคตรัมแล้ว จึงเก็บตัวอย่างเปลือกมะม่วงบริเวณตารางสี่เหลี่ยมกลางผล โดยปอกเปลือกให้มีความหนาเปลือกประมาณ 1 มิลลิเมตร หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 1-2 มิลลิเมตร จากนั้นแช่แข็งตัวอย่างในไนโตรเจนเหลว แล้วนำไปสกัดสารเมลานิน ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณเมลานินโดยการแยกบริสุทธิ์บางส่วนของสารเมลานิน ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Kanna และ Ganjewlal (2009) โดยนำสารเมลานินที่สกัดได้วัดการดูดกลืนด้วยเครื่อง UV spectrophotometer จากนั้นหาปริมาณสารเมลานินในตัวอย่างสารสกัด โดยการเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานเมลานิน (Sigma) ที่ช่วงความเข้มข้น 0-12 mg/ml

4) สร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการคัดแยกผลมะม่วงที่ติดเชื้อแอนแทรกโนส

แบ่งกลุ่มตัวอย่างของผลมะม่วงออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสำหรับการสร้างแบบจำลองการคัดแยก (calibration) จำนวน 150 ตัวอย่าง และกลุ่มสำหรับการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง (validation) จำนวน 148 ตัวอย่าง ด้วยวิธี Partial Least Square Discriminant Analysis (PLSDA) โดยใช้โปรแกรม Unscrambler ก่อนการสร้างแบบจำลองจะทำการปรับแต่งสเปคตรัมเบื้องต้นด้วยวิธี Multiplicative Scattering Correction (MSC)

สถานที่ทำการวิจัย ทดลอง หรือเก็บข้อมูล

สวนเกษตรกรในเขตภาคกลางและตะวันตก

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ

บทที่ 3 ผลการทดลอง

ผลการทดลอง-โครงการวิจัยย่อยที่ 1

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออาการเนื้อสีน้ำตาลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีแกมมา

การทดลองที่ 1.1 ศึกษาผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลและและการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาและวางจำหน่าย

จากการทดลองฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (ชุดควบคุม) 400 800 และ 1200 เกรย์ ให้กับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน พบว่ามะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและคุณภาพด้านนี้

เปอร์เซ็นต์การเกิดเนื้อสีน้ำตาลและระดับความรุนแรง

ผลการเก็บรักษามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ 0 400 800 และ 1200 เกรย์ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน แล้วย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน พบว่าไม่ปรากฏอาการเนื้อสีน้ำตาล ดังนั้นจากผลการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่าการเกิดเนื้อสีน้ำตาลจึงไม่น่าเป็นผลจากมะม่วงได้รับรังสีแกมมาที่ความเข้มข้นระดับสูง และไม่ได้เป็นผลร่วมของการฉายรังสีแกมมาและการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงของการเกิดโรคแอนแทรกโนส

จากการทดลองพบว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (ชุดควบคุม) 400 800 และ 1200 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน ปรากฏว่าไม่พบการเกิดโรคแอนแทรกโนส (ไม่แสดงข้อมูล)

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงของการเกิดโรคขั้งผลเน่า

การเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วง พบหลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน โดยเฉพาะมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคขั้วผลเน่าเท่ากับ 61.73 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษานานเป็นเวลา 6 วัน พบว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 800 เกรย์ เริ่มพบการเกิดโรคขั้วผลเน่า 32.68 เปอร์เซ็นต์ โดยระดับความรุนแรงของมะม่วงเหล่านี้มีค่าเท่ากับ 1 คะแนน คืออาการของโรคที่ปรากฏประมาณ 0.1-5.0 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ผิวมะม่วงทั้งหมด (ภาพที่ 1.1.1 และตารางภาคผนวกที่ 1.1.2)

ระดับการปรากฏของเลนติเซลสีดำ

ระดับการปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ 1 – ไม่พบหรือพบเพียงเล็กน้อย 2- พบระดับปานกลาง และ 3 – พบในระดับสูง จากผลการศึกษา พบว่าการปรากฏของเลนติเซลเพิ่มสูงมากขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น โดยการปรากฏของเลนติเซลสีน้ำตาลดำจะเริ่มพบในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส และค่อยๆเพิ่มสูงขึ้นเมื่อย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นานขึ้น และพบว่าการฉายรังสีแกมมาในปริมาณที่สูงมากขึ้น มีแนวโน้มทำให้การปรากฏของเลนติเซลสีดำเพิ่มสูงขึ้น โดยในวันที่ 5+6 ของการวางจำหน่าย พบว่า มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 400 800 และ 1200 เกรย์ มีระดับการเกิดเลนติเซลสีดำเท่ากับ 1.27 2.22 2.60 และ 2.88 ตามลำดับ แต่เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าระดับการเกิดเลนติเซลสีดำของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 1.1.3 และตารางภาคผนวกที่ 1.1.3)

ความแน่นเนื้อ

ค่าความแน่นเนื้อของมะม่วงเริ่มต้นก่อนการฉายรังสีแกมมามีค่าเท่ากับ 89.63 นิวตัน (วันที่ 0) และเมื่อนำมะม่วงเหล่านี้ไปฉายรังสีแกมมาและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 1 และ 5 วัน พบว่าค่าความแน่นเนื้อของมะม่วงมีแนวโน้มลดลงประมาณ 1 เท่าในทุกทรีตเมนท์ (47-57 นิวตัน) และเมื่อย้ายมะม่วงออกมาเก็บรักษาไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่าค่าความแน่นเนื้อลดลงประมาณ 22-33 เท่าของค่าความแน่นเนื้อเริ่มต้น (2.70-3.99 นิวตัน) (ภาพที่ 1.1.4 และตารางภาคผนวกที่ 1.1.4) เมื่อพิจารณาผลของปริมาณรังสีแกมมาที่มะม่วงได้รับที่มีต่อค่าความความแน่นเนื้อพบว่ามะม่วงในทุกทรีตเมนท์ที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน มีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องจากระยะเวลาในการเก็บรักษามะม่วงเป็นเพียงช่วงสั้นๆ เท่านั้นจึงยังไม่เห็นความแตกต่าง แต่เมื่อย้ายมะม่วงออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน ผลปรากฏว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ 400 และ 800 เกรย์มีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมาและมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ 1200 เกรย์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากการฉายรังสีแกมมาที่ 1200 เกรย์ เป็นระดับรังสีที่แรง จึงมีทำให้เซลล์มะม่วงบาดเจ็บ หรือได้รับความเสียหาย จึงเป็นสภาวะหนึ่งที่ส่งเสริม หรือกระตุ้นขบวนการชราภาพของมะม่วงได้

การเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือกและสีเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือกเป็นลักษณะทางคุณภาพชนิดหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงพัฒนาการของขบวนการสุกของมะม่วง ผลกระทบของปริมาณรังสีแกมมาที่ระดับต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกและเนื้อของมะม่วงมีดังนี้

การเปลี่ยนแปลงค่า L* (ความสว่าง) ของสีเปลือกมะม่วง พบว่าเริ่มต้นการทดลองมะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีค่า L* เท่ากับ 70.09 และเมื่อย้ายมะม่วงจากที่ 13 องศาเซลเซียส ไปวางไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน พบว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมามีค่า L* ค่อนข้างคงที่ หรือลดลงเพียงเล็กน้อยในขณะที่มะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมามีค่า L* เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมา นั้นแสดงว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมามีการพัฒนาของสีเปลือกตามปกติ ในขณะที่มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาไม่มีการพัฒนาของสีเปลือกเมื่อพิจารณาผลกระทบของปริมาณรังสีที่มะม่วงได้รับ ปรากฏว่าการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของสีเปลือก (L* value) มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 400-1200 เกรย์ นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลา

การทดลอง (ภาพที่ 1.1.5A และตารางภาคผนวกที่ 1.1.5) ค่า L* ของสีเนื้อมะม่วง พบว่าลดลงในทุกทรีตเมนท์ตามระยะเวลาในการเก็บรักษา จากค่าเริ่มต้นเท่ากับ 86.28 ลดลงเหลือ 76.61-78.14 ในวันที่ 5+6 ของการย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีต่างๆ และมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมามีการเปลี่ยนแปลงของค่า L* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 1.1.5B และตารางภาคผนวกที่ 1.1.6)

การเปลี่ยนแปลงค่า a* เป็นค่าที่บ่งบอกถึงสีเขียวของผลผลิต หากค่า a* มีค่าติดลบ หมายถึงสีเปลือกของมะม่วงเป็นสีเขียวมาก แต่หากค่า a* มีค่าเป็นบวก หมายถึงสีเปลือกของมะม่วงมีสีไปทางเฉดสีแดง จากผลการตรวจสอบพบว่ามะม่วงที่ฉายและไม่ฉายรังสีแกมมามีการเปลี่ยนแปลงของค่า a* เพิ่มสูงขึ้น (หรือมีค่าติดลบน้อยลง) ตามอายุการเก็บรักษา ยกเว้นมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา (0 เกรย์ หรือชุดควบคุม) ที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 1 และ 5 วัน มีค่า a* ติดลบมากขึ้น หรือหมายถึงสีเปลือกมีสีเขียวมากขึ้น (ซึ่งไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้) และเมื่อเปรียบเทียบค่า a* ของสีเปลือกมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ 400 800 และ 1200 เกรย์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 1.1.6A และตารางภาคผนวกที่ 1.1.7) การเปลี่ยนแปลงค่า a* ของสีเนื้อมะม่วง พบว่าค่า a* ของสีเนื้อเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ -2.57 จากนั้นจะค่อยเพิ่มสูงมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยที่มะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมาที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และหลังจากย้ายมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน มีค่า a* ติดลบมากขึ้น (หรือหมายถึงเนื้อของมะม่วงยังคงเป็นสีเขียวอมขาว ยังไม่มีการพัฒนาของสีเนื้อมากนัก) ในขณะที่มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ 400 800 และ 1200 เกรย์ มีการพัฒนาของสีเนื้อจากสีเขียวอมขาวเป็นสีในเฉดแดงมากขึ้นและพบว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ระดับต่างๆ นี้ มีค่า a* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 1.1.6B และตารางภาคผนวกที่ 1.1.8)

ค่า b* ของสีเปลือกมะม่วงในที่นี้ หมายถึงการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากเฉดสีน้ำเงินเป็นสีเหลือง จากการทดสอบพบว่า ค่า b* ของสีเปลือกมะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย จากค่าเริ่มต้นเท่ากับ 33.59 เป็น 38.35-40.39 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และพบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า b* ของเปลือกมะม่วงทั้งที่ฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณต่างๆ และที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมาไม่ความความแตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส และระยะเวลาการวางจำหน่าย (ภาพที่ 1.1.7A และตารางภาคผนวกที่ 1.1.9) ส่วนค่า b* ของเนื้อมะม่วง มีการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่าค่า b* ของสีเปลือกมะม่วง โดยเนื้อมะม่วงเริ่มต้นมีค่า b* เท่ากับ 20.86-20.96 และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วันก่อนย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน พบว่าค่า b* ของเนื้อมะม่วงสูงขึ้น คือมีค่าเท่ากับ 52.07-54.50 หรือเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่า อย่างไรก็ตามพบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า b* ของสีเนื้อมะม่วงทั้งที่ฉายและไม่ฉายรังสีแกมมาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และระดับรังสีแกมมาที่มะม่วงได้รับที่แตกต่างกันตั้งแต่ 400-1200 เกรย์ ก็ไม่ได้มีผลทำให้การพัฒนาของสีเนื้อมะม่วงมีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 1.1.7B และตารางภาคผนวกที่ 1.1.10)

ค่า Hue angle เป็นค่าที่แสดงถึงเฉดสี กรณีค่า hue angle มีค่าใกล้ 120 แสดงถึงสีเปลือกของมะม่วงมีเฉดสีเขียว และเมื่อค่า hue angle ลดลง ก็แสดงว่าสีเปลือกของมะม่วงเริ่มมีการพัฒนาเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง จากการทดลองพบว่าค่า Hue angle ของสีเปลือกมะม่วงเริ่มต้นก่อนการฉายรังสีแกมมามีค่าเท่ากับ 100.90 จากนั้นจะลดลงเหลือ 90-92 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และพบว่าค่า hue angle ของสีเนื้อมะม่วงทั้งที่ฉายและไม่ฉายรังสีแกมมาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาที่ศึกษา และระดับรังสีแกมมาที่มะม่วงได้รับตั้งแต่ 400-1200 เกรย์ ก็ไม่มีผลต่อการพัฒนาของเฉดสีของเปลือกมะม่วง (ภาพที่ 1.1.8A และตารางภาคผนวกที่ 1.1.11) ค่า Hue angle ของเนื้อมะม่วงเริ่มต้นก่อนการฉายรังสีแกมมามีค่าเท่ากับ 96.86 (เขียวอมขาว) จากนั้นจะลดลงเหลือ 81-87 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (เหลืองอมเขียวเล็กน้อย) จากการวิเคราะห์

ข้อมูลทางสถิติพบว่า มะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีการเปลี่ยนแปลงของค่า Hue angle ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส และในวันที่ 5+2 (หลังจากย้ายมาไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน) ที่พบว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400-1200 เกรย์ มีการลดลงของค่า hue angle ที่มากกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา (ภาพที่ 1.1.8B และตารางภาคผนวกที่ 1.1.12)

<u>คะแนนการยอมรับโดยผู้บริโภค</u>

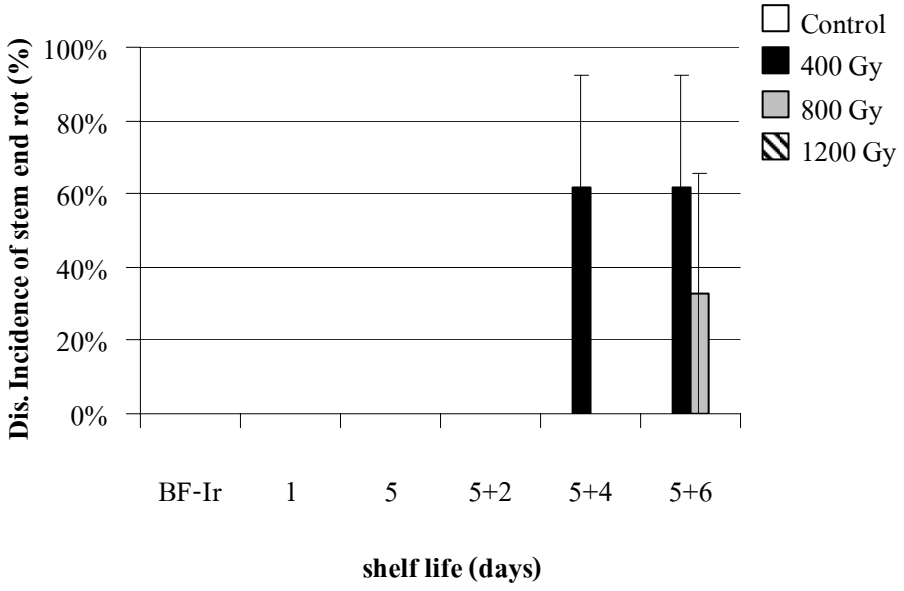
คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคมะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน (5+6 วัน) ทำโดยใช้ผู้ทดสอบ 10 คน ที่ไม่ได้ผ่านกานฝึกฝน โดยการให้คะแนนการยอมรับซึ่งมีคะแนนเต็ม 9 คะแนน และทำการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคในด้านต่างๆ ดังนี้ ลักษณะปรากฏภายนอก สีเปลือก สีเนื้อ กลิ่นหอม กลิ่นผิดปกติ เนื้อสัมผัส (ความอ่อนนิ่ม) รสชาติ และความชอบโดยรวม ผลทดสอบปรากฏดังนี้

คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอกของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมามีคะแนนน้อยกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ 1200 เกรย์ มีคะแนนการยอมรับต่ำที่สุด (3.10 คะแนน) รองลงมาคือ มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ 400 เกรย์ (4.40 คะแนน) และ 800 เกรย์ (6.3 คะแนน) สำหรับมะม่วงที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏสูงที่สุด (8.20 คะแนน) (ภาพที่ 1.1.9A และตารางภาคผนวกที่ 1.1.13) คะแนนการยอมรับด้านสีเปลือกของมะม่วงมีแนวโน้มเช่นเดียวกับคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอกของมะม่วง (ภาพที่ 1.1.9B และตารางภาคผนวกที่ 1.1.13) ซึ่งจากการที่ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ หรือสีเปลือกที่ต่ำ เนื่องจากมะม่วงที่ฉายรังสีมีสีผิวที่ไม่สวย เปลือกยังคงเป็นสีเขียวแต่มีลักษณะเขียวคล้ำและลายคล้ายกับเปลือกช้ำ (ภาพที่ 1.1.10) แต่เมื่อปอกเปลือกดูก็ไม่พบลักษณะช้ำที่ใต้ผิวเปลือก สำหรับคะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อของผู้บริโภค พบว่าคะแนนที่ได้ลดลงตามระดับปริมาณรังสีที่ได้รับเพิ่มขึ้น โดยพบว่าคะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อของมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 1200 800 และ 400 เกรย์ มีค่าเท่ากับ 5.4 5.9 และ 6.7 คะแนน ตามลำดับ ในขณะที่มะม่วงที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีคะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อสูงสุดคือเท่ากับ 7.8 คะแนน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมา ซึ่งลักษณะของเนื้อมะม่วงที่ฉายรังสีจะเหลืองซีด ไม่สวยเหมือนมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา (ภาพที่ 1.1.11) จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า การฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีสูงๆ มีผลทำให้สีเนื้อของมะม่วงไม่พัฒนาจึงทำให้ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อน้อย (ภาพที่ 1.1.11 และตารางภาคผนวกที่ 1.1.13) คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นหอมของมะม่วง พบว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ 400-1200 เกรย์ มีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นหอมและกลิ่นผิดปกติไม่แตกต่างทางสถิติกับมะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมา โดยเฉลี่ยมีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นหอมและกลิ่นผิดปกติอยู่ระหว่าง 6.6-6.9 คะแนน และ 2.1-2.4 คะแนน ตามลำดับ (ภาพที่ 1.1.12 และตารางภาคผนวกที่ 1.1.13; ภาพที่ 1.1.13 และตารางภาคผนวกที่ 1.1.13) คะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัส หรือความอ่อนนิ่มของเนื้อมะม่วง พบว่าเนื้อของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมามีความอ่อนนิ่มมากกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสี แต่เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 1.1.14 และตารางภาคผนวกที่ 1.1.13) คะแนนการยอมรับด้านรสชาติ พบว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาได้คะแนนการยอมรับต่ำกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการฉายรังสีมีผลต่อรสชาติของมะม่วง เนื่องจากมะม่วงสุกช้าลง จึงทำให้ความหวานของมะม่วงที่ฉายรังสีมีน้อยกว่ามะม่วงที่ไม่ฉายรังสี (ภาพที่ 1.1.15 และตารางภาคผนวกที่ 1.1.13) คะแนนการยอมรับโดยรวม พบว่าผู้บริโภค

ให้การยอมรับมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 800, 1200, 400 เกรย์ ต่ำกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา (ภาพที่ 1.1.16 และตารางภาคผนวกที่ 1.1.13)

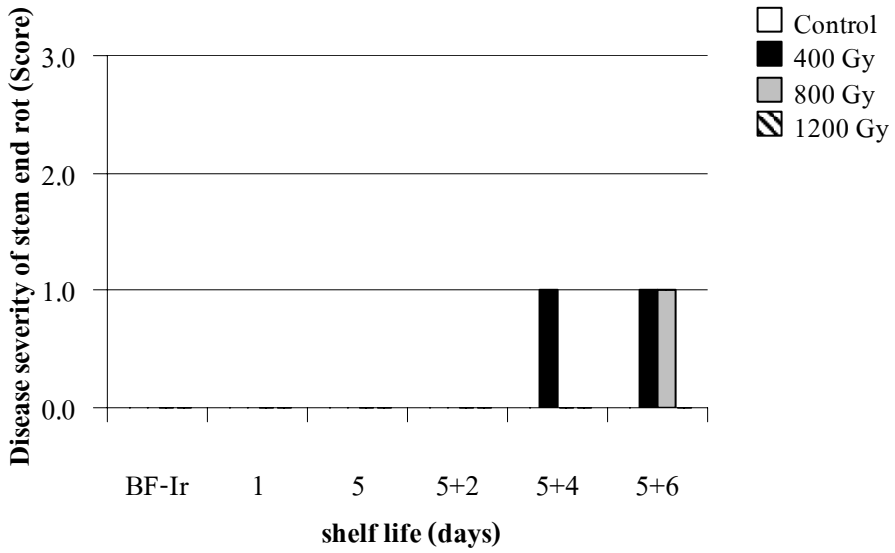
<u>กิจกรรมเอนไซม์ POD และ PPO</u>

กิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมามีค่าต่ำมากเท่ากับ 0.08 unit/mg protein แต่เมื่อผ่านการฉายรังสีแกมมาได้ 1 วัน พบว่า กิจกรรมของเอ็นไซม์ POD ของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณสูงคือ 800 และ 1200 เกรย์ มีค่าเพิ่มสูงขึ้นเป็น 0.20-0.22 unti/mg protein ซึ่งมีความแตกต่างจากมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ 400 เกรย์ (0.06 unit/mg protein) ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน พบว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา (400-1200 เกรย์) มีค่ากิจกรรมของเอ็นไซม์ POD สูงกว่ามะม่วงที่ไม่ฉายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่ากิจกรรมของเอ็นไซม์ POD ของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น แต่กิจกรรมของเอ็นไซม์ POD ของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์ภายหลังจากย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส จะมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 1.1.17 และตารางภาคผนวกที่ 1.1.14) สำหรับกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวกับการเกิดสีน้ำตาลของพืช จากการทดลองพบว่ากิจกรรมของ PPO ของมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่ากิจกรรมของเอนไซม์ POD โดยพบว่ามะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา มีกิจกรรมของ PPO เท่า 0.54 unit/mg protein จากนั้นมีการเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย โดยที่ภายหลังการฉายรังสีแกมมานาน 1 วัน กิจกรรมของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์ไม่มีความแตกต่างกัน แต่หากเก็บรักษามะม่วงไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และเมื่อย้ายออกมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน พบว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ 1200 เกรย์ มีกิจกรรมของ PPO สูงมากกว่ามะม่วงในทรีตเมนท์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่าเท่ากับ 2.52 unit/mg protein ในขณะที่กิจกรรมของ PPO ของมะม่วงในทรีตเมนท์อื่นๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.58-1.25 unit/mg protein (ภาพที่ 1.1.18 และตารางภาคผนวกที่ 1.1.15)



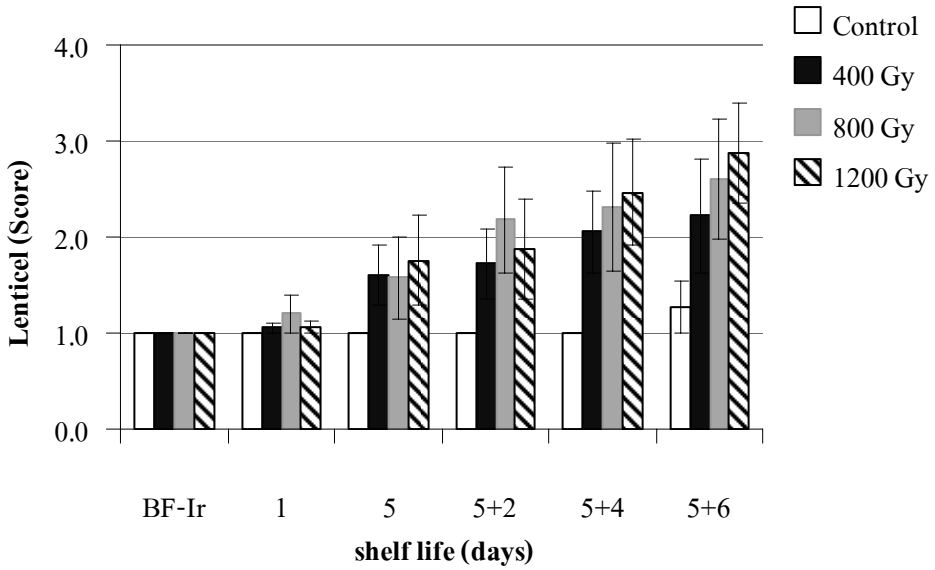
ภาพที่ 1.1.1 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

หมายเหตุ - BF-Ir หมายถึง คุณภาพของมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา



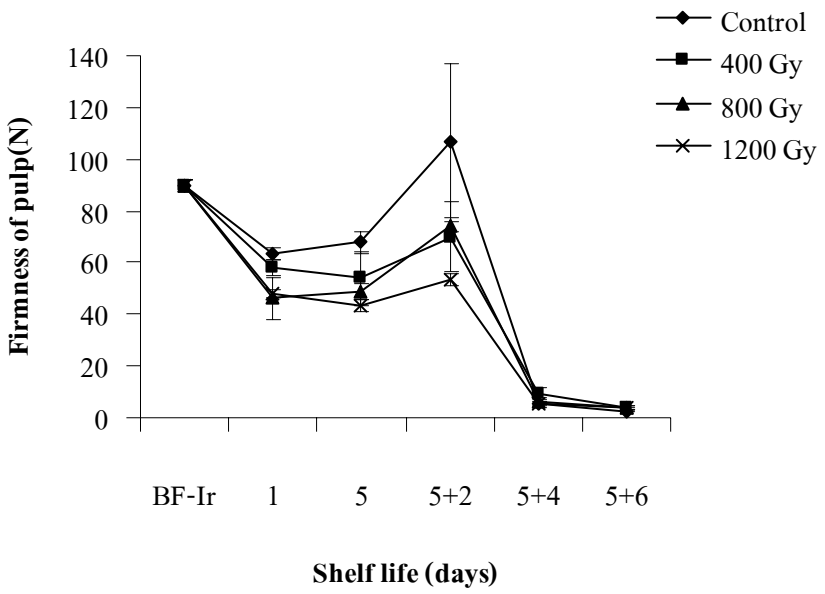
ภาพที่ 1.1.2 ความรุนแรงของการเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

หมายเหตุ - BF-Ir หมายถึง คุณภาพของมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา



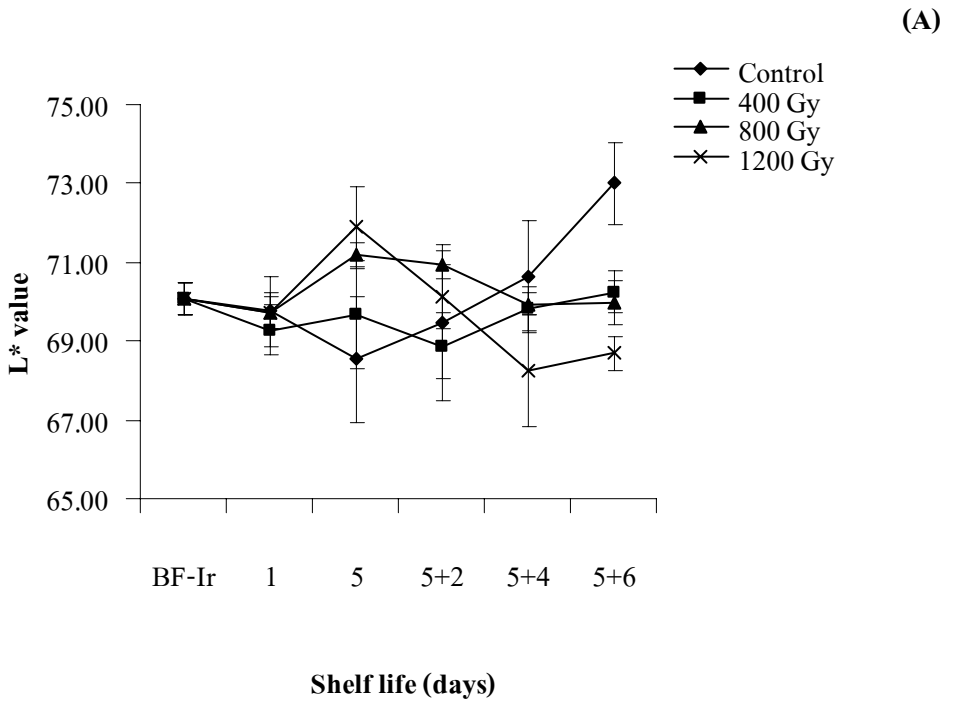
ภาพที่ 1.1.3 การปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

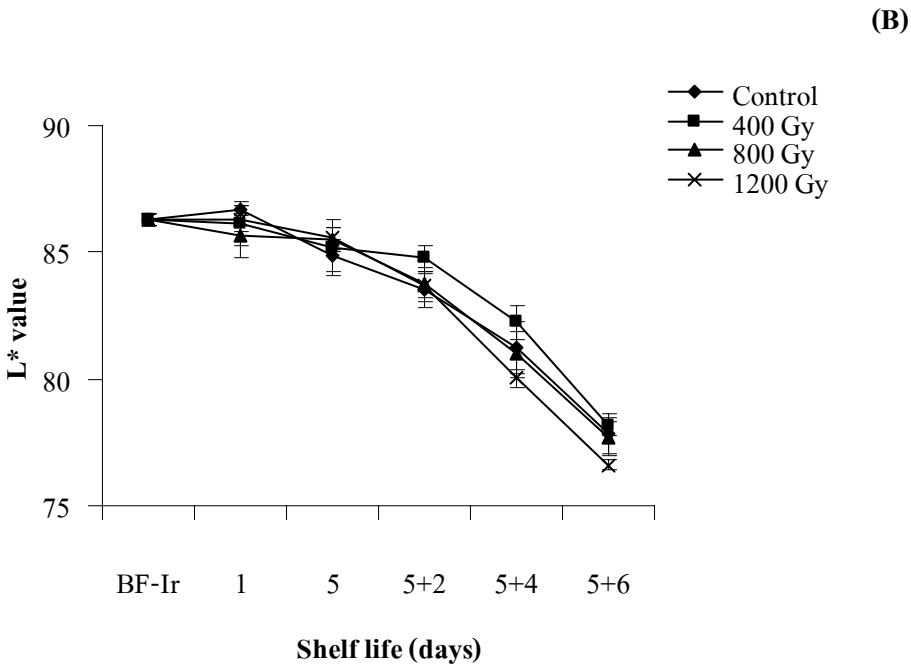
หมายเหตุ - BF-Ir หมายถึง คุณภาพของมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา



ภาพที่ 1.1.4 ความแน่นเนื้อของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

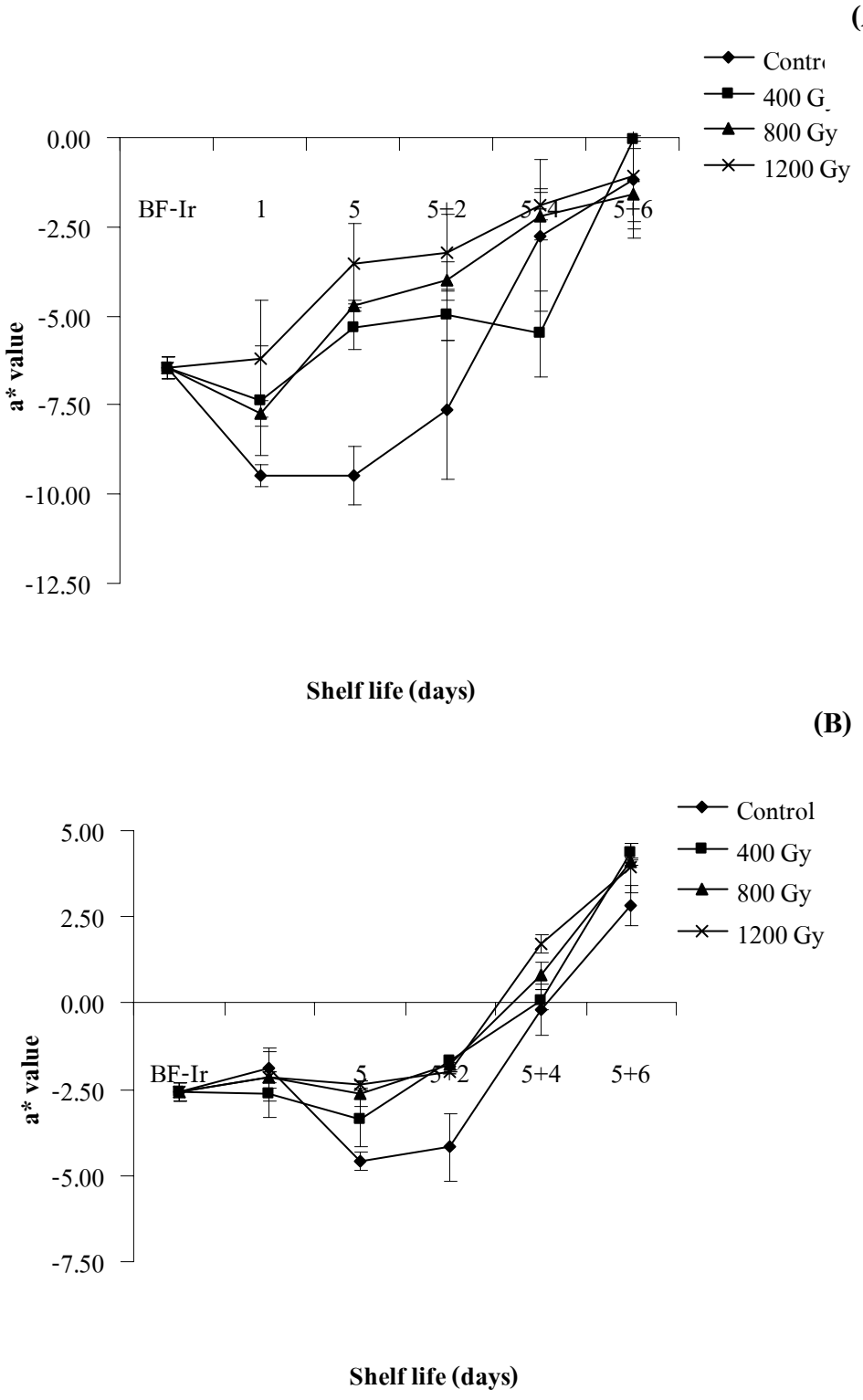
หมายเหตุ - BF-Ir หมายถึง คุณภาพของมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา





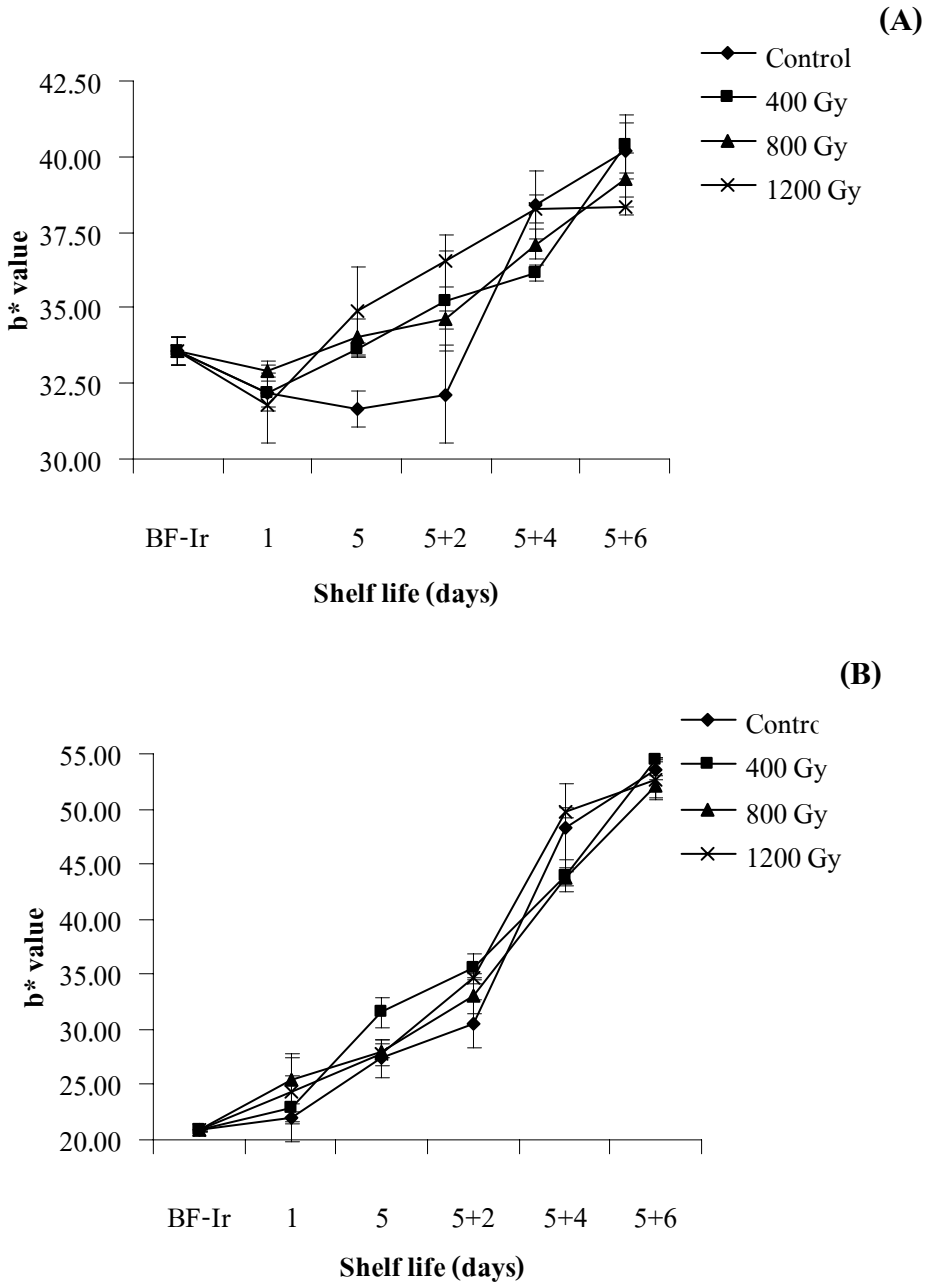
ภาพที่ 1.1.5 ค่า L* ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

หมายเหตุ - BF-Ir หมายถึง คุณภาพของมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา



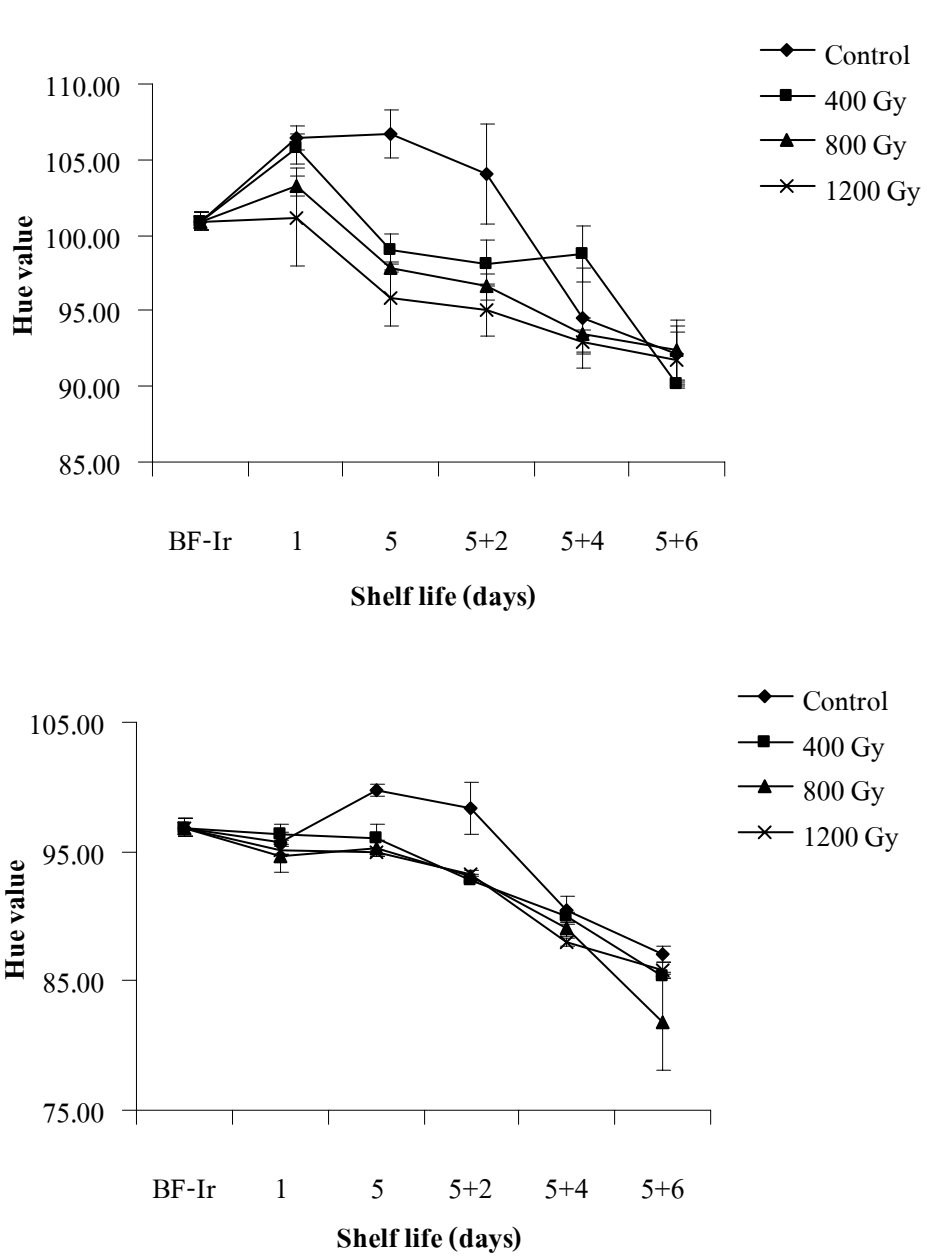
ภาพที่ 1.1.6 ค่า a* ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

หมายเหตุ - BF-Ir หมายถึง คุณภาพของมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา



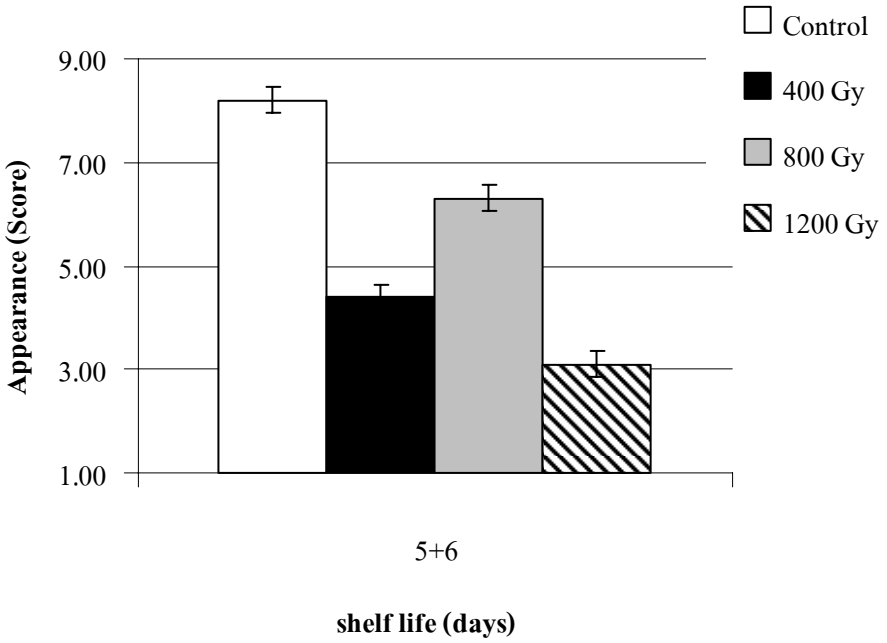
ภาพที่ 1.1.7 ค่า b* ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

หมายเหตุ - BF-Ir หมายถึง คุณภาพของมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา

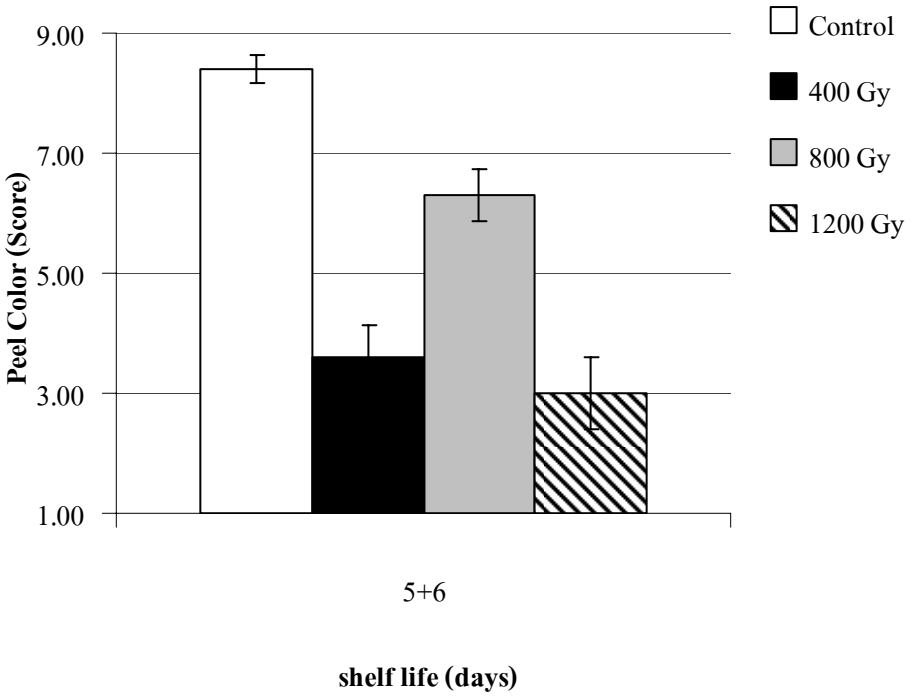


ภาพที่ 1.1.8 ค่า Hue angle ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control), 400, 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2, 4 และ 6 วัน

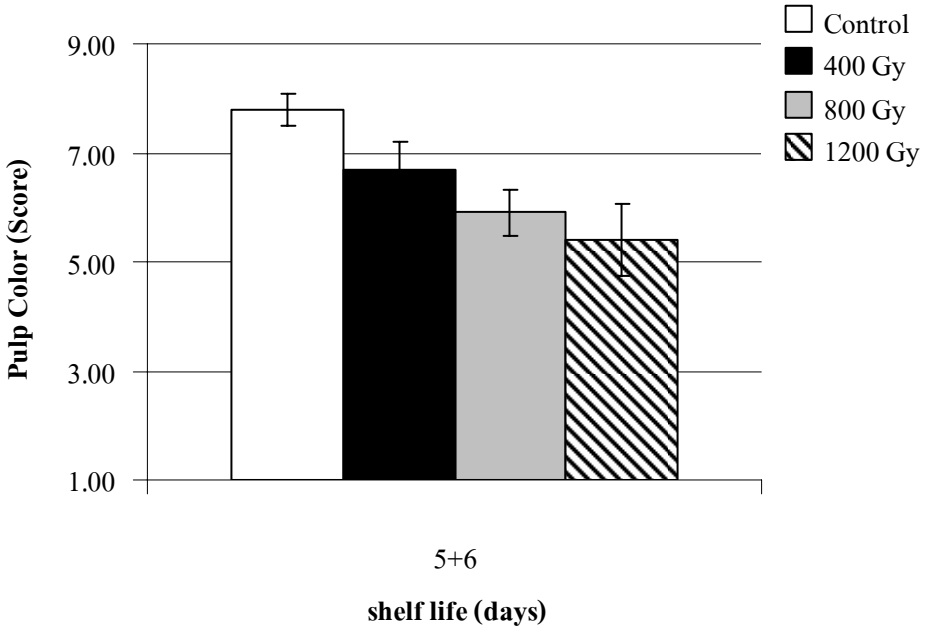
หมายเหตุ - BF-Ir หมายถึง คุณภาพของมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา



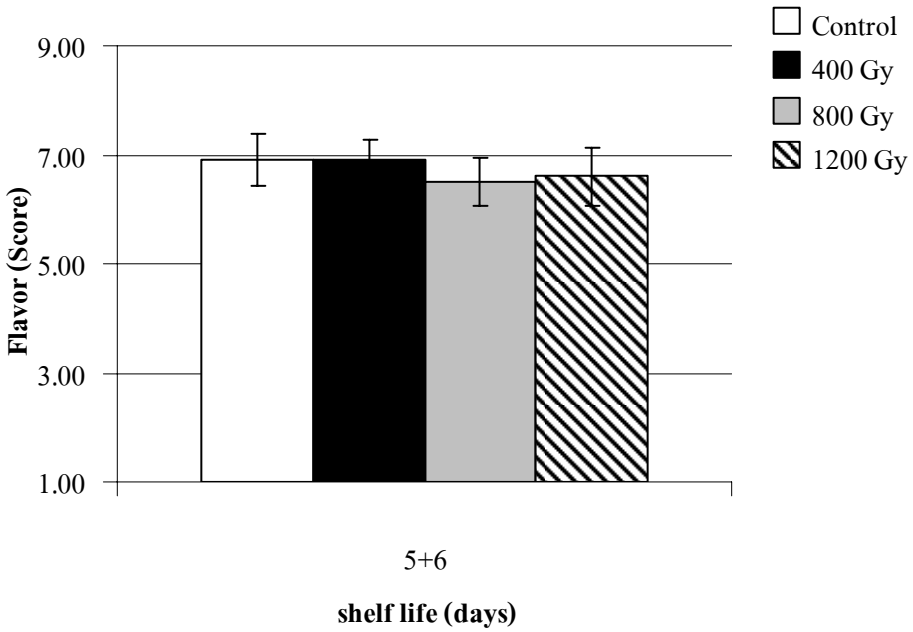
ภาพที่ 1.1.9 คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอกของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน



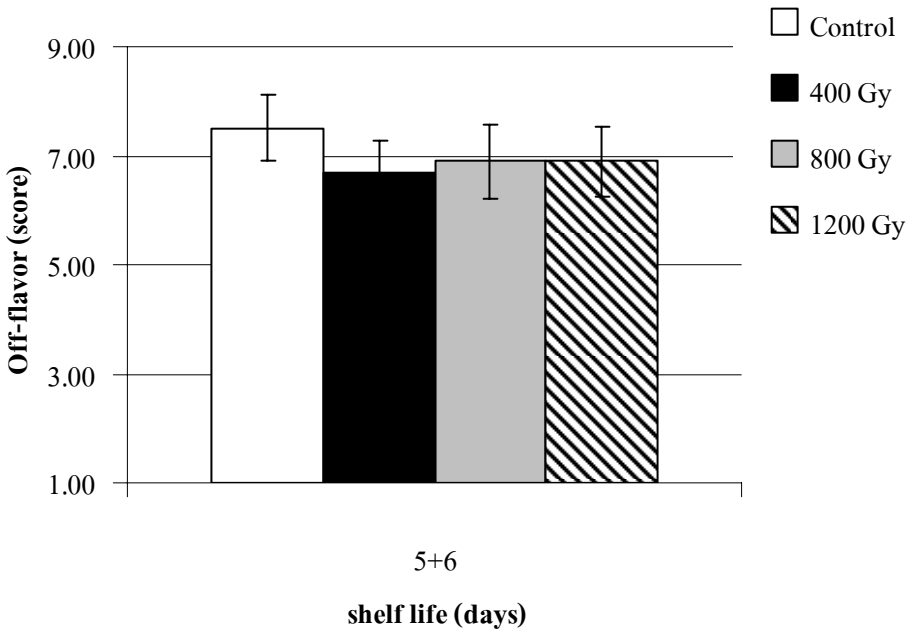
ภาพที่ 1.1.10 คะแนนการยอมรับด้านสีเปลือกของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน



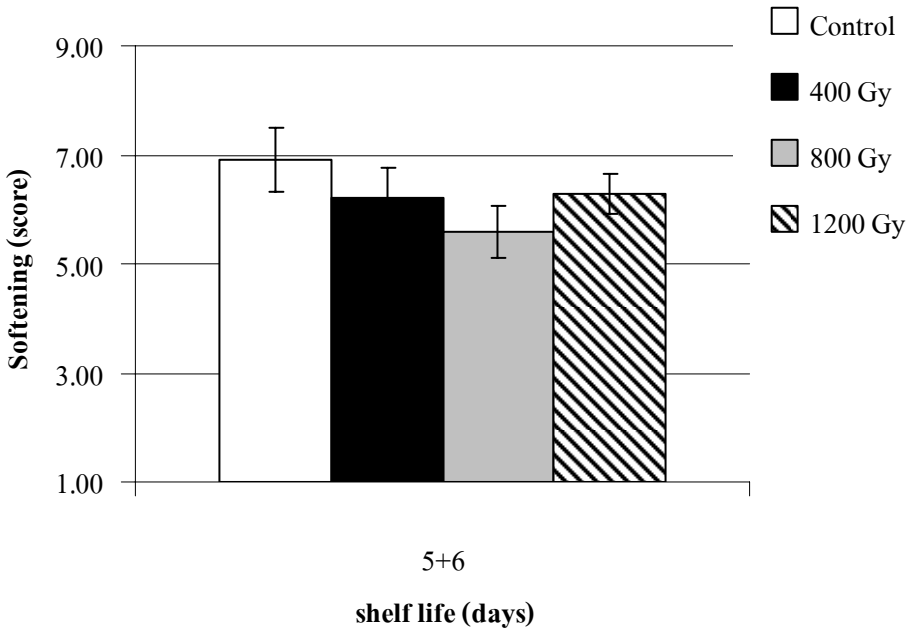
ภาพที่ 1.1.11 คะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน



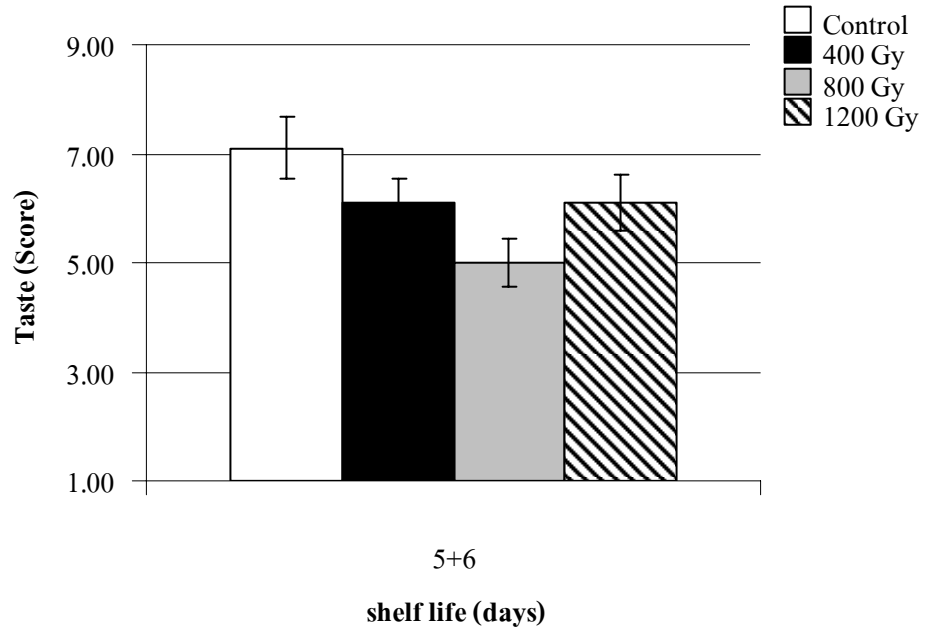
ภาพที่ 1.1.12 คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน



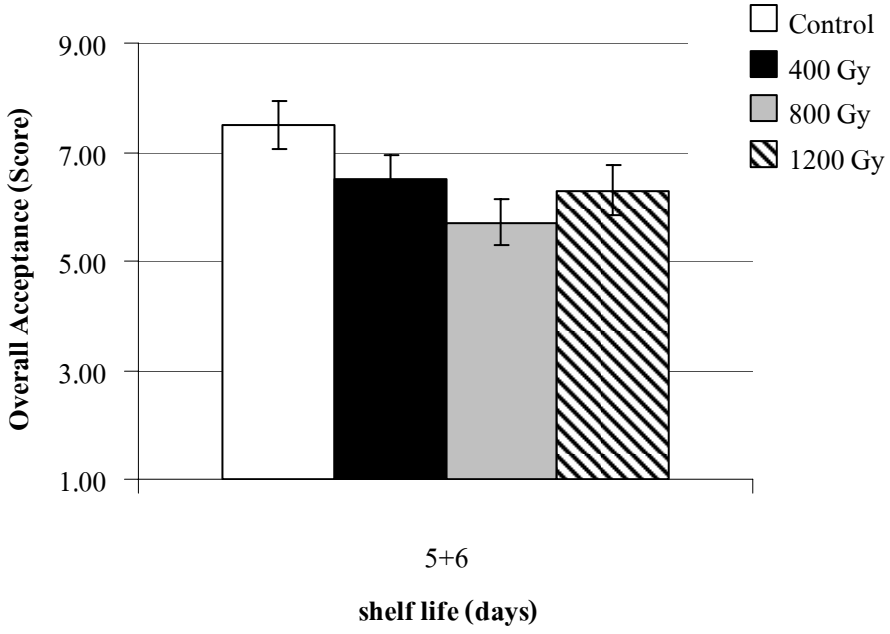
ภาพที่ 1.1.13 คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน



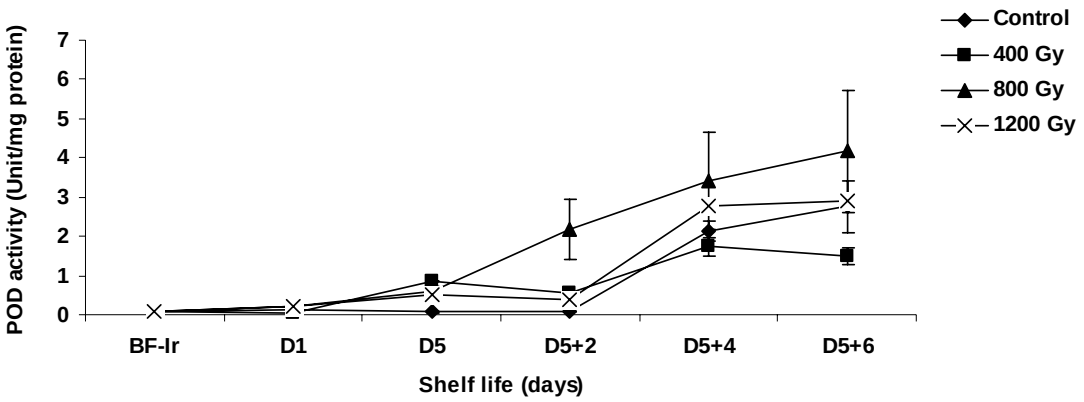
ภาพที่ 1.1.14 คะแนนเนื้อสัมผัส (ความอ่อนนิ่ม) ของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน



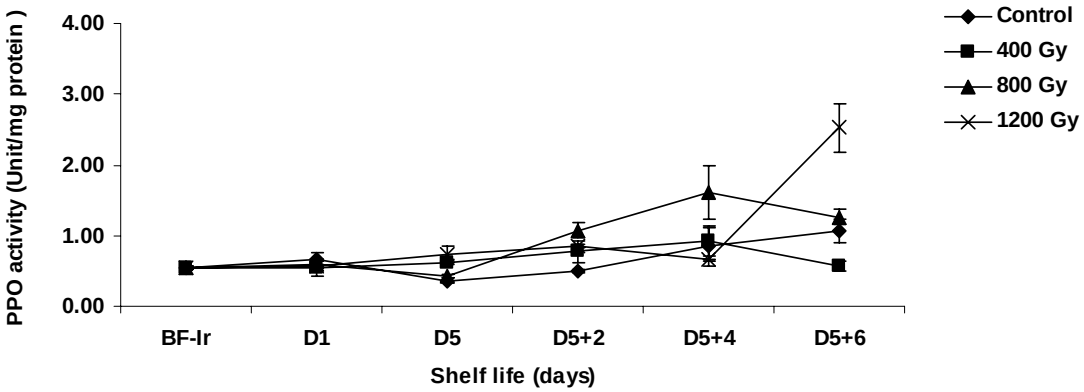
ภาพที่ 1.1.15 คะแนนการยอมรับด้านรสชาติของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน



ภาพที่ 1.1.16 คะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภคของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณ 0 (control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน



ภาพที่ 1.1.17 กิจกรรมของเอนไซม์ Peroxidase (POD) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน



ภาพที่ 1.1.18 กิจกรรมของเอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาผลของระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลจากผลมะม่วงและระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลและการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ตั้งสมมติฐานของงานวิจัยไว้ว่า การเกิดเนื้อสีน้ำตาลของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา เป็นผลร่วมระหว่างรังสีแกมมา ระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลออกจากขั้วผลที่นานไม่เท่ากัน และการเก็บรักษามะม่วงไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้วางแผนการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานไว้ดังนี้คือ

ทรีตเมนท์ที่ 1 คือมะม่วงปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาทีและไม่ฉายรังสีแกมมา
ทรีตเมนท์ที่ 2 คือมะม่วงปล่อยให้ยางไหลนาน 0 นาทีและฉายรังสีแกมมา 400 เกรย์
ทรีตเมนท์ที่ 3 คือมะม่วงปล่อยให้ยางไหลนาน 10 นาทีและฉายรังสีแกมมา 400 เกรย์
ทรีตเมนท์ที่ 4 คือมะม่วงปล่อยให้ยางไหลนาน 20 นาทีและฉายรังสีแกมมา 400 เกรย์
ทรีตเมนท์ที่ 5 คือมะม่วงปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาทีและฉายรังสีแกมมา 400 เกรย์

จากนั้นแบ่งมะม่วงออกเป็น 2 ชุด เพื่อศึกษาผลของการเก็บมะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสเป็นเวลานานที่แตกต่างกัน ดังนี้

มะม่วงชุดที่ 1 คือเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน เพื่อจำลองการขนทางอากาศ จากนั้นย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

มะม่วงชุดที่ 2 คือ เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน เพื่อจำลองการขนทางอากาศ จากนั้นย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

ทำการบันทึกผลการทดลองด้านการเกิดเนื้อสีน้ำตาล การเกิดโรค และการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพของมะม่วง ซึ่งได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

<u>เปอร์เซ็นต์การเกิดเนื้อสีน้ำตาล และระดับการเกิดเนื้อสีน้ำตาล</u>

จากผลการศึกษาพบว่ามะม่วงที่ตัดขั้วและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาที่แตกต่างกัน 0 10 20 และ 30 นาทีร่วมกับการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ จากนั้นนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน ก่อนย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส ไม่ปรากฏอาการเนื้อสีน้ำตาล

<u>เปอร์เซ็นต์และระดับการเกิดโรคแอนแทรกโนส</u>

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

มะม่วงที่ไม่ฉายรังสีและฉายรังสีแกมมาก่อนการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และจากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียสนาน 2 4 และ 6 วัน ไม่ปรากฏว่าพบอาการของโรคแอนแทรกโนสตลอดอายุการวางจำหน่ายที่ 25 องศาเซลเซียส (ไม่ได้แสดงข้อมูล)

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนสบนผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน พบว่ามะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมา (ชุดควบคุม) แสดงอาการของโรคแอนแทรกโนสเพียงทรีตเมนท์เดียว โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนสเท่ากับ 33.33 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่มะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาจะพบการเกิดโรคแอนแทรกโนสภายหลังจากย้ายออกมาวางไว้ 25 องศาเซลเซียส และพบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนสเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษาและระยะเวลาในการวางจำหน่าย โดยมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วันและย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียสนาน 6 วัน มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนสอยู่ระหว่าง 11.11-50.00 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่ามะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลนาน 0 นาที และนำไปฉายรังสีแกมมามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงที่สุดคือเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ มะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาทีและนำไปฉายรังสีแกมมา (38.46 เปอร์เซ็นต์) และมะม่วงไม่ผ่านฉายรังสีแกมมา (33.33 เปอร์เซ็นต์) (ภาพที่ 1.2.1, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.1)

เมื่อพิจารณาระดับความรุนแรงของการเกิดโรคแอนแทรกโนส พบว่ามะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีระดับความรุนแรงของโรคแอนแทรกโนสค่อนข้างต่ำ คือมีค่าไม่เกิน 1 คะแนน แสดงให้เห็นว่าระดับความรุนแรงของโรคที่พบมีขนาดของบาดแผลไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวผลมะม่วงทั้งหมด และพบว่าระดับความรุนแรงของโรคในแต่ละทรีตเมนท์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นมะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมามีระดับความรุนแรงของโรคเท่ากับ 0.33 คะแนน ในขณะที่ทรีตเมนท์อื่นๆ ไม่พบการเกิดโรค และเมื่อพิจารณาผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้น พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติเช่นกัน ยกเว้นมะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลนาน 20 นาทีก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา (ภาพที่ 1.2.2, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.2)

<u>เปอร์เซ็นต์และระดับการเกิดโรคขั้วผลเน่า</u>

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

มะม่วงที่ไม่ฉายรังสีและฉายรังสีแกมมาก่อนการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และจากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียสนาน 2 4 และ 6 วัน ไม่ปรากฏว่าพบอาการของโรคขั้วผลเน่าตลอดอายุการวางจำหน่ายที่ 25 องศาเซลเซียส (ไม่ได้แสดงข้อมูล)

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

มะม่วงเริ่มต้นการทดลองเมื่อนำไปฉายรังสีแกมมายังไม่ปรากฏอาการของโรคขั้วผลเน่าและเมื่อเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน พบว่ามะม่วงในทุกทรีตเมนท์ยังไม่ปรากฏอาการของโรคขั้วผลเน่า แต่เมื่อนำมะม่วงออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน พบว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรงสีแกมมาเกิดโรคสูงที่สุด (66.66 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ มะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหล 30 นาที (33.33 เปอร์เซ็นต์) และ 0 นาที (22.22 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ โดยมะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหล 10 และ 20 นาที ไม่ปรากฏการเกิดโรค และเมื่อเก็บรักษามะม่วงเป็นเวลานานขึ้น พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคก็เพิ่มสูงขึ้น โดยพบว่ามะม่วงที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงที่สุดคือ 100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่มะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีจะมีการเกิดโรคน้อยกว่าและพบว่ามะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลทิ้งนาน 20 นาที จากนั้นนำมาฉายรังสีแกมมาไม่พบการเกิดโรคตลอดระยะเวลาการทดลอง (ภาพที่ 1.2.3, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.3)

ระดับความรุนแรงของโรค รายงานเป็นคะแนน โดยที่ระดับ 0 คือไม่พบการเกิดโรค ระดับ 1 คือ เกิดโรค 0.1-5.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวบนผลมะม่วง ระดับ 2 คือ เกิดโรค 5.1-10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวบนผลมะม่วง ระดับ 3 คือ เกิดโรค 10.1-15.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวบนผลมะม่วง ระดับ 4 คือ เกิดโรค 15.1 – 20.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวบนผลมะม่วง และ ระดับ 5 คือ เกิดโรคมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวบนผลมะม่วง จากผลการทดลอง พบว่ามะม่วงเริ่มปรากฏโรคขั้วผลเน่าหลังจากเก็บที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน โดยมะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมา (ชุดควบคุม) มีระดับความรุนแรงของการเกิดโรคสูงที่สุดคือเท่ากับ 1 หรือขนาดของอาการโรคไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิว รองลงมาคือมะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที และ 0 นาที ตามลำดับ (0.56 และ 0.33 คะแนน) จากนั้นระดับความรุนแรงของโรคจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการวางจำหน่ายที่เพิ่มขึ้น โดยในวันสุดท้ายของการวางจำหน่าย มะม่วงที่ไม่ฉายรังสีมีระดับการเกิดโรคสูงที่สุด (2.44 คะแนน) รองลงมาคือมะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 และ 30 นาที ส่วนมะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลนาน 20 นาที ไม่พบอาการของโรคขั้วผลเน่า (ภาพที่ 1.2.4, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.4)

<u>ระดับการปรากฏของเลนติเซลสีดำ</u>

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

การปรากฏของเลนติเซลสีดำที่ผิวเปลือกมะม่วงแบ่งออกเป็น 4 ระดับคือ 1 ไม่พบเลนติเซลมีสีดำ, 2 พบเลนติเซลมีสีดำเล็กน้อย, 3 พบเลนติเซลมีสีดำปานกลาง, 4 พบเลนติเซลมีสีดำเข้มและจำนวนมาก จากผลการทดลอง พบว่ามะม่วงที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีการปรากฏของเลนติเซลสีดำในวันแรกหลังการฉายรังสีแกมมาเพียงเล็กน้อย มะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลนาน 0 นาที และนำไปฉายรังสีแกมมามีการปรากฏของเลนติเซลสีดำมากที่สุด โดยมีระดับการปรากฏของเลนติเซลสีดำเท่ากับ 1.78 คะแนน รองลงมาคือ มะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลนาน 20 นาทีก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา และมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา ส่วนมะม่วงที่ปรากฏระดับการเกิดเลนติเซลสีดำที่ระดับ 1 คะแนน คือ มะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลนาน 10 และ 30 นาที และพบว่าเมื่อเก็บรักษามะม่วงไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ปรากฏว่าระดับการปรากฏของเลนติเซลสีดำเพิ่มสูงขึ้นในทุกทรีตเมนท์ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.44-2.00 และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์และระยะเวลาในการวางจำหน่าย (ภาพที่ 1.2.5, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.5)

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

มะม่วงที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีการปรากฏของเลนติเซลสีดำในวันแรกหลังการฉายรังสีแกมมาเพียงเล็กน้อย โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.0-1.78 คะแนน และพบว่าเมื่อเก็บรักษามะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ระดับการปรากฏของเลนติเซลสีดำก็ไม่ได้เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษาและวางจำหน่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทำการเปรียบเทียบระดับการเกิดเลนติเซลสีดำของมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นั่นแสดงว่าการฉายรังสีแกมมาไม่มีผลต่อการปรากฏของเลนติเซลสีดำบนผิวมะม่วง และระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลออกจากขั้วที่แตกต่างกันก็ไม่มีผลต่อระดับการปรากฏของเลนติเซลสีดำ (ภาพที่ 1.2.6, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.6)

<u>ค่าความแน่นเนื้อ</u>

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ความแน่นเนื้อของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติตามอายุการเก็บรักษาและอายุการวางจำหน่าย (ภาพที่ 1.2.7A) ความแน่นเนื้อของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์ในวันที่ 0 หรือภายหลังการฉายรังสีแกมมามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 77.10-85.56 นิวตัน และเมื่อนำมาเก็บไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน พบว่าค่าความแน่นเนื้อของมะม่วงลดลงโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 58.00-65.19 นิวตัน หรือลดลงประมาณ 0.76 เท่าของค่าเริ่มต้น เมื่อย้ายมะม่วงมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน พบว่าค่าความแน่นนื้อของมะม่วงลดลงอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 20.53-44.83, 5.14-15.54 และ 2.31-4.69 นิวตัน ตามลำดับ หรือลดลงประมาณ 1.9, 5.5 และ 18.2 เท่าของค่าเริ่มต้น (ตารางภาคผนวกที่ 1.2.7) เมื่อเปรียบเทียบความแน่นเนื้อของมะม่วงในแต่ละทรีตเมนต์ พบว่ามะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลนาน 0-30 นาที ก่อนการฉายรังสีแกมมา มีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างทางสถิติกับมะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาทีและไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมา (ชุดควบคุม) ในระหว่างการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส (ตารางภาคผนวกที่ 1.2.7) แต่เมื่อย้ายมะม่วงออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 และ 4 วัน พบว่ามะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลนาน 10 และ 20 นาที ก่อนการฉายรังสีแกมมา มีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าทรีตเมนท์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่าเท่ากับ 41.76-44.83 และ 13.78-15.54 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนมะม่วงในชุดควบคุมที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมามีค่าความแน่นเนื้อต่ำที่สุดเท่ากับ 20.53 และ 5.14 นิวตัน ในวันที่ 5+2 และ 5+4 ตามลำดับ จากผลการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหล ไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อของมะม่วงอย่างเด่นชัด แต่การฉายรังสีแกมมามีผลชะลอการอ่อนนิ่มของมะม่วงอย่างเด่นชัด อย่างไรก็ตามพบว่ามะม่วงในทุกทรีตเมนท์ที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน มีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ความแน่นเนื้อของมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีและไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีค่าลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 1.2.7B) ความแน่นเนื้อของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีค่าเริ่มต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 77.10-85.56 นิวตัน แต่เมื่อเก็บรักษามะม่วงไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ผลปรากฏว่าค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.79-9.43 นิวตัน หรือลดลงเท่ากับ 9.07-21.35 เท่าของค่าความแน่นเนื้อเริ่มต้น และเมื่อย้ายมะม่วงมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส พบว่าความแน่นเนื้อของมะม่วงจะลดลงเท่ากับ 29.50-44.56 เท่าของค่าเริ่มต้น และพบว่าเมื่อระยะเวลาในการวางจำหน่ายที่ 25 องศาเซลเซียส นานมากขึ้น ก็มีผลทำให้ค่าความแน่นเนื้อลดลงมากขึ้นตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 1.2.8) เมื่อทำการเปรียบเทียบผลของการปล่อยให้ยางไหลนาน 0-30 นาที ก่อนการฉายรังสีแกมมากับมะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมา พบว่าค่าความแน่นเนื้อของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมามีแนวโน้มสูงกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา โดยเฉพาะเมื่อเก็บรักษามะม่วงที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน และเมื่อย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน แต่ไม่พบว่าระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลนานต่างกันจะมีผลต่อค่าความแน่นเนื้อของมะม่วง

<u>ค่า L* ของเปลือกมะม่วง</u>

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ค่า L* เป็นค่าที่แสดงถึงความสว่างของสีเปลือกมะม่วง หากค่า L* มีค่ามากแสดงว่าสีผิวของผลมะม่วงมีความสว่างมาก หรืออาจมีความหมายเป็นนัยๆ ว่ามีความสุกมากขึ้น จากผลการทดลอง พบว่าค่า L* ของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติตามระยะเวลาการเก็บรักษาและวางจำหน่าย ยกเว้นมะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมา (ชุดควบคุม) มีการเปลี่ยนแปลงของค่า L* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติภายหลังการย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 1.2.8A) โดยในวันสุดท้ายของการวางจำน่าย (วันที่ 5+6) มีค่า L* เท่ากับ 75.54 ในขณะที่ค่า L* เริ่มต้นก่อนการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 61.34 (ตารางภาคผนวกที่ 1.2.9) เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่า L* ของมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์ พบว่ามะม่วงในทุกทรีตเมนท์ที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 0 และ 5 วัน และมะม่วงที่ย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน มีค่า L* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นค่า L* ของเปลือกมะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลก่อนการฉายรังสีแกมมามีค่าน้อยกว่า L* ของเปลือกมะม่วงไม่ฉายรังสีแกมมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นแสดงให้เห็นว่า การฉายรังสีแกมมามีผลชะลอการพัฒนาของสีเปลือกมะม่วง แต่ระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลนาน 0-30 นาที ไม่มีผลต่อการพัฒนาสีเปลือกของมะม่วง

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ค่า L* ของเปลือกของผลมะม่วงเริ่มต้นก่อนการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส (0 วัน) ของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 61.27-62.67 จากนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระยะเวลาในการเก็บรักษาและวางจำหน่าย โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 64.51-74.26 (ภาพที่ 1.2.8B, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.10) ยกเว้นมะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลนาน 0 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่า L* ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาและวางจำหน่าย เมื่อเปรียบเทียบค่า L* ของเปลือกมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์ พบว่าส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้น ในวันที่ 2 ของการย้ายออกมาวางไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่พบว่า มะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา (ชุดควบคุม) มีค่า L* สูงกว่ามะม่วงที่ฉายรังสี

<u>ค่า L* ของเนื้อมะม่วง</u>

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ค่า L* ของเนื้อมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา (ชุดควบคุม) มีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 5 ของการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส (83.90) จากนั้นมีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการวางจำหน่ายที่ 25 องศาเซลเซียส (70.59) ในขณะที่ค่า L* ของมะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลนาน 0-30 นาทีก่อนนำไปฉายรังสีแกมมามีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยในวันเริ่มต้นมีค่า L* เท่ากับ 78.97-80.78 และสูงสุดหลังจากมะม่วงถูกย้ายมาไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน (80.65-82.74) จากนั้นค่า L* มีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการวางจำหน่าย และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่า L* ของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีความแตกต่างกันทางสถิติตามระยะเวลาการเก็บรักษาและวางจำหน่าย (ภาพที่ 1.2.9A , ตารางภาคผนวกที่ 1.2.11) โดยค่า L* หรือค่าความสว่างของเนื้อมีแนวโน้มลดลง แสดงให้เห็นว่ามะม่วงมีการสุกเพิ่มมากขึ้น โดยมะม่วงที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีแกมมาจะเกิดการสุกที่เร็วกว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา เมื่อทำการเปรียบเทียบค่า L* ของมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์พบว่า ในระหว่างการเก็บรักษาที่ 13

องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และหลังจากย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน มะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีค่า L* ของเนื้อมะม่วงไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่หลังจากย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 4 และ 6 วัน พบว่าค่า L* ของเนื้อมะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมะม่วงที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีค่า L* ต่ำกว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า มะม่วงที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีการสุกมากกว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา และพบว่าระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลที่แตกต่างกันไม่มีความสัมพันธ์กับค่าความสว่างของเนื้อมะม่วง

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง หรือ L* ของเนื้อมะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน มีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการเก็บรักษาและวางจำหน่ายอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ภาพที่ 1.2.9B) โดยเนื้อของมะม่วงมีค่า L* ของเนื้อมะม่วงเริ่มต้นเท่ากับ 78.97-82.06 และลดลงเหลือ 63.65-70.78 เมื่อย้ายมะม่วงออกมาไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน หรือมีค่าลดลงเท่ากับ 1.1-1.2 เท่า (ตารางภาคผนวกที่ 1.2.12) เมื่อพิจารณาค่า L* ของเนื้อมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์ พบว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีค่า L* ของเนื้อต่ำกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา (ชุดควบคุม) แสดงว่าการที่มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมามีการสุกที่ช้ากว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสี นอกจากนี้พบว่า การปล่อยให้ยางไหลออกจากขั้วนาน 0 ถึง 30 นาที ก่อนการฉายรังสีแกมมาไม่ผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเนื้อมะม่วง

<u>ค่า a* ของเปลือกมะม่วง</u>

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ค่า a* เป็นค่าที่แสดงถึงสีเขียว-แดง โดยหากค่า a* มีค่ามากขึ้นหรือมีค่าเข้าใกล้บวก แสดงว่าเปลือกมะม่วงเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้ม หรือสุกมากขึ้น จากผลการศึกษาพบว่า ค่า a* ของเปลือกมะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติลอดอายุการเก็บรักษาและวางจำหน่าย (ภาพที่ 1.2.10A) เมื่อเปรียบเทียบค่า a* ของเปลือกมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน พบว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา (ชุดควบคุม) มีค่า a* ของเปลือกเข้าใกล้ศูนย์มากที่สุด (-2.85) ในขณะที่มะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีค่า a* ติดลบมาก หรือมะม่วงมีการพัฒนาการสุกที่ช้า ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับค่า L* ของมะม่วงที่ปรากฏในตารางภาคผนวกที่ 1.2.13

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ค่า a* ของเปลือกมะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเมื่อย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ในวันที่ 21 (ภาพที่ 1.2.10B) และพบว่ามะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลนาน 0-30 นาที ก่อนนำมาฉายรังสีแกมมามีการเปลี่ยนแปลงค่า a* ของเปลือกช้ากว่ามะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมา (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 1.2.14) แสดงให้เห็นว่าการฉายรังสีมีผลทำให้มะม่วงมีการสุกช้าลง แต่ไม่พบว่าระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลที่แตกต่างกันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า a* ของสีเปลือก และเมื่อพิจารณาค่า a* ของมะม่วงที่เก็บไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จะเห็นว่ามะม่วงยังคงมีการพัฒนาสีเปลือกต่อไปได้ในระหว่างการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

<u>ค่า a* ของเนื้อมะม่วง</u>

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ค่า a* ของเนื้อมะม่วงเริ่มต้นในทุกทรีตเมนท์โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ -12.32 ถึง -13.61 และเมื่ออายุการเก็บรักษาและระยะเวลาในการวางจำหน่ายมากขึ้น โดยค่า a* มีค่าเป็นบวก (1.43-6.73) เมื่อนำมะม่วงออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน แสดงว่าเนื้อมะม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้มมากขึ้น หรือสุกมากขึ้นตามระยะเวลาการวางจำหน่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 1.2.11A, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.15) เมื่อเปรียบเทียบค่า a* ของเนื้อมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์ พบว่าค่า a* ของเนื้อมะม่วงในทุกทรีตเมนท์หลังเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และหลังจากย้ายออกมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อย้ายออกมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 4 และ 6 วัน พบว่าค่า a* ของเนื้อมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมามีค่าสูงกว่าค่า a* ของมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา แสดงว่าการฉายรังสีแกมมามีผลชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของมะม่วง โดยการฉายรังสีแกมมามีผลชะลอกระบวนการสุกของมะม่วง

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ค่า a* ของเนื้อมะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน มีการเปลี่ยนแปลงค่า a* ของเนื้อมากกว่ามะม่วงที่เก็บที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน พบว่าค่า a* ของเนื้อมะม่วงเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่า a* ของเนื้อเข้าใกล้ศูนย์ และค่า a* ของเนื้อมะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีค่าเป็นบวกหลังจากย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน หลังจากนั้นค่า a* ของเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก (ภาพที่ 1.2.11B) เมื่อเปรียบเทียบค่า a* ของเนื้อมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์ มีแนวโน้มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นเมื่อเก็บรักษามะม่วงไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน และหลังจากย้ายมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน ซึ่งพบว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีค่า a* ของเนื้อต่ำกว่ามะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมา (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 1.2.16) และพบว่าระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลที่แตกต่างกันไม่มีกระทบต่อการพัฒนาสีของมะม่วง แต่การฉายรังสีแกมมามีผลทำให้การสุกของมะม่วงพัฒนาช้าลง

<u>ค่า b* ของเปลือกมะม่วง</u>

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ค่า b* เป็นค่าที่แสดงถึงสีเหลือง-น้ำเงิน โดยหากค่า b* มีค่ามาก แสดงว่ามะม่วงมีสีเหลืองเพิ่มมากขึ้นหรือสุกมากขึ้น จากผลการทดลองพบว่าค่า b* ของเปลือกมะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาและระยะเวลาการวางจำหน่ายที่เพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 1.2.12A, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.17) ค่า b* ของเปลือกมะม่วงทุกทรีตเมนท์ที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อระยะเวลาในการวางจำหน่ายนานมากขึ้นเป็น 4 และ 6 วัน พบว่าค่า b* ของเปลือกมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมามีสูงกว่ามะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมา (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลที่แตกต่างกันไม่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงค่า b* ของเปลือกมะม่วง

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ค่า b* ของเปลือกมะม่วงในทุกทรีตเมนท์ที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาและระยะเวลาการวางจำหน่ายที่เพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมามีการพัฒนาของสีเปลือกช้ากว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉาย ตั้งแต่วันแรกจนถึงวันที่ 21 ของการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส และเมื่อย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส พบว่าค่า b* ของมะม่วงที่ฉายและไม่ฉายรังสีแกมมาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาสีเปลือกของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมายังคงดำเนินต่อไปได้หลังย้ายออกมาวางไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิห้อง (ภาพที่ 1.2.12B, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.18)

<u>ค่า b* ของเนื้อมะม่วง</u>

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ค่า b* ของเนื้อมะม่วงในทุกทรีตเมนท์ในระหว่างการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 23.13-26.85 ซึ่งไม่แตกต่างกับค่า b* ของเนื้อมะม่วงเริ่มต้น แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ นาน 5 วัน ไม่มีผลต่อการพัฒนาของสีเนื้อแต่อย่างใด แต่เมื่อนำมะม่วงมาวางไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าค่า b* ของเนื้อมะม่วงมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการวางจำหน่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 1.2.13A, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.19) เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่า b* ของเนื้อมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์ พบว่าภายหลังจากย้ายมะม่วงมาที่ 25 องศาเซลเซียส มะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีการเปลี่ยนแปลงค่าสี b* ช้ากว่ามะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่ามะม่วงที่ปล่อยยางไหลนาน 0 10 และ 20 นาทีร่วมกับการฉายรังสี มีการเปลี่ยนแปลงค่า b* ช้ากว่ามะม่วงที่ปล่อยยางไหลนาน 30 นาทีร่วมกับการฉายรังสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ค่า b* ของเนื้อมะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาและอายุการวางจำหน่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีค่า b* เริ่มต้นอยู่ในช่วง 23.13-26.85 และเมื่อเก็บไว้นาน 21 วันที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ก่อนย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน พบว่ามะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีค่า b* อยู่ในช่วง 42.41-46.88 แสดงว่ามะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีการสุกเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1.2.13B, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.20) เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงค่า b* ของเนื้อมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันตลอดการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส และการวางจำหน่ายที่ 25 องศาเซลเซียส

<u>ค่า Hue angle ของเปลือกมะม่วง</u>

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ค่า hue angle เป็นค่าที่บ่งบอกถึงโทนสีของมะม่วง โดยพบว่าสีเปลือกของมะม่วงเริ่มต้นการทดสอบมีโทนสีเขียวอ่อน (116.68-118.03) และเมื่อย้ายมาเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน พบว่าสีเปลือกของมะม่วงเปลี่ยนเป็นโทนสีเหลืองอมเขียวเล็กน้อย คือมีค่า hue angle เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 93.95-106.73 โดยมะม่วงที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมา (ชุดควบคุม) มีค่า hue angle ต่ำที่สุด หรือมีการสุกมากกว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา เมื่อเปรียบเทียบค่า hue angle ในแต่ละทรีตเมนท์ พบว่ามะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีค่า hue angle ของ

เปลือกไม่แตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และหลังจากย้ายมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน แต่หลังจากนั้นพบว่ามะม่วงในชุดควบคุม (ไม่ฉายรังสีแกมมา) มีค่า hue angle ต่ำกว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา และพบว่าระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลต่างกันก่อนการฉายรังสีแกมมาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า hue angle ในขณะที่การฉายรังสีแกมมามีผลชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า hue angle อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 1.2.14A, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.21)

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ค่า hue angle ของเปลือกมะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน มีการเปลี่ยนแปลงค่า hue angle มากกว่ามะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน (ตารางภาคผนวกที่ 1.2.14B, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.22) มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน มีค่า hue angle เฉลี่ยเท่ากับ 82.44-94.47 ในขณะมะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน มีค่า hue angle เฉลี่ยเท่ากับ 93.95-106.73 แสดงให้เห็นว่า มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาที่ 25 องศาเซลเซียส มีโทนสีเหลืองมากกว่า

<u>ค่า Hue angle ของเนื้อมะม่วง</u>

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ค่า hue angle ของเนื้อมะม่วงทุกทรีตเมนท์เริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 112.25-114.25 หรืออยู่ในโทนสีขาวอมเหลือง แต่เมื่อเก็บรักษามะม่วงนานขึ้น พบว่าค่า hue angle จะค่อยลดลง โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีค่า hue angle อยู่ในช่วง 83.14-87.79 หรือเนื้อมะม่วงมีโทนสีเหลืองมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่า hue angle ของเนื้อมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์ พบว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาจะมีการพัฒนาสีของเนื้อมะม่วงช้ากว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสี (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะหลังจากที่มะม่วงถูกย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วันขึ้นไป (ภาพที่ 1.2.15A , ตารางภาคผนวกที่ 1.2.23)

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

ค่า hue angle ของเนื้อมะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน มีค่าใกล้เคียงกับมะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายออกมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน นั่นแสดงให้เห็นว่าขณะที่มะม่วงถูกเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส มีการพัฒนาสีเนื้อได้อย่างช้า ๆ และเมื่อมะม่วงถูกย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส พบว่าการพัฒนาสีเนื้อของมะม่วงเป็นไปอย่างรวดเร็ว คือโทนสีของเนื้อกลายเป็นสีเหลืองอมส้มมากขึ้น หรือมีค่า hue angle เท่ากับ 82.03-835.25 มะม่วงที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีแกมมา (ชุดควบคุม) และผ่านการฉายรังสีแกมมามีค่าโทนสีใกล้เคียงกันหลังจากเก็บไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน โดยสีเนื้อของมะม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้มเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาในการวางจำหน่าย เมื่อพิจารณาค่า hue angle ของเนื้อมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์ พบว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีค่า hue angle ต่ำกว่ามะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมาอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง หรือมะม่วงที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีการสุกมากกว่านั่นเอง อย่างไรก็

ตาม ระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลที่แตกต่างกันไม่มีผลกระทบต่อการพัฒนาสีเนื้อของมะม่วง (ภาพที่ 1.2.15B, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.24)

<u>การประเมินการยอมรับของผู้บริโภค</u>

การประเมินการยอมรับของผู้บริโภคมะม่วง โดยผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝน โดยนำมะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน เปรียบเทียบกับมะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 และ 6 วัน ตลอดจนทำการเปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภคมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์

การยอมรับด้านลักษณะปรากฏของผล พบว่ามะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มว่ามีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอกสูงกว่ามะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 1.2.16, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.25) เมื่อเปรียบเทียบการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอกของผลมะม่วง พบว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏน้อยกว่ามะม่วงในชุดควบคุม (ไม่ฉายรังสีแกมมา) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อมะม่วงถูกเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายออกมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน และเมื่อมะม่วงถูกเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายออกมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน อย่างไรก็ตามเมื่อรักษามะม่วงที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน และย้ายออกมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน พบว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาและไม่ฉายรังสีแกมมามีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0 10 20 และ 30 นาที ไม่ได้ทำให้มะม่วงมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอกที่แตกต่างกัน

คะแนนการยอมรับด้านสีเปลือกของผลมะม่วง โดยหากคะแนนการยอมรับสูงหรือเข้าใกล้ 9 คะแนน หมายถึงสีเปลือกของมะม่วงมีสีเหลืองเข้ม และหากคะแนนเข้าใกล้ 0 คะแนน หมายถึงสีเปลือกของมะม่วงมีสีเขียว จากผลการทดลอง พบว่ามะม่วงที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมา (ชุดควบคุม) มีคะแนนการยอมรับด้านสีเปลือกเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาและวางจำหน่ายนานขึ้นคือ มีคะแนนการยอมรับด้านสีเปลือกเริ่มต้น เท่ากับ 4.47 คะแนน และเมื่อเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียสนาน 21 วัน ก่อนย้ายมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วันมีคะแนนการยอมรับด้านสีเปลือกเท่ากับ 6.48 คะแนน ในทางตรงกันข้ามคะแนนการยอมรับด้านสีเปลือกของมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ยกเว้นมะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนฉายรังสีแกมมา เมื่อเปรียบเทียบมะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาที่แตกต่างกัน พบว่ามีคะแนนการยอมรับด้านสีเปลือกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 1.2.17, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.26)

คะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อของมะม่วง หากคะแนนการยอมรับสูง หรือเข้าใกล้ 9 คะแนน หมายถึงสีเนื้อของมะม่วงเป็นสีเหลืองเข้ม และหากคะแนนเข้าใกล้ 0 คะแนน หมายถึงสีเนื้อของมะม่วงมีสีขาว จากผลการทดลองพบว่ามะม่วงผ่านการฉายรังสีแกมมาก่อนการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อต่ำคือ อยู่ในช่วง 3.47-4.3 คะแนน (เนื้อมีสีออกสีขาวมากกว่าเหลือง)ในขณะที่มะม่วงไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมา (ชุดควบคุม) มีคะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อของมะม่วงสูงกว่าคือเท่ากับ 5.6 คะแนน (เนื้อมีสีเหลือง) มะม่วงทุกทรีตเมนท์เมื่อเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน

21 วัน นาน 2 และ 6 วัน มีคะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อของมะม่วงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 1.2.18, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.27)

คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นหอมของมะม่วง หากคะแนนการยอมรับสูง หรือเข้าใกล้ 9 คะแนน หมายถึงมะม่วงมีกลิ่นหอมมากที่สุด และหากคะแนนเข้าใกล้ 0 คะแนน หมายถึงมะม่วงมีกลิ่นหอมน้อยที่สุด จากผลการทดลองพบว่ามะม่วงในทุกทรีตเมน์มีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นหอมไม่แตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาและอายุในการวางจำหน่ายที่นานขึ้นแต่คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นหอมก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 1.2.19, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.28)

คะแนนกลิ่นผิดปกติของมะม่วง หากคะแนนเข้าใกล้ 9 คะแนน หมายถึงมะม่วงมีกลิ่นผิดปกติมากที่สุด และหากคะแนนเข้าใกล้ 0 คะแนน หมายถึงมะม่วงไม่มีกลิ่นผิดปกติ จากการทดลองพบว่ามะม่วงในทุกทรีตเมน์มีคะแนนกลิ่นผิดปกติน้อยมากคือ น้อยกว่า 1.5-3.01 คะแนน หรือไม่มีกลิ่นผิดปกติ และพบว่าคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติของแต่ละทรีตเมนท์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาและอายุในการวางจำหน่ายที่นานขึ้นแต่คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติก็ไม่ได้เพิ่มขึ้นและมีค่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 1.2.20, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.29)

การยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของเนื้อมะม่วง หากคะแนนเข้าใกล้ 9 คะแนน หมายถึงมะม่วงมีเนื้อสัมผัสที่เละมาก หรือสุกมากเกินไป และหากคะแนนเข้าใกล้ 0 คะแนน หมายถึงเนื้อของมะม่วงไม่เละ จากผลการทดลองพบว่ามะม่วงทุกทรีตเมนท์มีเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยเนื้อมะม่วงส่วนใหญ่จะไม่นิ่มจนเละ ซึ่งมีคะแนนด้านเนื้อสัมผัสเฉลี่ยเท่ากับ 2.78-5.02 คะแนน และเมื่อพิจารณาระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของมะม่วง มีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1.2.21, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.30)

การยอมรับด้านความหวานของเนื้อมะม่วง หากคะแนนเข้าใกล้ 9 คะแนน หมายถึงมะม่วงมีความหวานมาก และหากคะแนนเข้าใกล้ 0 คะแนน หมายถึงมะม่วงมีรสชาติเปรี้ยว จากผลการทดลอง พบว่ามะม่วงที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีคะแนนความหวานสูง (5.95 คะแนน) กว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา 2.77-3.54 คะแนน) เมื่อเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน แต่เมื่อเก็บมะม่วงไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นย้ายมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 และ 6 วัน พบว่าคะแนนการยอมรับด้านความหวานมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์ นอกจากนี้พบว่า คะแนนความหวานของมะม่วงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1.2.22, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.31)

คะแนนความชอบของผู้บริโภคโดยรวม หากคะแนนเข้าใกล้ 9 คะแนน หมายถึงผู้บริโภคชอบมะม่วงนั้นมากที่สุด และหากคะแนนเข้าใกล้ 0 คะแนน หมายถึงผู้บริโภคชอบมะม่วงนั้นน้อยที่สุด จากผลการทดลองพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมของมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาและวางจำหน่ายที่เพิ่มขึ้นความชอบโดยรวมของผู้บริโภคก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 1.2.23, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.32)

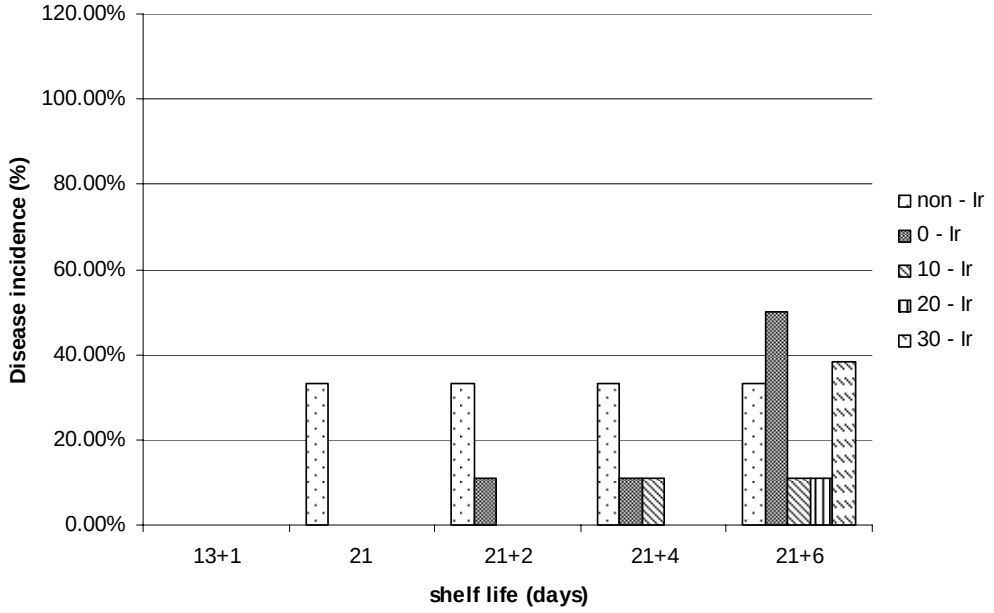
<u>กิจกรรมของเอนไซม์ POD และ PPO</u>

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

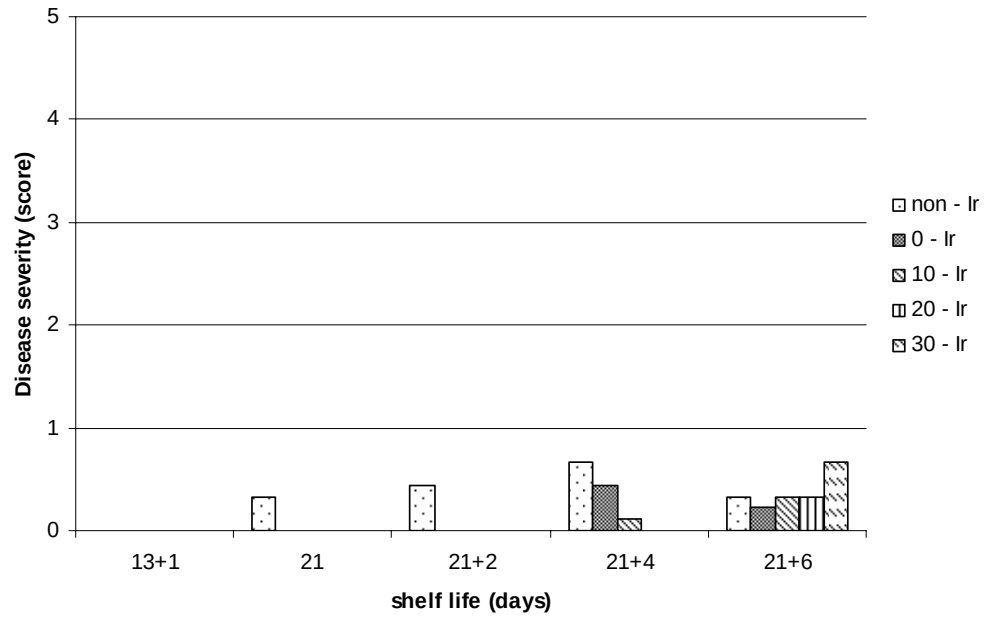
กิจกรรม POD ของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์ที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน มีค่าต่ำมาก แต่เมื่อย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส พบว่ากิจกรรมของ POD มีแนวโน้มเพิ่งสูงขึ้น โดยพบว่ามะม่วงที่ตัดขั้วและปล่อยทิ้งไว้ให้ยางไหลนาน 10 และ 20 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา มีค่ากิจกรรมของ POD ต่ำกว่ามะม่วงที่ตัดขั้วแล้วฉายรังสีทันที (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 1.2.24, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.33) สำหรับกิจกรรม PPO ของมะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน มีค่าค่อนข้างต่ำในระยะเริ่มแรกของการเก็บรักษาเช่นกัน และเมื่อย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส พบว่ากิจกรรมของ PPO ของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะมะม่วงที่ตัดขั้วแล้วฉายรังสีแกมมาทันที (ชุดควบคุม) จะมีค่ากิจกรรมของ PPO สูงกว่ามะม่วงในทรีตเมนต์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 1.2.26, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.35)

มะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส

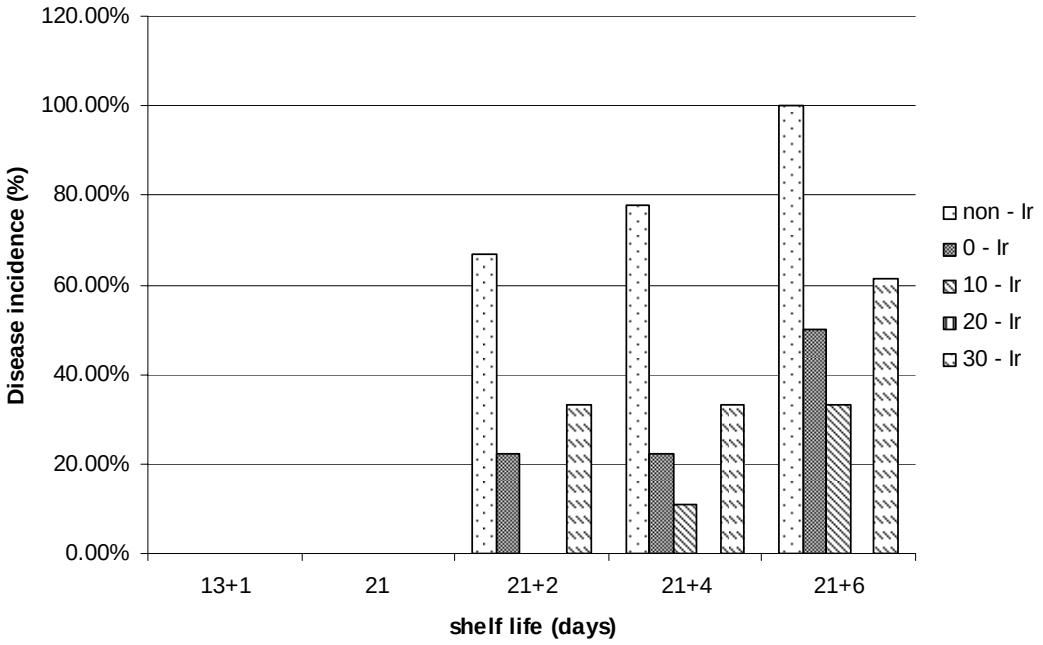
กิจกรรม POD ของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์ที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน มีค่ามากกว่ามะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และจะเพิ่มสูงขึ้นอีกหากย้ายมะม่วงออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 และ 4 วัน หลังจากนั้นจะพบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์จะลดลงในวันที่ 6 ของการวางจำหน่าย (ภาพที่ 1.2.25, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.34) สำหรับกิจกรรมของ PPO ของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่พบว่าค่ากิจกรรม PPO ของมะม่วงทุกทรีตเมนท์ในช่วง 21 วัน ของการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส และหลังจากย้ายออกมาที่ 25 องศาเซลเซียส นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และหลังจากย้ายออกมาวางที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน พบว่ามะม่วงที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 10 และ 20 นาที มีค่ากิจกรรม PPO สูงกว่ามะม่วงในทรีตเมนท์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก่อนจะลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 6 ของการวางจำหน่าย ในขณะที่กิจกรรม PPO ของมะม่วงที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 0 และ 30 นาที ยังคงมีค่าสูงขึ้นตลอดการวางจำหน่าย (ภาพที่ 1.2.27, ตารางภาคผนวกที่ 1.2.36)



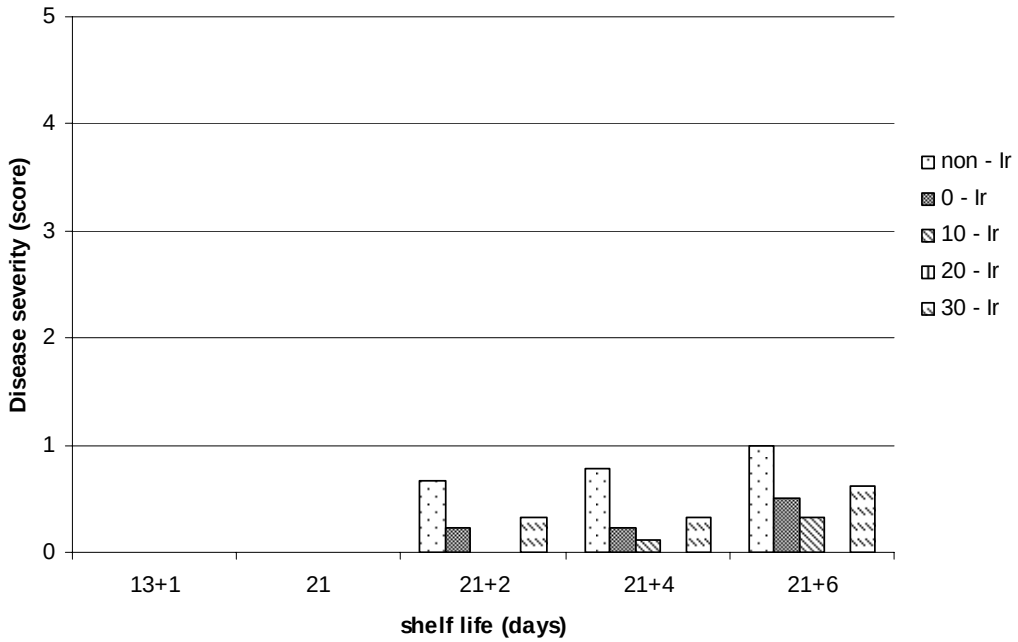
ภาพที่ 1.2.1 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน



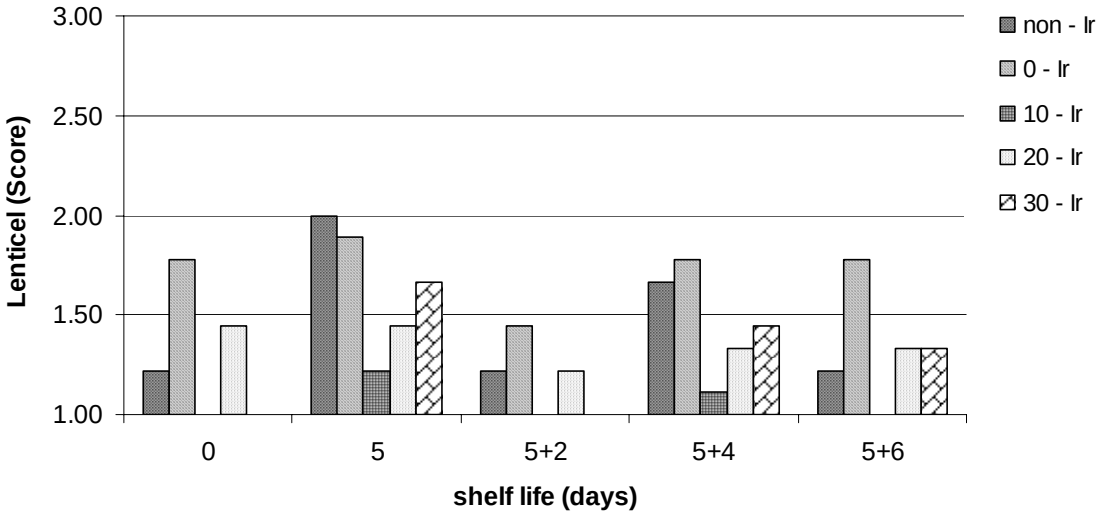
ภาพที่ 1.2.2 ความรุนแรงของการเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน



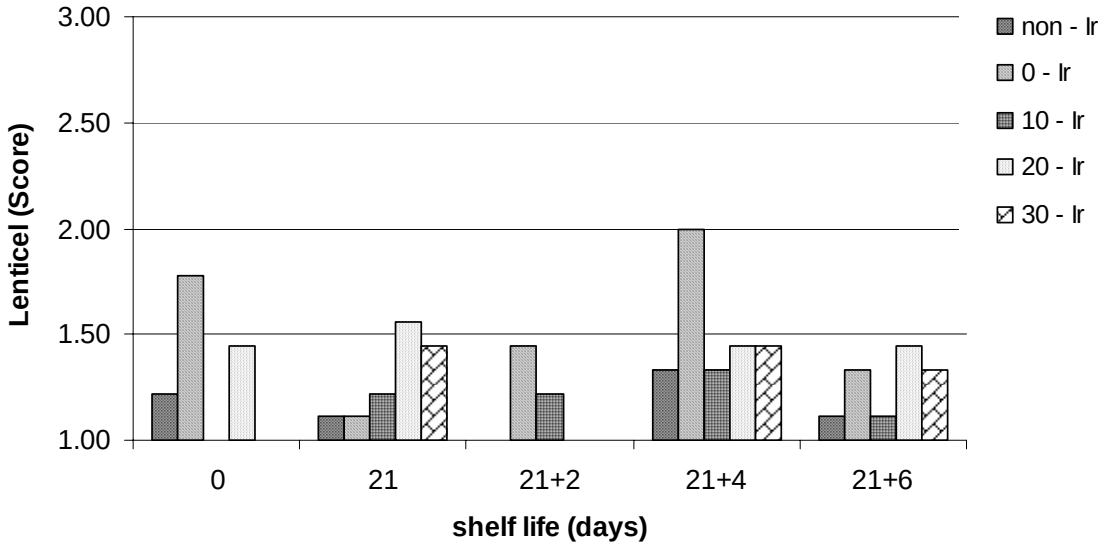
ภาพที่ 1.2.3 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน



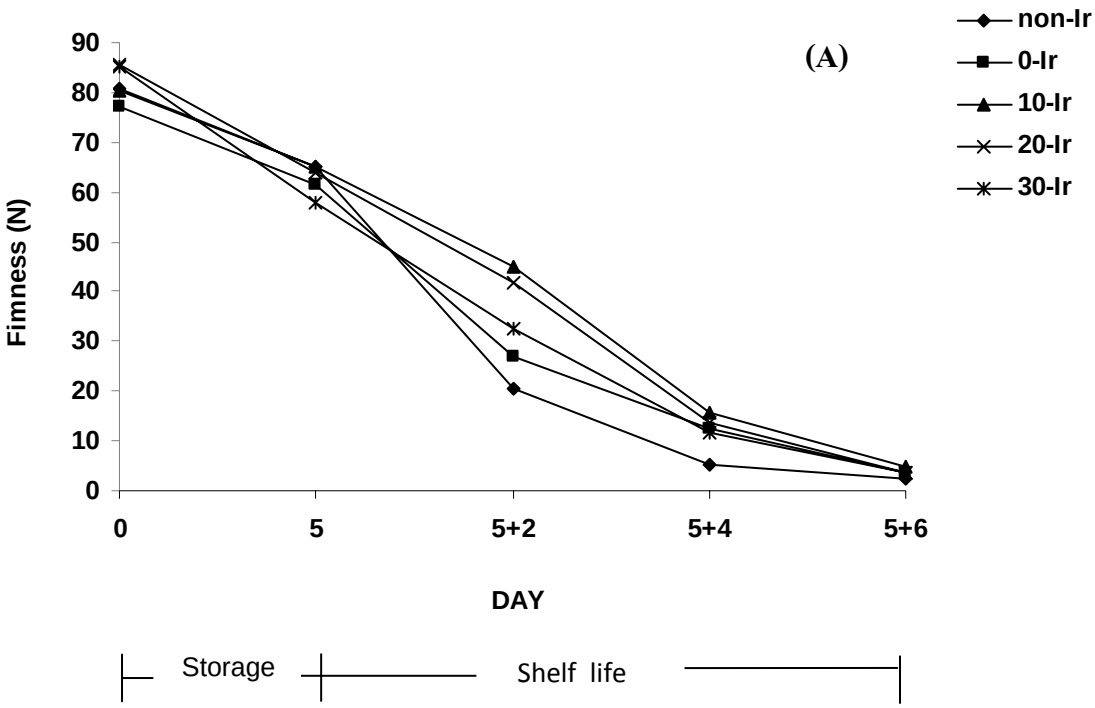
ภาพที่ 1.2.4 ความรุนแรงของการเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

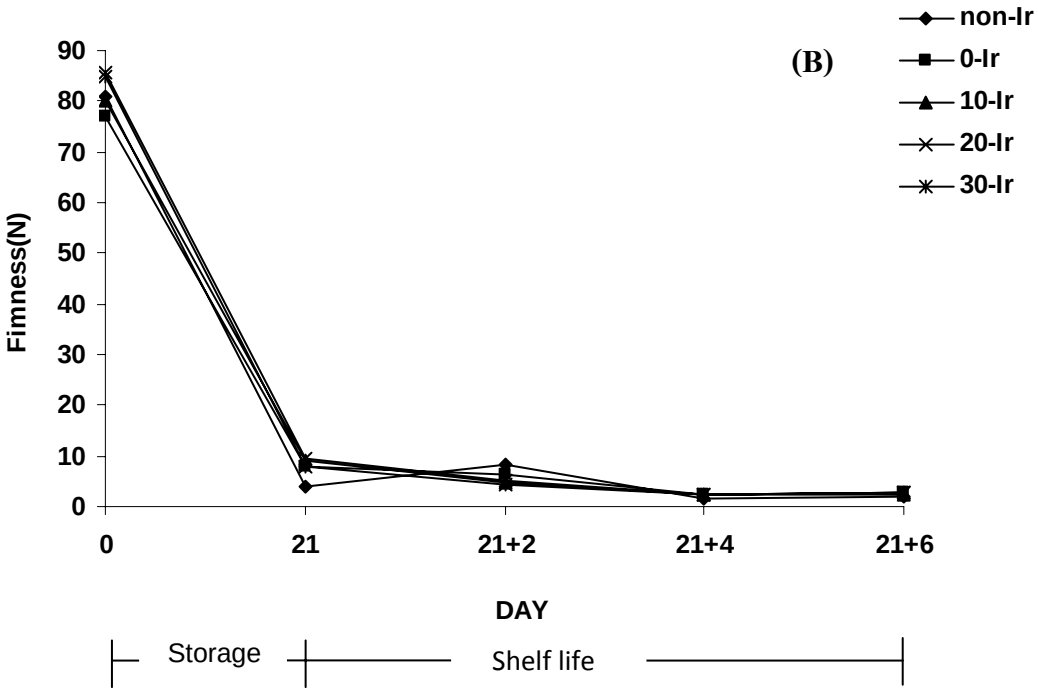


ภาพที่ 1.2.5 การปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

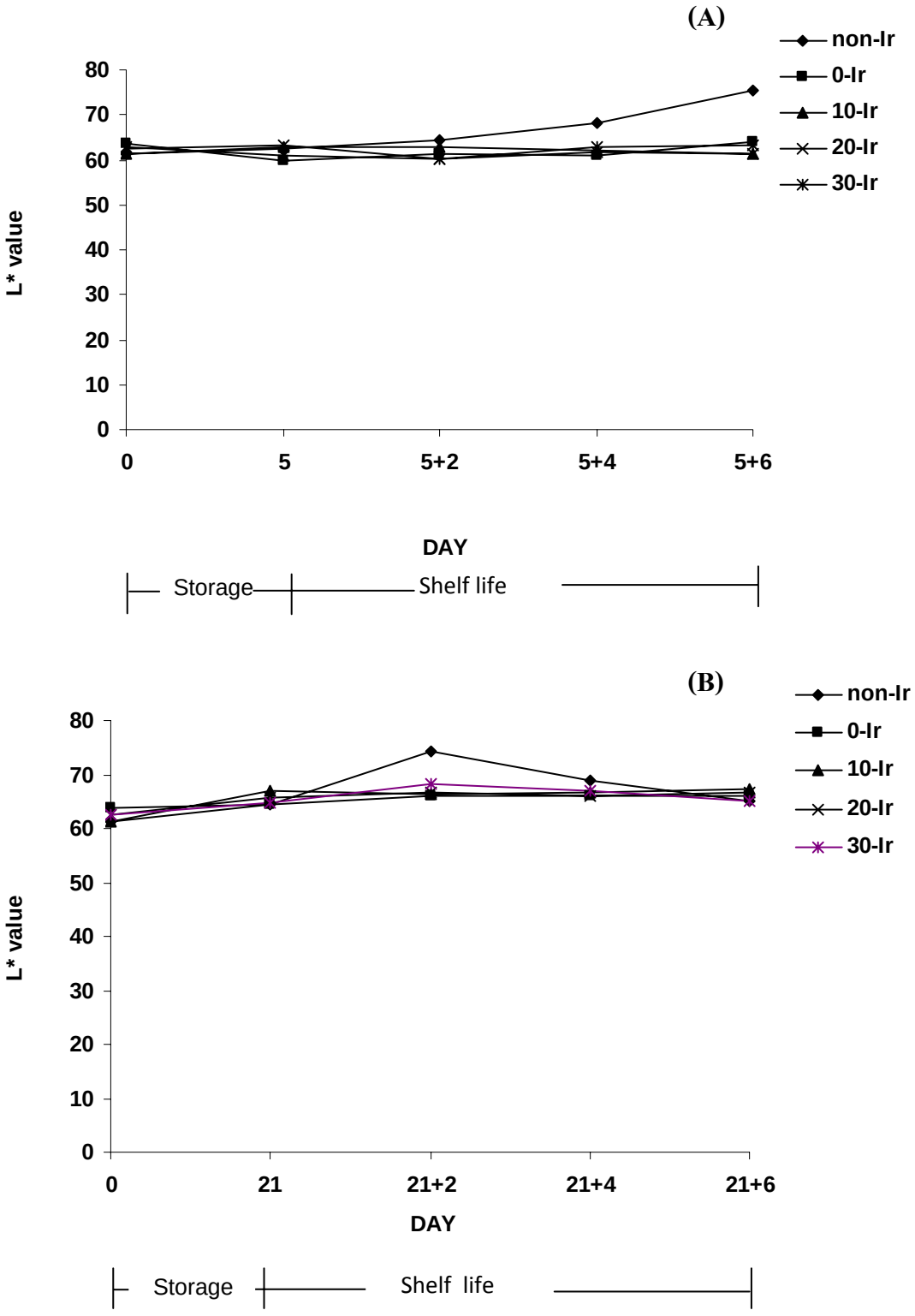


ภาพที่ 1.2.6 การปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นย้ายมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

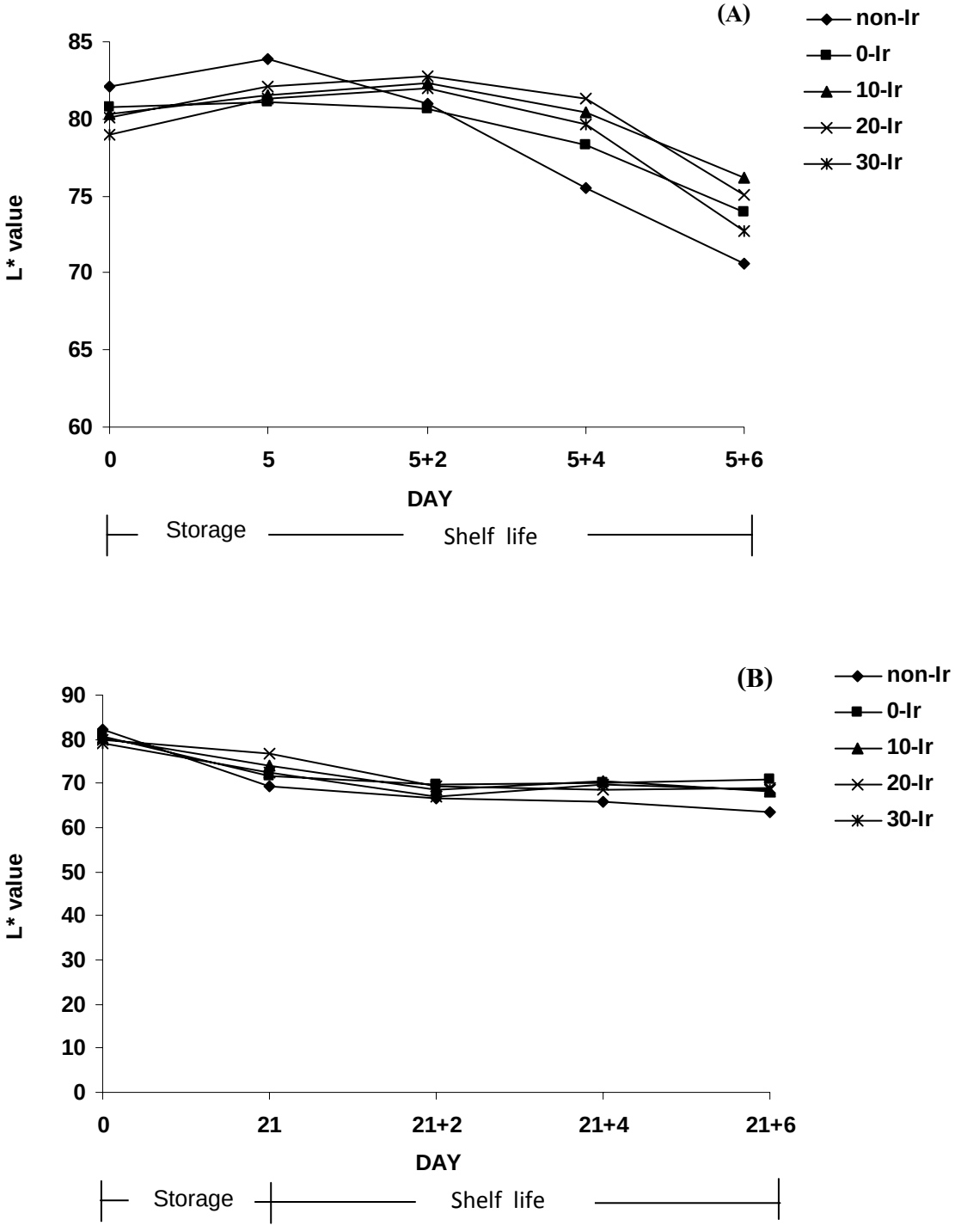




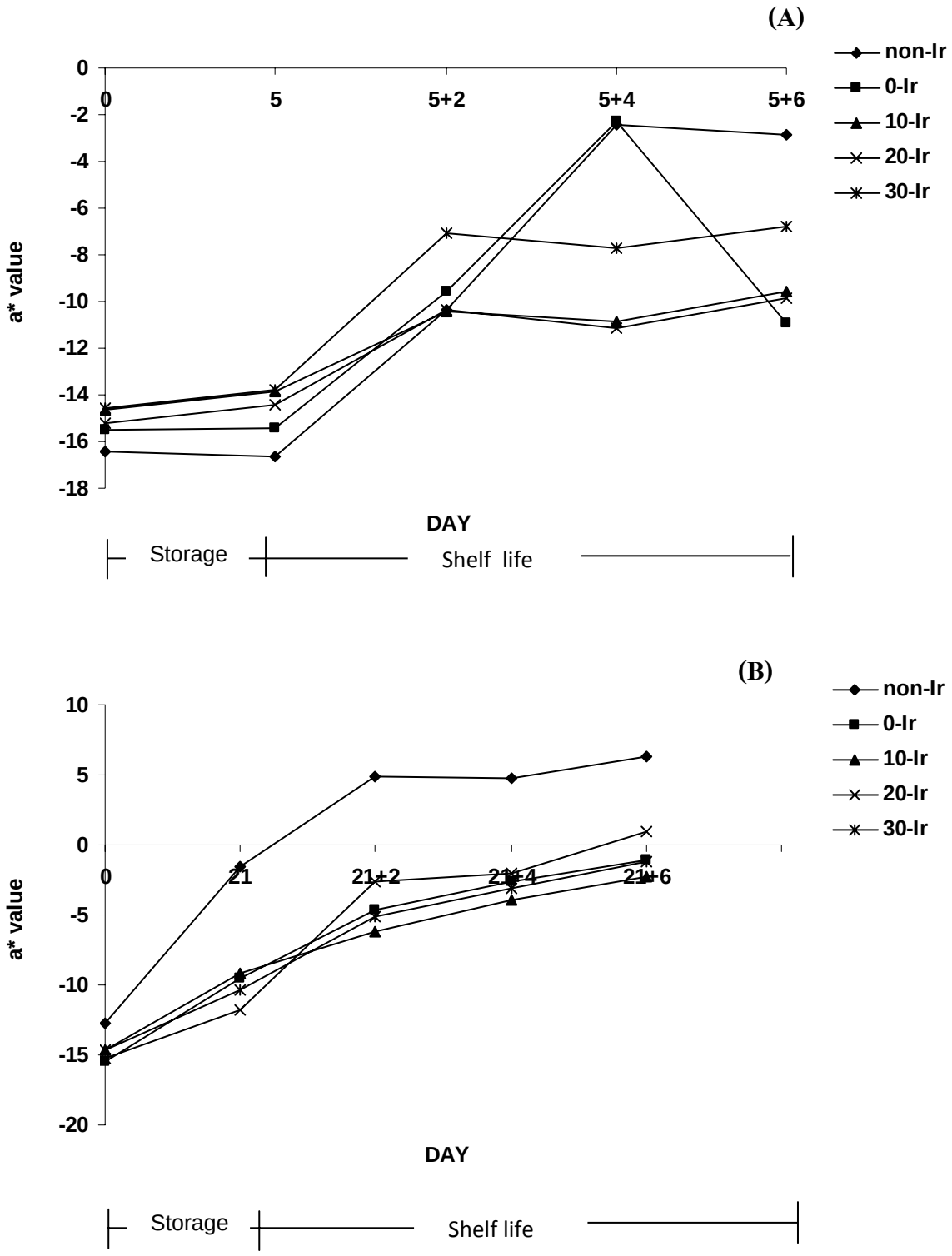
ภาพที่ 1.2.7 ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน



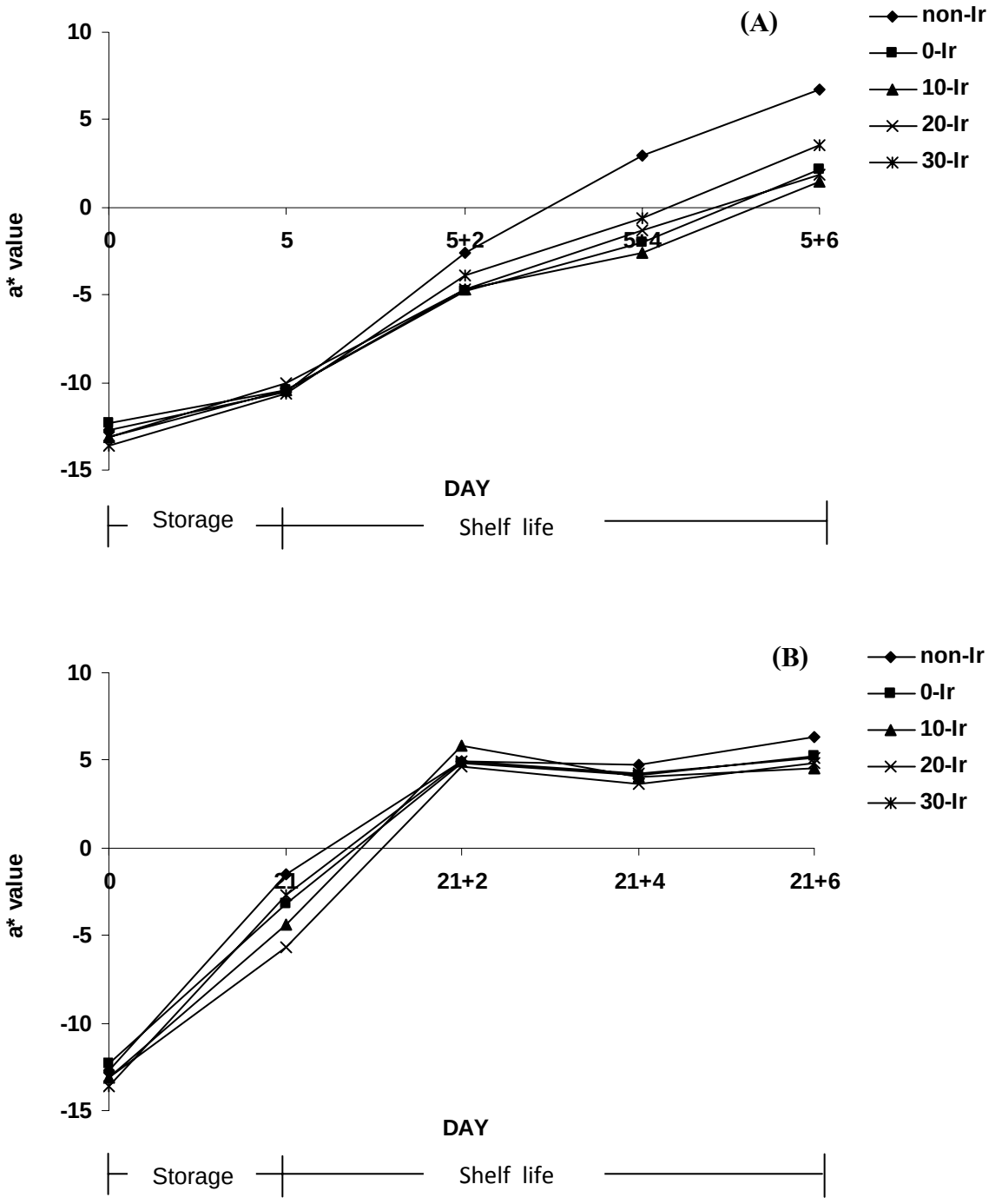
ภาพที่ 1.2.8 ค่า L* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน



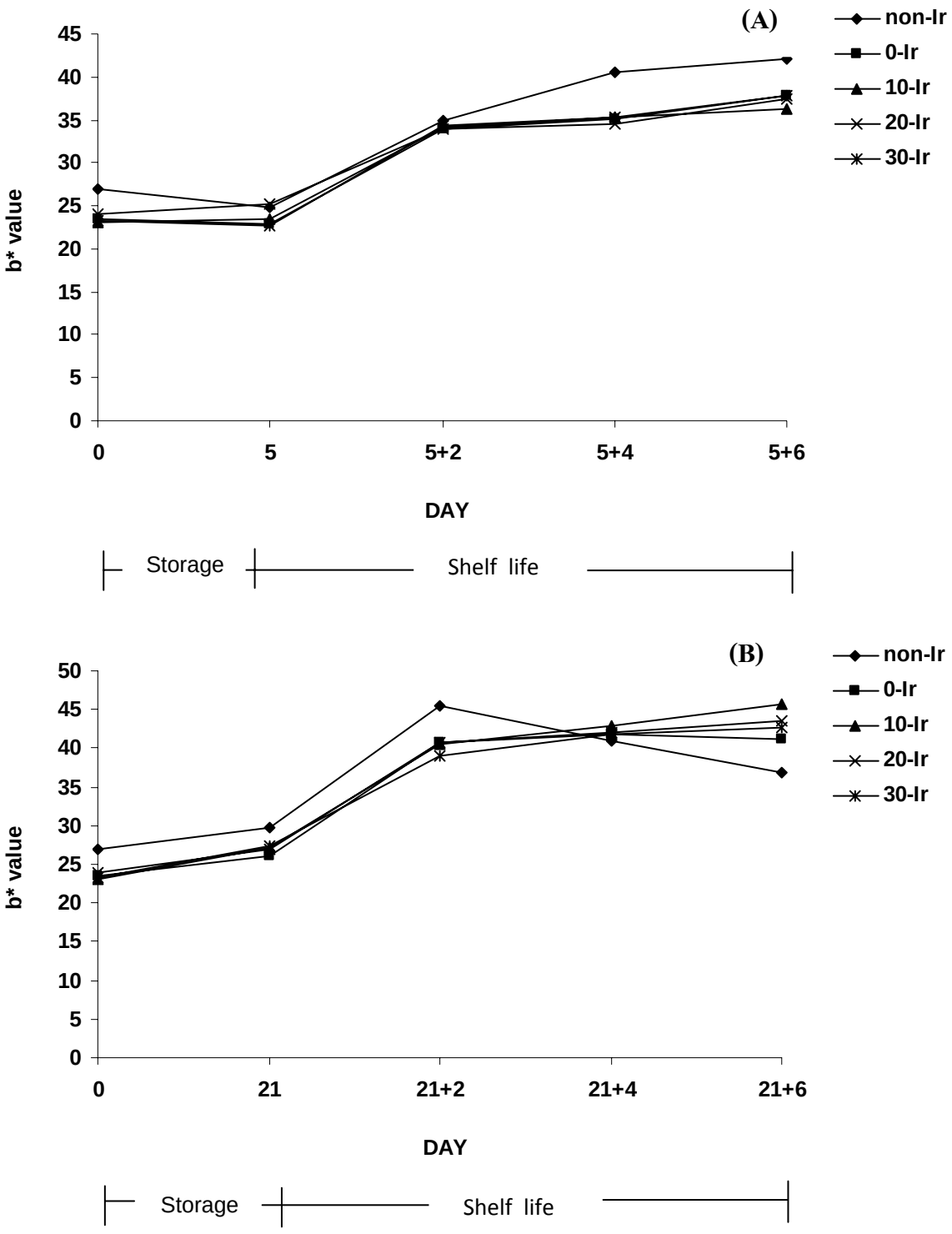
ภาพที่ 1.2.9 ค่า L* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน



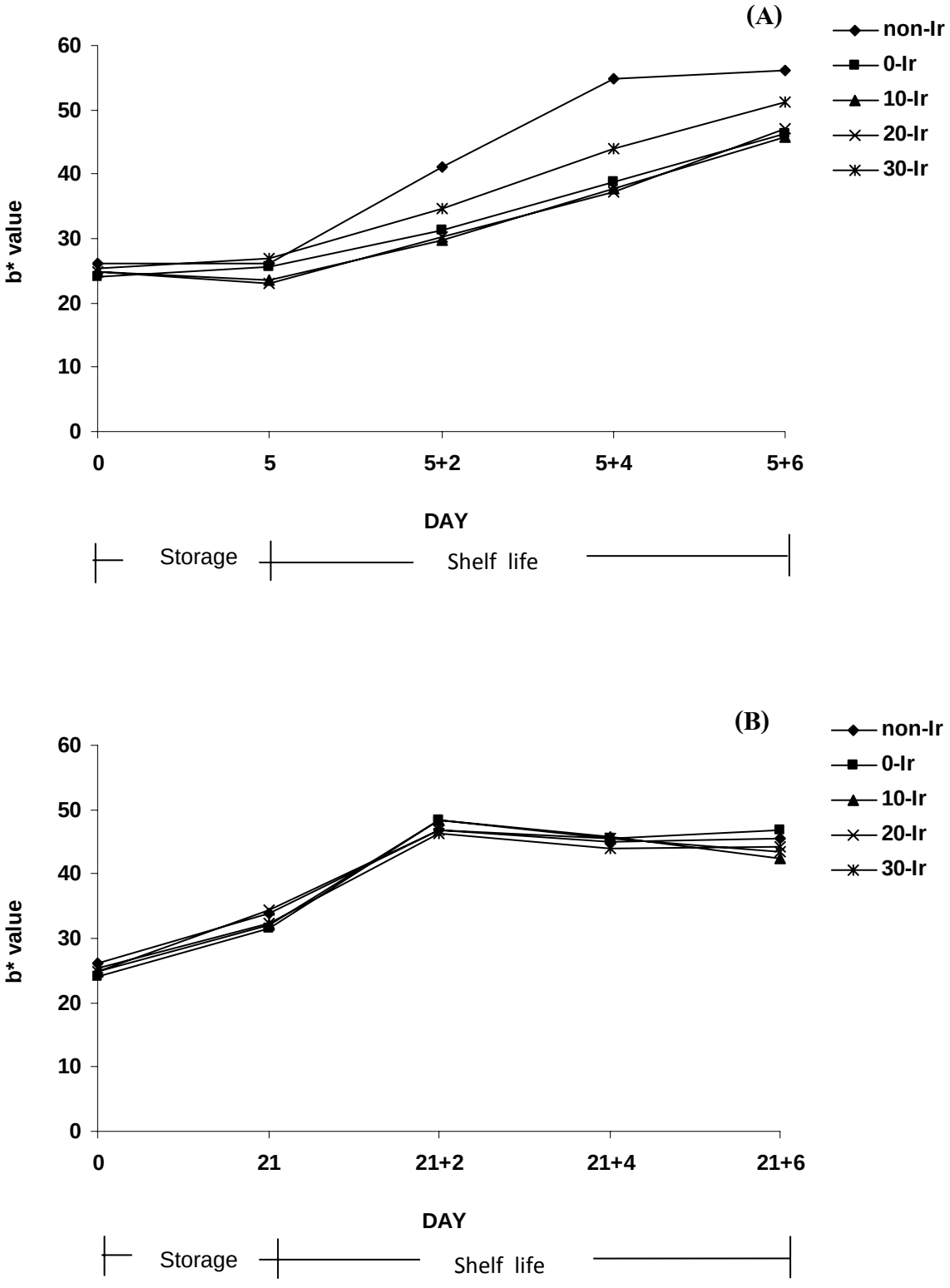
ภาพที่ 1.2.10 ค่า a* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน



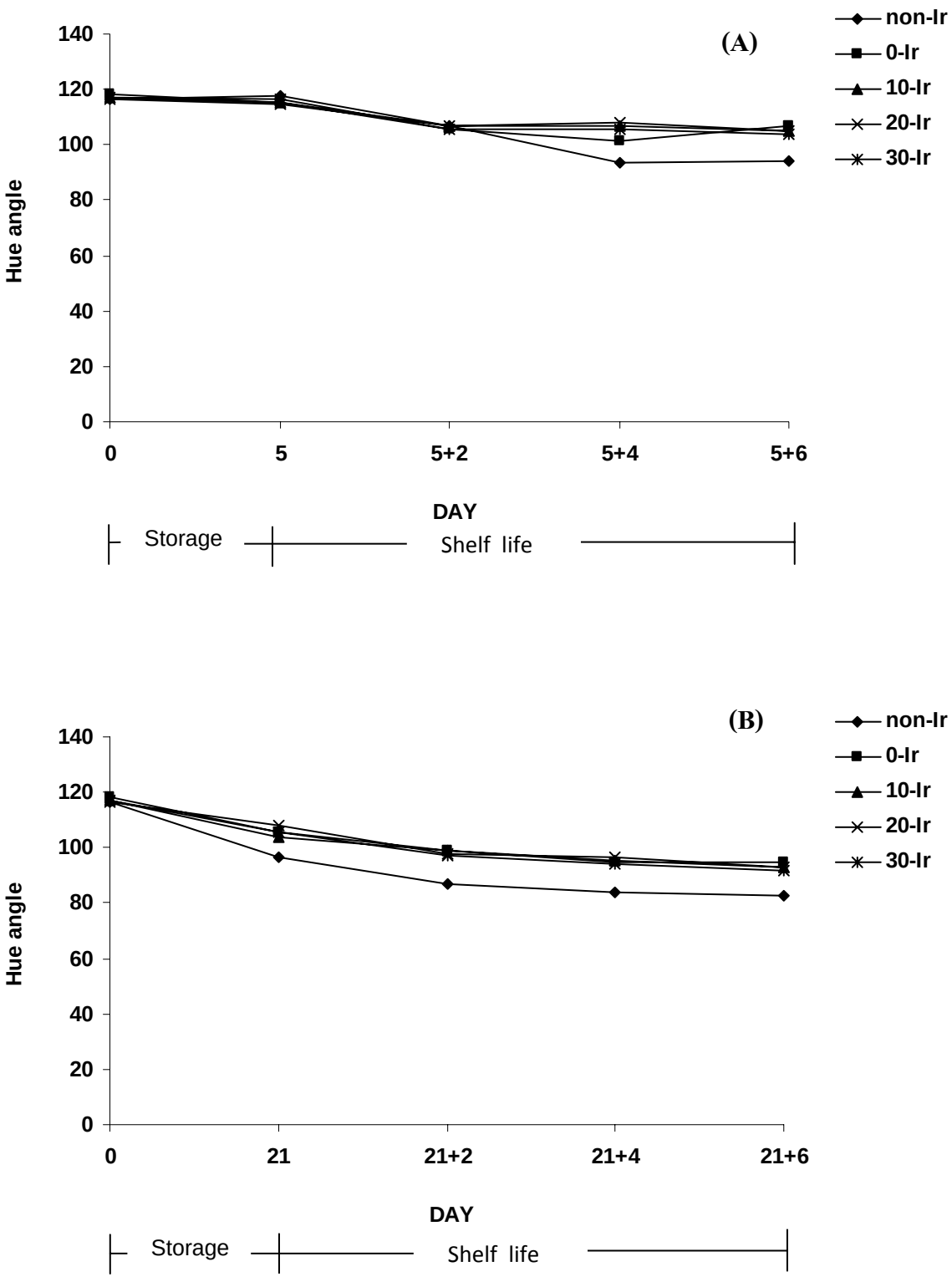
ภาพที่ 1.2.11 ค่า a* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน



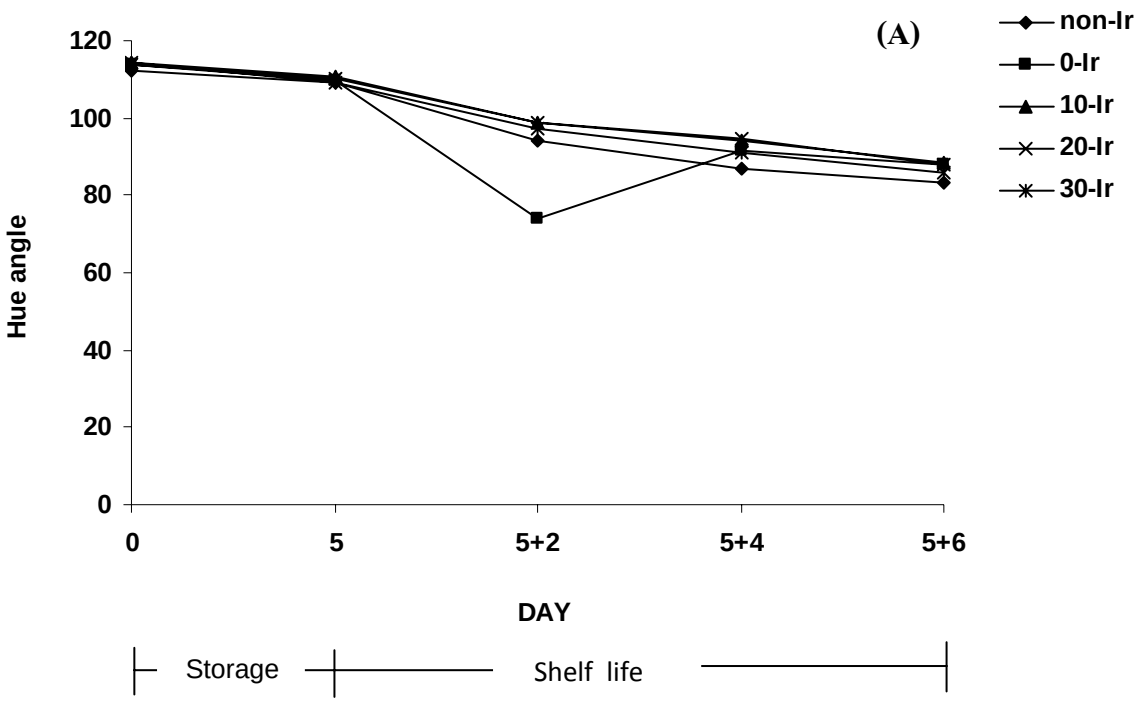
ภาพที่ 1.2.12 ค่า b* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

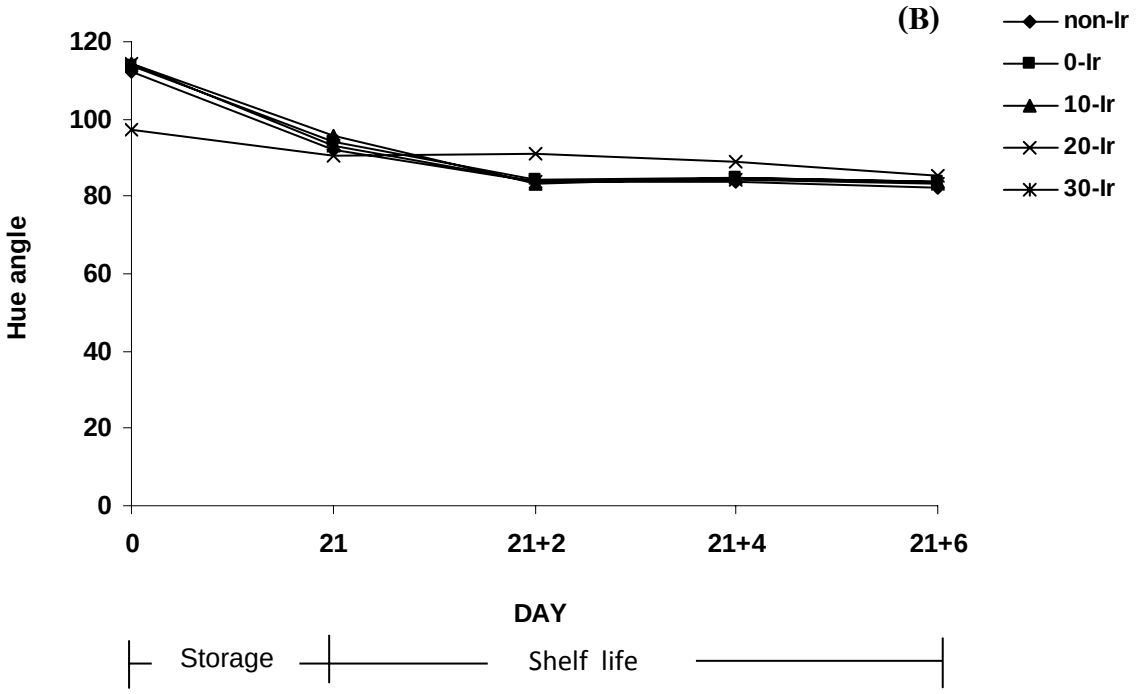


ภาพที่ 1.2.13 ค่า b* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

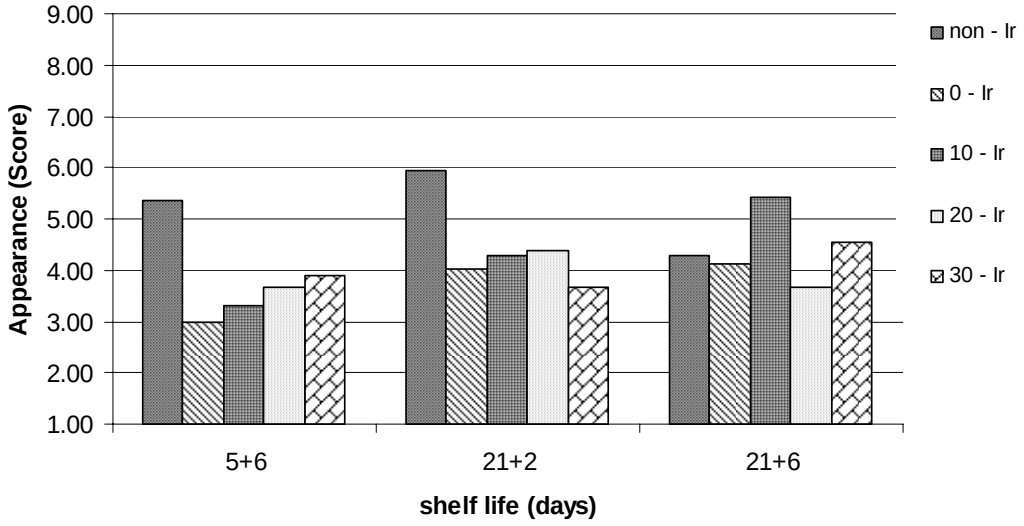


ภาพที่ 1.2.14 ค่า Hue angle เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียสนาน 5 วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

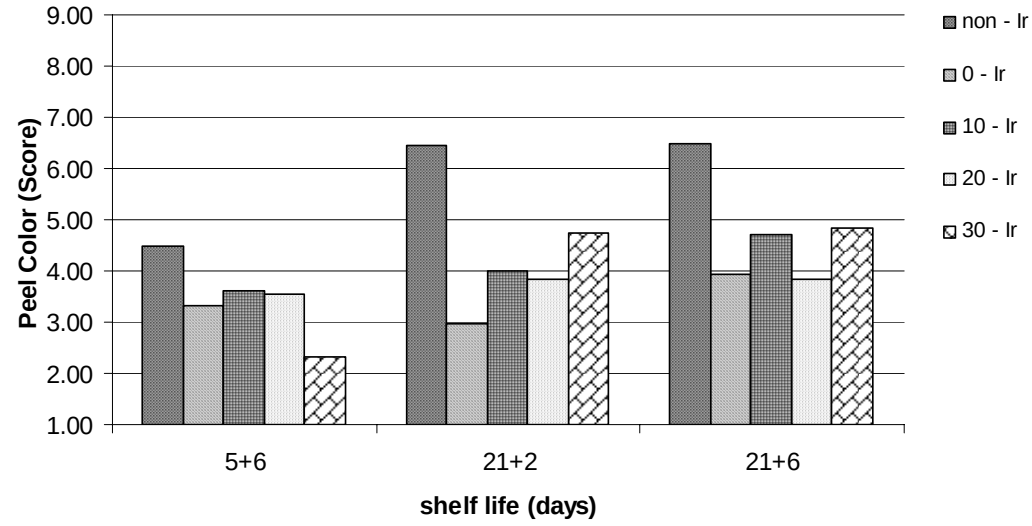




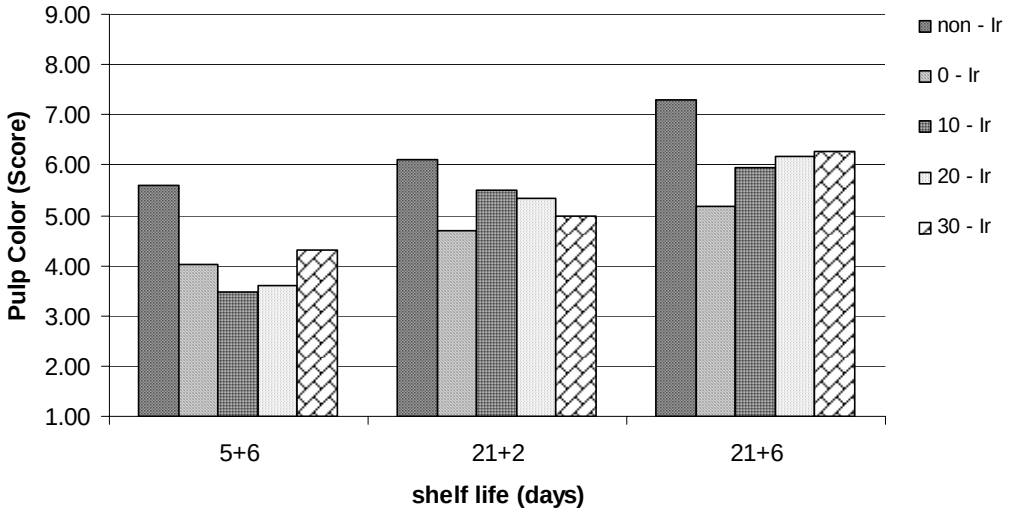
ภาพที่ 1.2.15 ค่า Hue angle เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไปไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5วัน (A) และ 21 วัน (B) จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน



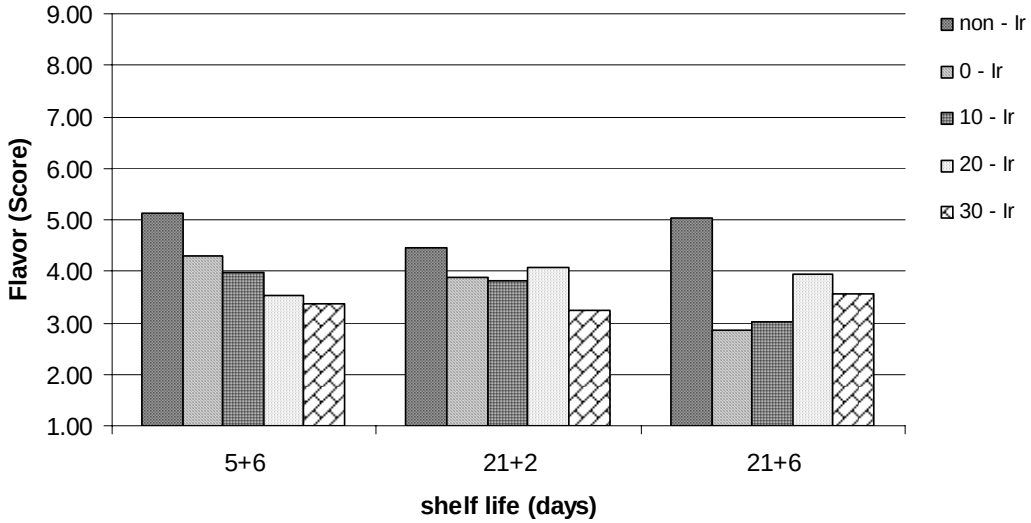
ภาพที่ 1.2.16 คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน



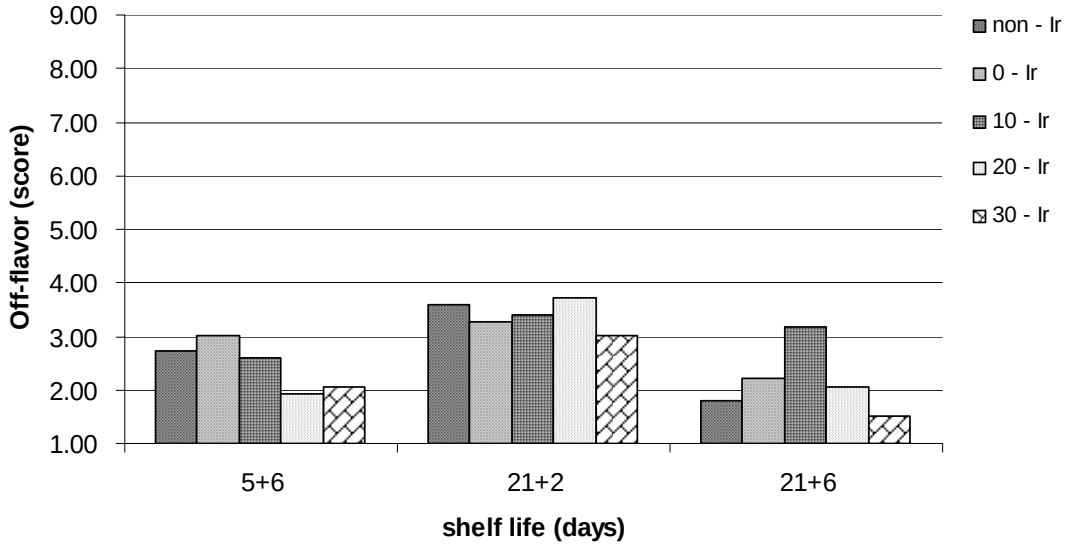
ภาพที่ 1.2.17 คะแนนการยอมรับด้านสีเปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน



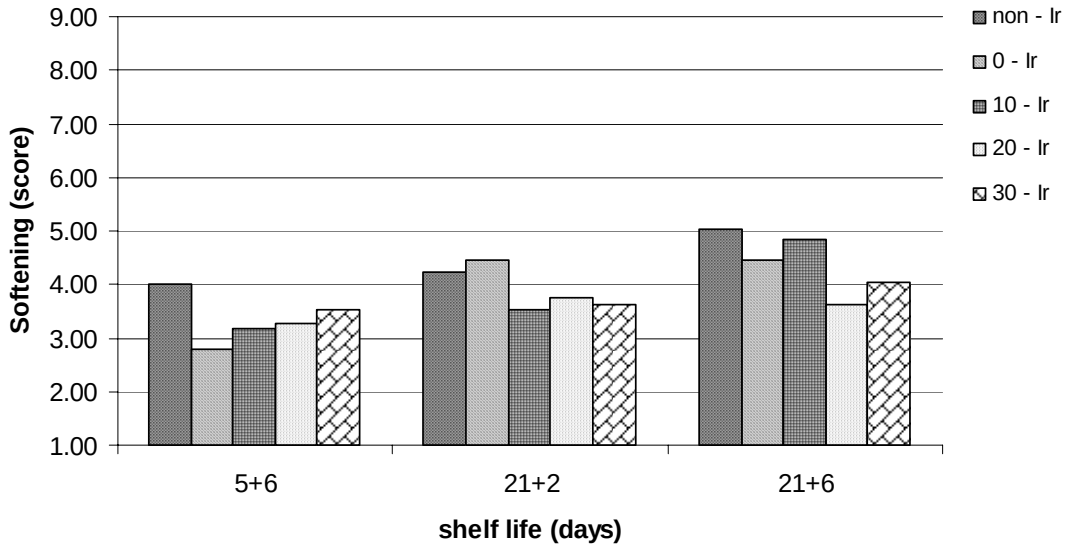
ภาพที่ 1.2.18 คะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน



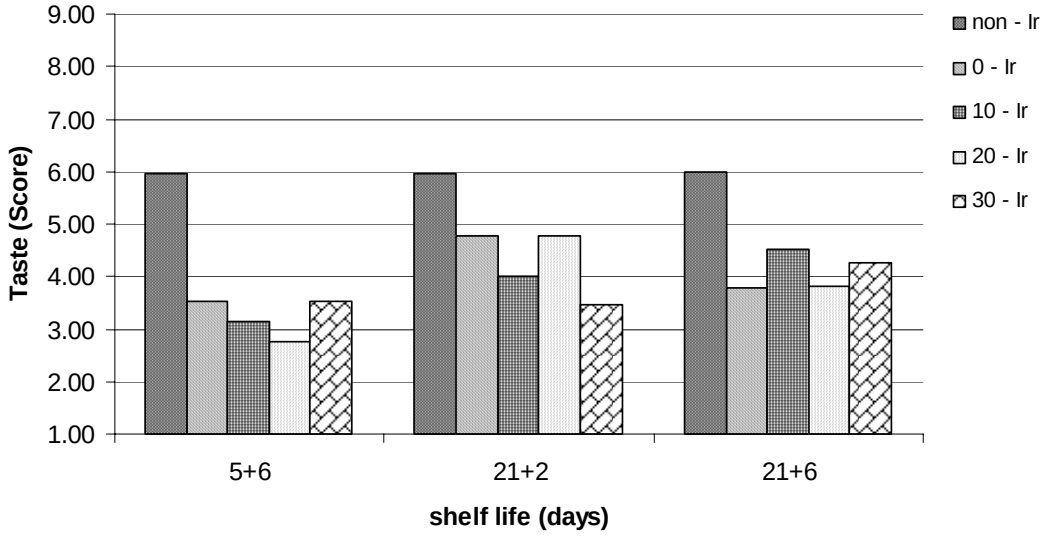
ภาพที่ 1.2.19 คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน



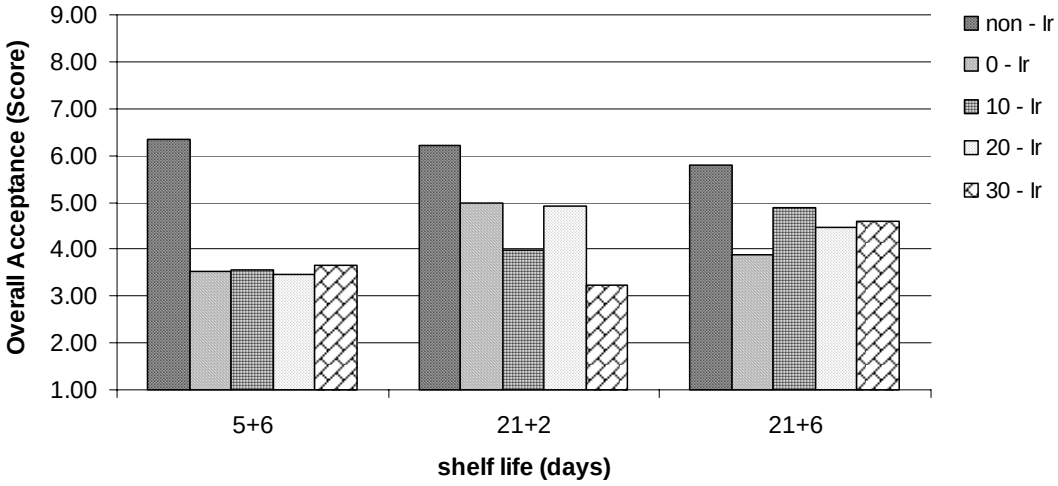
ภาพที่ 1.2.20 คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน



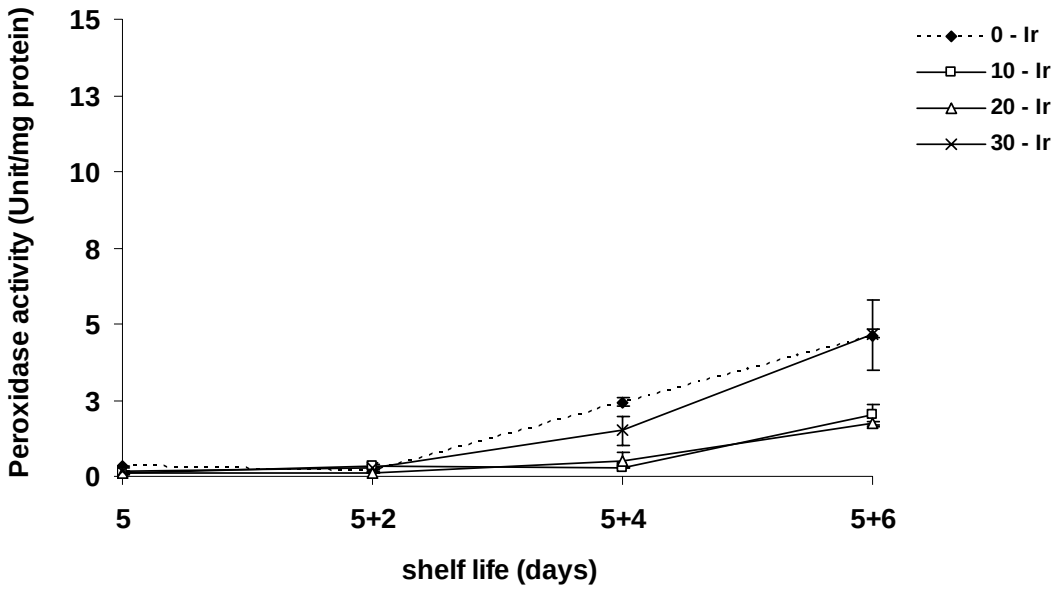
ภาพที่ 1.2.21 คะแนนเนื้อสัมผัส (ความอ่อนนิ่ม) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน



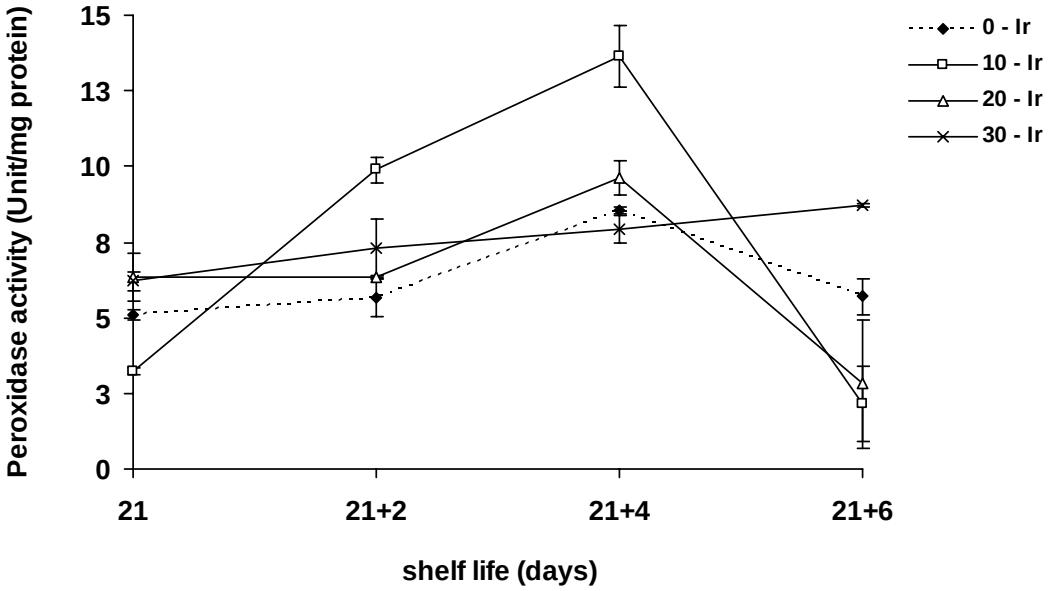
ภาพที่ 1.2.22 คะแนนการยอมรับด้านรสชาติของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน



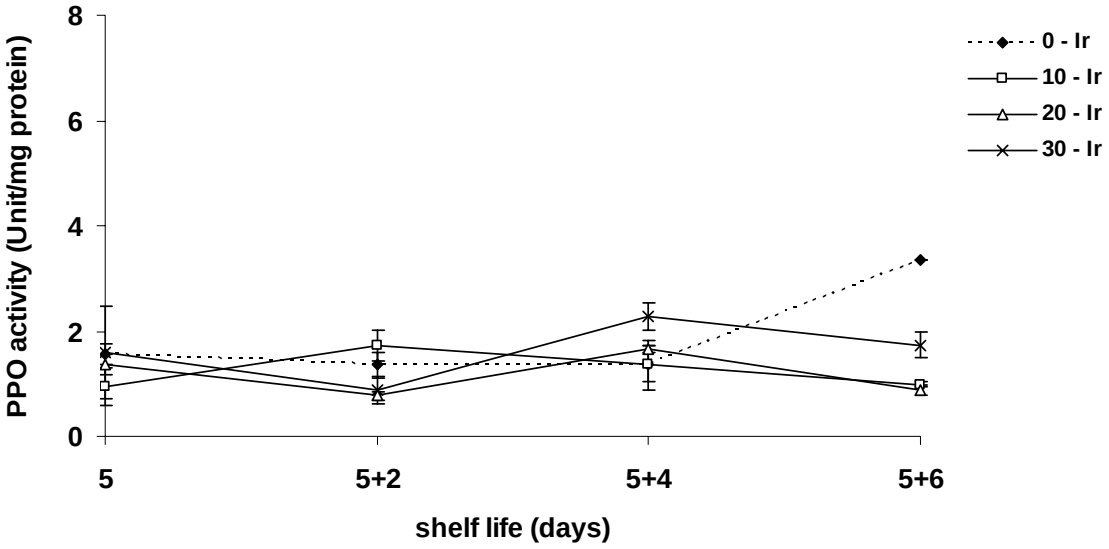
ภาพที่ 1.2.23 คะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภคมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน



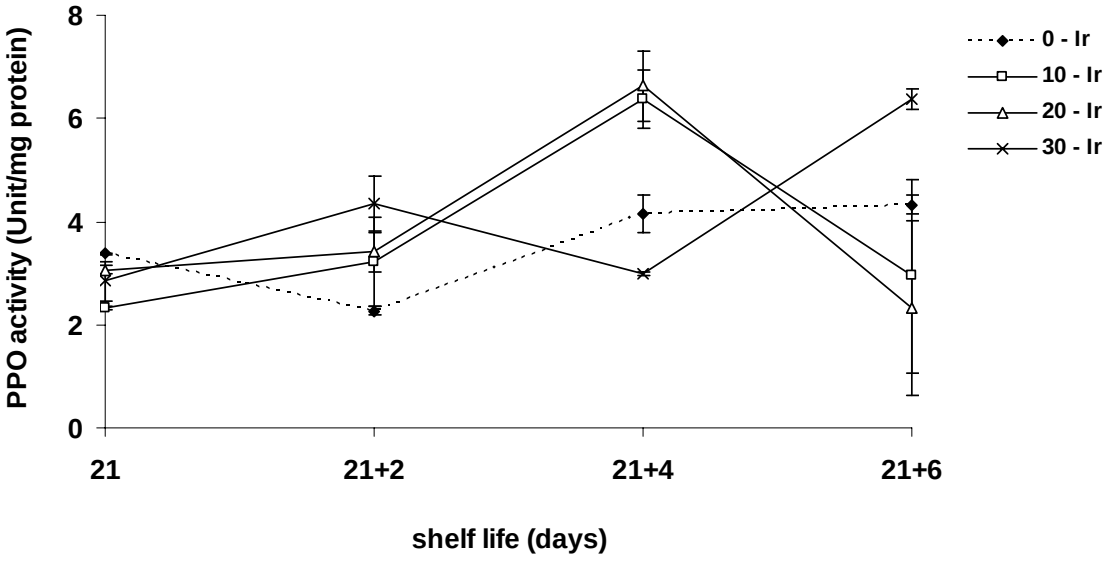
ภาพที่ 1.2.24 กิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน



ภาพที่ 1.2.25 กิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน



ภาพที่ 1.2.26 กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน



ภาพที่ 1.2.27 กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

การทดลองที่ 1.3 ศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อคุณภาพและการเกิดเนื้อสีน้ำตาลของมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาต่างๆ

ผลของรังสีแกมมาต่อการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพและการเกิดสีน้ำตาลของมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะการสุกแก่ต่างกัน 2 วัย โดยระยะความสุกแก่ของมะม่วงที่ใช้ในการทดสอบมี 2 ระยะ โดยทำการคัดเลือกมะม่วงด้วยการนำไปลอยในน้ำเกลือที่ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และคัดแยกมะม่วงออกเป็น 2 กลุ่มคือ มะม่วงที่จมในน้ำเกลือ (มะม่วงที่สุกแก่จัดเต็มที่) และมะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือ (โดยมีพื้นที่ผลที่ลอยอยู่เหนือผิวน้ำขนาดเท่าเหรียญ 10 บาท คือมะม่วงที่สุกแก่ประมาณ 85-90%) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน เพื่อจำลองการขนส่งและวางจำหน่าย ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์การเกิดเนื้อสีน้ำตาลและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วงที่มีความสุกแก่แตกต่างกันในด้านต่างๆ พบว่าให้ผลการทดลองดังนี้

<u>การเกิดเนื้อสีน้ำตาล</u>

จากการศึกษาพบว่า มะม่วงที่เก็บเกี่ยวที่ระดับความสุกแก่แตกต่างกัน 2 ระดับ (จมน้ำเกลือและลอยน้ำเกลือโดยที่มีพื้นที่ผิวลอยอยู่เหนือน้ำเกลือขนาดเท่าเหรียญ 10 บาท) เมื่อนำไปฉายรังสีแกมมาและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (13 องศาเซลเซียส) นาน 5 และ 21 วัน ไม่ปรากฏลักษณะการเกิดเนื้อที่มีลักษณะแข็งและเป็นน้ำตาลแต่อย่างใด

<u>เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงของโรคแอนแทรกโนส</u>

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนสและความรุนแรงของโรคแอนแทรกโนส พบว่ามะม่วงที่ฉายและไม่ฉายรังสีแกมมาเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน ยังไม่ปรากฏอาการของโรคแอนแทรกโรค แต่เมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็น 21 วัน พบว่ามะม่วงที่จมในน้ำเกลือและไม่ฉายรังสีแกมมา (จม-Non Ir) เริ่มพบการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสเท่ากับ 11.11 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ทรีตเมนท์อื่นยังไม่ปรากฏอาการของโรค และเมื่อย้ายมะม่วงมาวางไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่ามะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีการเข้าทำลายของเชื้อราเพิ่มมากขึ้น (20.63-38.89 เปอร์เซ็นต์) และในขณะเดียวกันความรุนแรงของโรคก็เพิ่มสูงขึ้นด้วย (ภาพที่ 1.3.1-1.3.2) อย่างไรก็ตาม เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนสและความรุนแรงของการเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาทั้ง 2 วัย ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 1.3.1-1.3.2) จากผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่า การเกิดโรคและระดับความรุนแรงของโรคไม่ได้ขึ้นอยู่กับผลของการฉายรังสีแกมมาและระยะความสุกแก่ของมะม่วงทั้ง 2 ระยะที่ใช้ทดสอบ ทั้งนี้การเกิดโรคของมะม่วงที่มาก หรือน้อย อาจขึ้นอยู่กับการจัดการและควบคุมโรคตั้งแต่ในแปลงปลูกของเกษตรกร

<u>เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงของโรคขั้วผลเน่า</u>

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคขั้วผลเน่าและความรุนแรงของโรคขั้วผลเน่า พบว่ามะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือและฉายรังสีแกมมา (ลอย-Ir) เริ่มพบอาการของโรคขั้วผลเน่าตั้งแต่วันที่ 5 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส และเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้นเป็นเวลา 21 วัน พบว่ามะม่วงในทุกทรีตเมนต์มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและระดับความรุนแรงของโรคขั้วผลเน่าเพิ่มสูงขึ้น เป็น 33.33-88.89 เปอร์เซ็นต์ และ 0.84-2.50 คะแนน ตามลำดับ

และเมื่อย้ายมะม่วงออกมาวางจำหน่ายที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ผลปรากฏว่าจำนวนมะม่วงที่เป็นโรคเพิ่มสูงขึ้นและการพัฒนาของอาการโรคก็เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน (ภาพที่ 1.3.3-1.3.4, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.3-1.3.4) อย่างไรก็ตามทำการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่หากพิจารณาระดับความรุนแรงของการเกิดโรคจะพบว่ามะม่วงที่จมน้ำเกลือและไม่ได้ผ่านการฉายรังสีแกมมา มีความอ่อนแอต่อโรคขั้วผลเน่าที่มากที่สุด ซึ่งทั้งนี้อาจเนื่องจากมะม่วงที่จมน้ำเกลือจะมีความสุกแก่เต็มที่ จึงทำให้ปริมาณสารที่มีฤทธิ์ต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืชลดลง และจากการศึกษาของ who (2000) พบว่าการฉายรังสีแกมมามีผลทำให้ผลไม้มีการสุกช้าลงได้ ดังนั้นในการที่มะม่วงที่จมในน้ำเกลือมีระดับความรุนแรงของโรคสูง จึงเป็นไปได้ว่าเป็นผลของปริมาณสารต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ที่มีปริมาณน้อยในผลมะม่วงร่วมกับการที่มะม่วงไม่ได้รับการฉายรังสีแกมมาก็เป็นได้ เมื่อทำการเปรียบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนสและโรคขั้วผลเน่าของมะม่วง จะพบว่ามะม่วงที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้มีการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุโรคขั้วผลเน่าสูงมากกว่าโรคแอนแทรกโนสนั้น อาจเป็นผลเนื่องจากการจัดการโรคแอนแทรกโนสเริ่มต้นที่ดีจากแปลงปลูกของเกษตรกร และอาจเป็นผลเนื่องจากการจุ่มมะม่วงในสารกำจัดเชื้อราโปรคลอราซความเข้มข้นสูง 1000 ppm ก่อนการบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูก ซึ่งปกติแล้วสารกำจัดเชื้อราโปรคลอราซนี้มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมโรคแอนแทรกโนส และเป็นสารที่นิยมใช้กับมะม่วงทั้งในแปลงและหลังการเก็บเกี่ยว

<u>การเกิดเลนติเซลสีดำ</u>

การปรากฏของเลนติเซลสีดำ หรือน้ำตาลเข้มที่บริเวณผิวของมะม่วง โดยปกติแล้วผลมะม่วงที่แก่จัดจะเห็นเลนติเซลชัดมากกว่ามะม่วงที่ยังอ่อนอยู่ และเมื่อมะม่วงสุกแก่ทางสรีระมากขึ้น การปรากฏของเลนติเซลก็จะเด่นชัดมากขึ้น ดังนั้นจากการทดลองนี้จึงพบว่า มะม่วงที่จมในน้ำเกลือมีคะแนนการเกิดเลนติเซลสีดำสูงกว่ามะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือ และพบว่าการฉายรังสีแกมมามีผลทำให้เลนติเซลได้รับความเสียหายเพิ่มมากขึ้นและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มถึงดำ นอกจากนั้นยังพบว่าการเก็บรักษามะม่วงเป็นเวลานานมากขึ้นก็มีผลทำให้คะแนนการเกิดเลนติเซลสีดำเพิ่มสูงขึ้นด้วย เมื่อเก็บรักษามะม่วงไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน พบว่ามะม่วงที่จมในน้ำเกลือและเมื่อนำมาฉายรังสีแกมมามีคะแนนการเกิดเลนติเซลสีดำสูงที่สุด คือ 2.89 คะแนน ส่วนมะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือเมื่อนำมาฉายรังสีแกมมามีคะแนนการเกิดเลนติเซลสีดำต่ำที่สุด คือ 1.80 คะแนน (ภาพที่ 1.3.5, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.5)

<u>ความแน่นเนื้อ</u>

ค่าความแน่นเนื้อของมะม่วงเริ่มต้นทั้งที่ผ่านการฉายรังสีและไม่ได้ฉายรังสีแกมมามีค่าประมาณ 58.90-59.87 นิวตัน แต่เมื่อเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน พบว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาทั้ง 2 วัย มีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือมีค่าอยู่ระหว่าง 33.55-35.19 นิวตัน ในขณะที่มะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมามีค่าความแน่นเนื้อที่ต่ำกว่า คือ อยู่ระหว่าง 15.19-18.59 นิวตัน ดังนั้นจะเห็นว่าการฉายรังสีแกมมามีผลชะลอการอ่อนนิ่มของมะม่วงได้ แต่เมื่อเก็บรักษามะม่วงไว้นานมากขึ้น (หรือ 21 วัน) ผลปรากฏว่าค่าความแน่นเนื้อของมะม่วงลดลงเหลือเพียง 2.55-3.68 นิวตัน โดยที่มะม่วงเก็บเกี่ยวในวัยที่อ่อนกว่า (ลอยน้ำเกลือ) เมื่อนำมาฉายรังสีแกมมา พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อน้อยกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมาและน้อยกว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในวัยที่แก่กว่า (จมน้ำเกลือ) อย่างไรก็ตามกรณี

ที่เก็บรักษานานมากกว่า 21 วันขึ้นไป จะพบว่าการฉายรังสีแกมมาจะไม่มีผลชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในวัยที่แก่จัด (จมในน้ำเกลือ) (ภาพที่ 1.3.6, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.6)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะม่วงทุกทรีตเมนท์เริ่มต้นมีค่าประมาณ 6.33-8.05 องศาบริกซ์ จากนั้นจะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา พบว่าเมื่อเก็บรักษามะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสผ่านไปได้ 5 วัน มะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะแก่จัด (จมในน้ำเกลือ) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่า (หรือหมายถึงหวานกว่า) มะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนกว่า (ลอยน้ำเกลือ) โดยในระยะนี้จะไม่พบว่าการฉายรังสีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 21 วัน จะพบว่าการฉายรังสีมีผลทำให้ชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ หรือมะม่วงมีการพัฒนาความหวานช้ากว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อย้ายมะม่วงออกมาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ปรากฏว่ามะม่วงทุกทรีตเมนท์มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มสูงเป็น 14.97-19.10 องศาบริกซ์ หรือเพิ่มขึ้นจากวันแรกเท่ากับ 1-1.2 เท่า โดยที่มะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์ในระยะวางจำหน่ายนี้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 1.3.7, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.7)

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของสีเปลือกมะม่วง จากผลการทดลอง พบว่าค่า L* ของเปลือกมะม่วงเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 68.64-68.80 และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน พบว่าค่า L* ของเปลือกมะม่วงทุกทรีตเมนท์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 21 วัน พบว่าค่า L* ของมะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมามีการเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือกมากกว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่หากเก็บรักษามะม่วงไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วันแล้วย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน พบว่า ค่า L* ของสีเปลือกมะม่วงในทุกทรีตเมนท์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 1.3.8A, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.8) สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่า L* ของสีเนื้อมะม่วง พบว่าค่า L* ของเนื้อมะม่วงเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 81.95-83.23 และเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน พบว่าค่า L* ของสีเนื้อมะม่วงทุกทรีตเมนท์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 21 วัน พบว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมามีค่าความสว่าง (L*) ใกล้เคียงกับวันแรกของการเก็บรักษา นั่นคือ สีเนื้อมะม่วงยังคงสว่างอยู่ ไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลือง ในทางตรงกันข้ามสีเนื้อของมะม่วงที่ไม่ฉายรังสีเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของค่า L* โดยพบว่าค่า L* ของมะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมามีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย และจะพบว่าลดลงมากขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน 21 วัน โดยจะพบว่าสีเนื้อของมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนกว่า (ลอยน้ำเกลือ) จะมีการเปลี่ยนแปลงค่า L* ที่ชัดเจนกว่าสีเนื้อมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่สุกจัด (จมน้ำเกลือ) ทั้งนี้อาจเนื่องจากมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่แก่จัดได้ผ่านระยะการพัฒนาของสีเนื้อจากขาว-สีเหลืองอ่อนเป็นสีเหลืองที่เข้มขึ้นแล้ว ดังนั้นจึงเห็นการเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเนื้อมะม่วงที่แก่จัด (จมน้ำเกลือ) ไม่เด่นชัดเท่ากับมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนกว่า นอกจากนี้พบว่าค่า L* ของมะม่วงทุกชุดการทดลองที่ย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียสนั้น จะมีค่าไม่มีแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 1.3.8B, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.9)

การเปลี่ยนแปลงค่า a* ของสีเปลือกมะม่วง พบว่าค่า a* ของเปลือกมะม่วงเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ -7.65 ถึง -8.84 และเมื่อเก็บรักษามะม่วงไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานขึ้น ผลปรากฏว่าค่า a* ของสีเปลือก

มะม่วงจะค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะในวันที่ 21 วัน พบว่าค่า a* ของมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะความสุกแก่ 80-85 เปอร์เซ็นต์ (ลอยน้ำเกลือ) และไม่ได้ฉายรังสีแกมมา มีการเปลี่ยนแปลงค่า a* ของสีเปลือกมะม่วงที่รวดเร็วมากกว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่จัด (ความสุกแก่ประมาณ 85-90 เปอร์เซ็นต์) และมากกว่าในทรีตเมนท์อื่นๆ และเมื่อย้ายมะม่วงมาไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ผลปรากฏว่าค่า a* ของสีเปลือกมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมามีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และมีค่า a* ที่สูงกว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบผลของรังสีแกมมาที่มีต่อวัยของมะม่วง พบว่าค่า a* ของสีเปลือกมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในวัยที่แตกต่างกัน 2 วัยนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อย้ายมะม่วงออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน (ภาพที่ 1.3.9A, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.10) สำหรับค่า a* ของสีเนื้อมะม่วง พบว่าค่า a* ของเนื้อมะม่วงเริ่มต้น มีค่าเท่ากับ -3.85 ถึง -2.97 ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่า a* ของสีเปลือกมะม่วง ค่า a* ของสีเนื้อมะม่วงในทุกทรีตเมนท์จะเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้นอย่างไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ยกเว้นเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ที่พบว่าค่า a* ของสีเนื้อมะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือ (มะม่วงวัยอ่อนกว่า) และฉายรังสีแกมมามีการเปลี่ยนแปลงของค่า a* น้อยกว่ามะม่วงในทรีตเมนท์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรือนั่นหมายถึงการฉายรังสีจะมีผลชะลอกระบวนการสุก หรือการพัฒนาของสีเนื้อมะม่วงด้วย แต่หากมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในวัยที่แก่จัดแล้ว กระบวนการสุกของมะม่วงได้พัฒนาไปก่อนหน้านี้แล้ว ดังนั้นการฉายรังสีแกมมาจึงไม่มีผลต่อการพัฒนาสีเนื้อของมะม่วงแต่อย่างใด (ภาพที่ 1.3.9B, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.11)

การเปลี่ยนแปลงค่า b* ของสีเปลือกมะม่วงและเนื้อมะม่วงเป็นค่าที่บ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงสีผิวหรือเนื้อเป็นสีเหลืองได้ จากผลการทดลองพบว่าการฉายรังสีแกมมามีผลชะลอการพัฒนาสีเหลืองของเปลือกมะม่วง และยังพบว่าการฉายรังสีแกมมามีผลชะลอการพัฒนาสีเหลืองของเปลือกมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อน (ลอยน้ำเกลือ) มากกว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะแก่จัด (จมน้ำเกลือ) โดยมะม่วงมีค่า b* เริ่มต้นเท่ากับ 30.80-32.18 จากนั้นค่า b* จะค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา และมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อมะม่วงถูกย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน (ภาพที่ 1.3.10A, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.12) ในทำนองเดียวกับค่า b* ของสีเนื้อมะม่วง พบว่ามะม่วงที่แก่จัด (จมน้ำเกลือ) จะมีการพัฒนาของสีเนื้อก่อนนำไปฉานรังสีแกมมาแล้ว ในขณะที่มะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนกว่ายังมีการพัฒนาของสีเนื้อไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นเมื่อนำมะม่วงที่เก็บเกี่ยวทั้ง 2 ระยะนี้ ไปฉายรังสีแกมมา และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จึงพบว่าค่า b* ของมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะแก่จัดทั้งที่ฉายและไม่ฉายรังสีแกมมาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามเป็นที่เด่นชัดว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาจะมีการพัฒนาของสีเปลือกและสีเนื้อช้ากว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉาย และผลของรังสีแกมมาจะมีมากกับมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อน (ลอยน้ำเกลือ) (ภาพที่ 1.3.10B, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.13)

ค่า Hue angle เป็นค่าที่แสดงถึงเฉดสี กรณีค่า hue anlge อยู่ระหว่าง 120-150 องศา ผลผลิตก็จะมีสีเขียว แต่หากมีค่าเข้าใกล้ 90 องศา ผลผลิตก็จะมีสีเหลือง และจะเหลืองมากขึ้นจนถึงสีส้ม-แดง เมื่อค่า hue angle น้อยกว่า 90 องศา ซึ่งค่า Hue angle ของสีเปลือกมะม่วงเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 103.33-106.15 (สีเขียวอ่อน) จากนั้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานมากขึ้นปรากฏว่าค่า Hue angle จะลดลง โดยในวันที่ 21+2 วัน มีค่าเท่ากับ 78.51-83.31 (สีเหลือง) อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของค่า Hue angle ใน 5 วันแรกของการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์ แต่จะพบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน 21 วัน และหลังจากย้ายมาไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส โดยที่มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาจะมีค่า Hue angle ที่สูงกว่า (มีสีเขียวมากกว่า) มะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสี (มีสีเหลือง) นั่นหมายถึงการฉายรังสีมีผลทำให้การพัฒนาสีเปลือกของมะม่วงช้าลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 1.3.11A, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.14) เมื่อพิจารณาค่า Hue angle ของเนื้อ

มะม่วง พบว่ามะม่วงที่ฉายและไม่ฉายรังสีแกมมามีค่า Hue angle ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นเมื่อเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จะพบว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะอ่อนและฉายรังสีแกมมาจะมีการเปลี่ยนแปลงสีเฉดช้ากว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวระยะอ่อนและไม่ฉายรังสีแกมมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 1.3.11B, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.15)

ปริมาณสารประกอบฟีนอล

ในการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลของเนื้อมะม่วงที่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลโดยเปรียบเทียบกับเนื้อเยื่อปกติข้างเคียงนั้น ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่ได้ตรวจวิเคราะห์ เนื่องจากผลการศึกษาไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ว่าการเกิดเนื้อสีน้ำตาลของมะม่วง น่าจะเกิดจากความแตกต่างของวัยมะม่วงร่วมกับการฉายรังสีแกมมาและการเก็บรักษามะม่วงไว้ที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน ซึ่งในที่นี้คือ 21 วัน

กิจกรรมเอนไซม์ POD และ PPO

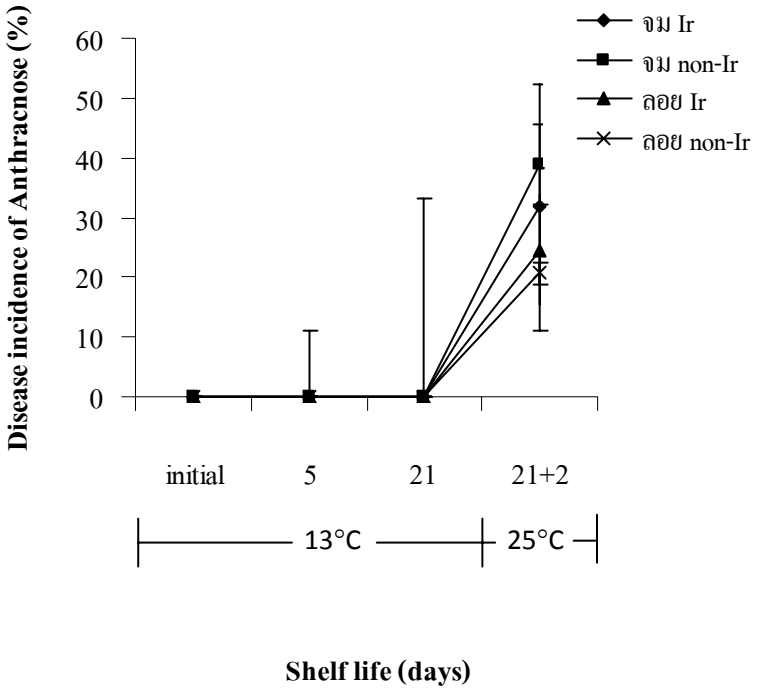
เอนไซม์ POD เป็นเอนไซม์ชนิดหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลเมื่อพืชได้รับความเครียด เช่น ความร้อน ความเย็น หรือถูกเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลาย เป็นกลไกลการป้องกันตัวเองอย่างหนึ่งของพืช จากการทดลองพบว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในวัยที่อ่อน (ลอยน้ำเกลือ) เมื่อนำไปฉายรังสีแกมมามีผลทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ POD เพิ่มสูงมากขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษาและวางจำหน่าย คือจากค่าเริ่มต้นเท่ากับ 12.61 unit/mg protein เพิ่มสูงขึ้นเป็น 57.96 unit/mg protein ในวันที่ 21+2 ในขณะที่มะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะอ่อนแต่ไม่ฉายรังสีแกมมา มีค่ากิจกรรมเอ็นไซม์ POD ใกล้เคียงกันตลอดการเก็บรักษาคือ 10.46-13.64 unit/mg protein สำหรับมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่แก่จัด ปรากฏว่ากิจกรรมของเอ็นไซม์ POD มีรูปแบบที่ไม่คงที่ คือมีกิจกรรมของเอ็นไซม์ POD ขึ้นๆลงๆ ตลอดจนพบว่ากิจกรรม POD ของมะม่วงที่จมน้ำเกลือและไม่ได้ฉายรังสีแกมมามีค่าสูงที่สุดคือ 52.93 unit/mg protein ในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา(ภาพที่ 1.3.12, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.16) สำหรับกิจกรรมของเอ็นไซม์ PPO เป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารประกอบฟีนอลและเกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลในผักและผลไม้ จากการศึกษาพบว่าในระยะแรกของการเก็บรักษา 0-5 วัน มะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีจะมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO น้อยกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนกว่า (ลอยในน้ำเกลือ) จะมีค่ากิจกรรมของ PPO สูงกว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่แก่จัด (จมน้ำเกลือ) เมื่อเก็บรักษามะม่วงไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 21 วัน หรือเมื่อย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ผลปรากฏว่ากิจกรรมของ PPO ในมะม่วงทั้ง 2 วัยมีรูปแบบที่แปรปรวนและไม่สามารถอธิบายผลการศึกษาได้ (ภาพที่ 1.3.13, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.17)

คะแนนการยอมรับของผู้บริโภค

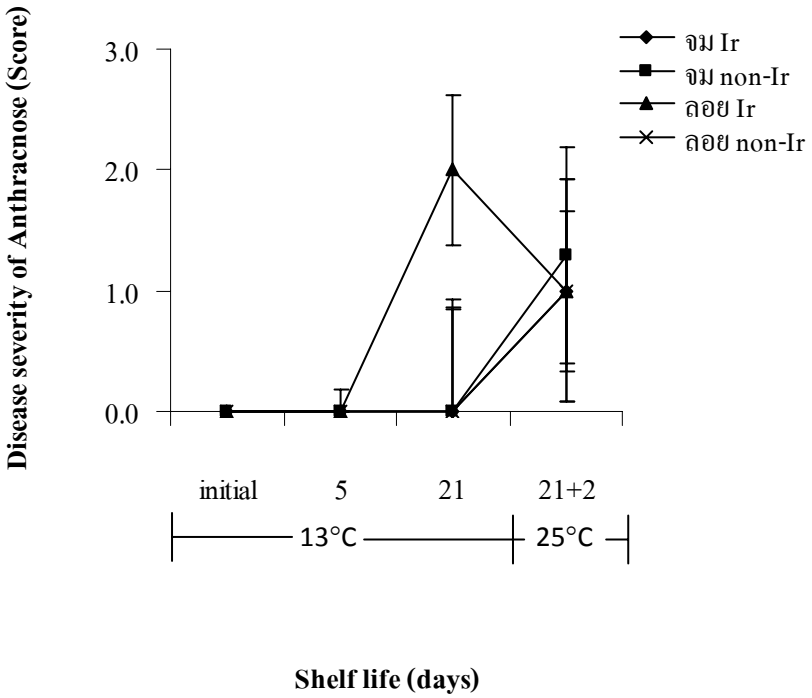
คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคมะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ทำโดยใช้ผู้ทดสอบ 10 คน ที่ไม่ได้ผ่านกานฝึกฝน โดยการให้คะแนนการยอมรับด้านต่างๆ ดังนี้ ลักษณะปรากฏภายนอก สีเปลือก สีเนื้อ กลิ่นหอม กลิ่นผิดปกติ เนื้อสัมผัส (ความอ่อนนิ่ม) รสชาติ และความชอบโดยรวม ผลทดสอบปรากฏดังนี้

คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอก พบว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในวัยที่แก่จัด หรือที่จมในน้ำเกลือไม่ได้ผ่านการฉายรังสีแกมมามีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏสูงที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 8.57

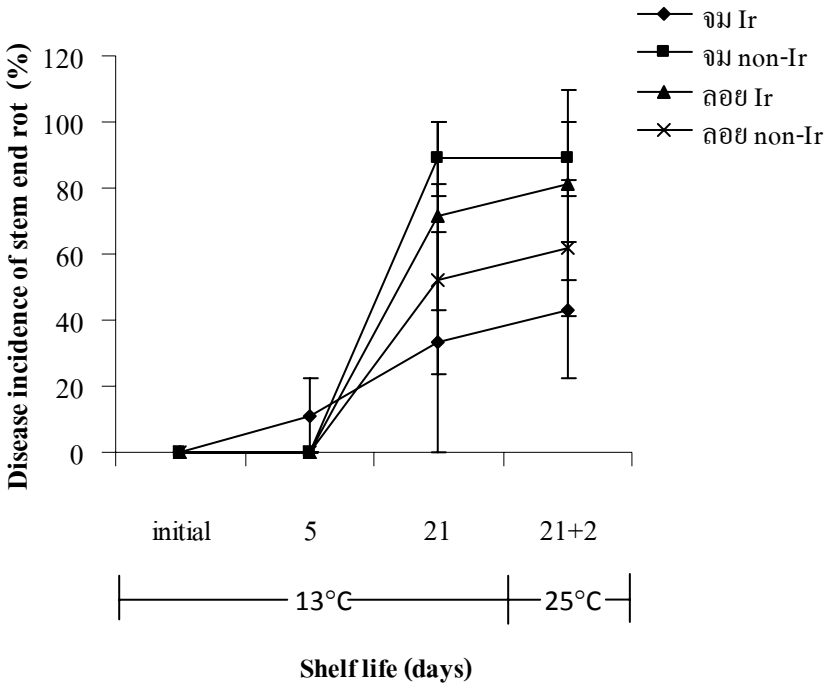
คะแนน ในขณะที่มะม่วงที่ลอยในน้ำเกลือทั้งที่ฉายและไม่ฉายรังสีแกมมา และมะม่วงที่จมในน้ำเกลือและนำไปฉายรังสีแกมมามีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอกใกล้เคียงกัน คือเท่ากับ 7.00-7.57 คะแนน (ภาพที่ 1.3.14A, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.18) คะแนนการยอมรับด้านสีเปลือก พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในวัยแก่ (จมน้ำเกลือ) และมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนกว่าแต่ไม่ฉายรังสี (7.86-8.29 คะแนน) มากกว่ามะม่วงที่อ่อนและฉายรังสีแกมมา (3.14 คะแนน)อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจากข้อมูลนี้แสดงให้เห็นว่า มะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะอ่อนแล้วนำไปฉายรังสีแกมมาจะมีการพัฒนาของสีเปลือกที่ช้า จึงมีผลทำให้คะแนนการยอมรับด้านสีเปลือกน้อยกว่ามะม่วงในทรีตเมนท์อื่น ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่าสีที่วัดได้ด้วยเครื่อง colorimeter (ภาพที่ 1.3.14B, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.18) ส่วนคะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อ พบว่ามะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในวัยที่อ่อนกว่าและฉายรังสีแกมมาจะมีคะแนนการยอมรับน้อยกว่ามะม่วงในทรีตเมนท์อื่นๆ (ภาพที่ 1.3.15A, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.18) คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นหอม พบว่าการฉายรังสีแกมมาไม่มีผลต่อคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของมะม่วง แต่พบว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในวัยที่แก่จัด (จมน้ำเกลือ) จะมีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นที่สูงกว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนกว่า (ลอยน้ำเกลือ) อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 1.3.15B, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.18) คะแนนกลิ่นผิดปกติ จากการทดสอบพบว่ามะม่วงที่เก็บรักษานานมากกว่า 21 วัน จะทำให้กลิ่นหอมของมะม่วงลดลง ในขณะเดียวกันการเกิดกลิ่นหมักก็ปรากฏเล็กน้อย เนื่องจากมะม่วงเริ่มเข้าสู่ขบวนการชราภาพ จากการทดสอบของผู้บริโภค พบว่ามะม่วงในทุกทรีตเมนท์มีคะแนนกลิ่นผิดปกติเพียง 2.21-3.59 คะแนน โดยแต่ละทรีตเมนท์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 1.3.16A, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.18) เช่นเดียวกับคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัส ที่พบว่ามะม่วงเริ่มอ่อนนิ่มลงและแต่ละทรีตเมนท์มีคะแนนไม่ความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 1.3.16B, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.18) คะแนนการยอมรับด้านรสชาติ พบว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะแก่จัดและไม่ฉายรังสีแกมมามีคะแนนการยอมรับด้านรสชาติสูงที่สุดคือ 8.57 คะแนน รองลงมาคือ มะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะแก่จัดและฉายรังสีแกมมา (7.57 คะแนน), มะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะอ่อนและไม่ฉายรังสีแกมมา (7.0 คะแนน) และมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะอ่อนและฉายรังสีแกมมา (6.0 คะแนน) จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า การฉายรังสีแกมมามีผลกระทบต่อการยอมรับด้านรสชาติของมะม่วงอย่างแน่นอน ซึ่งมีความสอดคล้องกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ภาพที่ 1.3.17A, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.20) เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับด้านความชอบโดยรวมของมะม่วงที่ฉายและไม่ฉายรังสีแกมมาจะพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อพิจารณาถึงการเก็บเกี่ยวมะม่วงในวัยที่แตกต่างกัน 2 ระยะ (มะม่วงที่แก่จัด และแก่ทางการค้า) พบว่ามีคะแนนการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน (ภาพที่ 1.3.17B, ตารางภาคผนวกที่ 1.3.18)



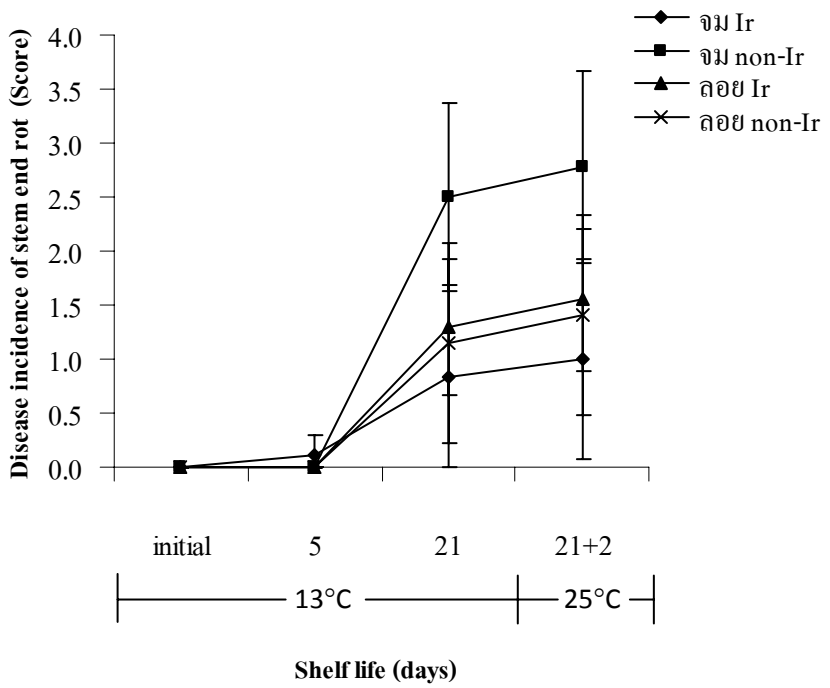
ภาพที่ 1.3.1 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน



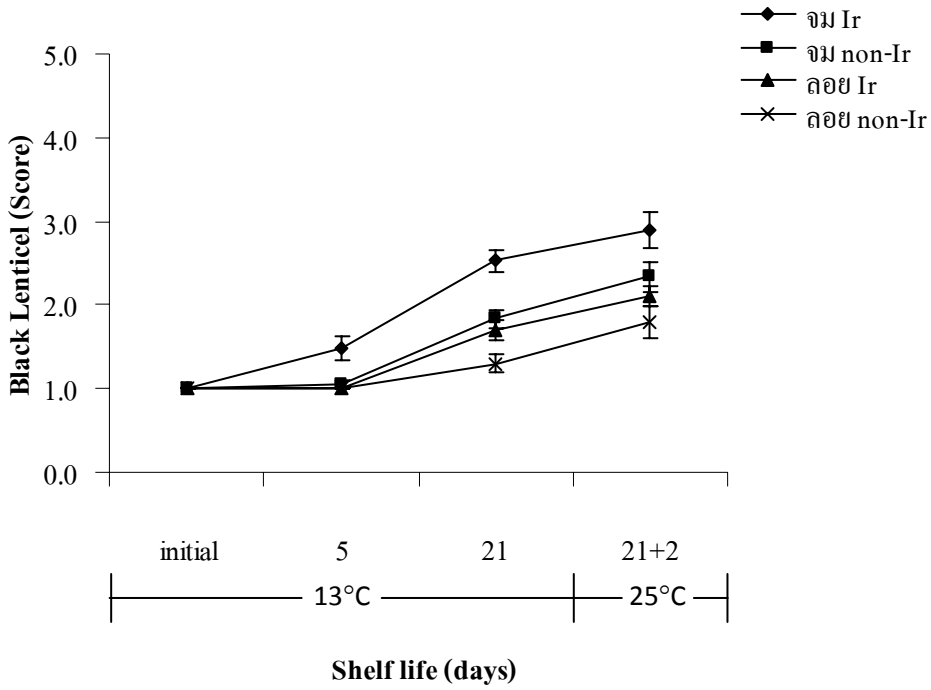
ภาพที่ 1.3.2 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อระดับความรุนแรงการเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้นเปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน



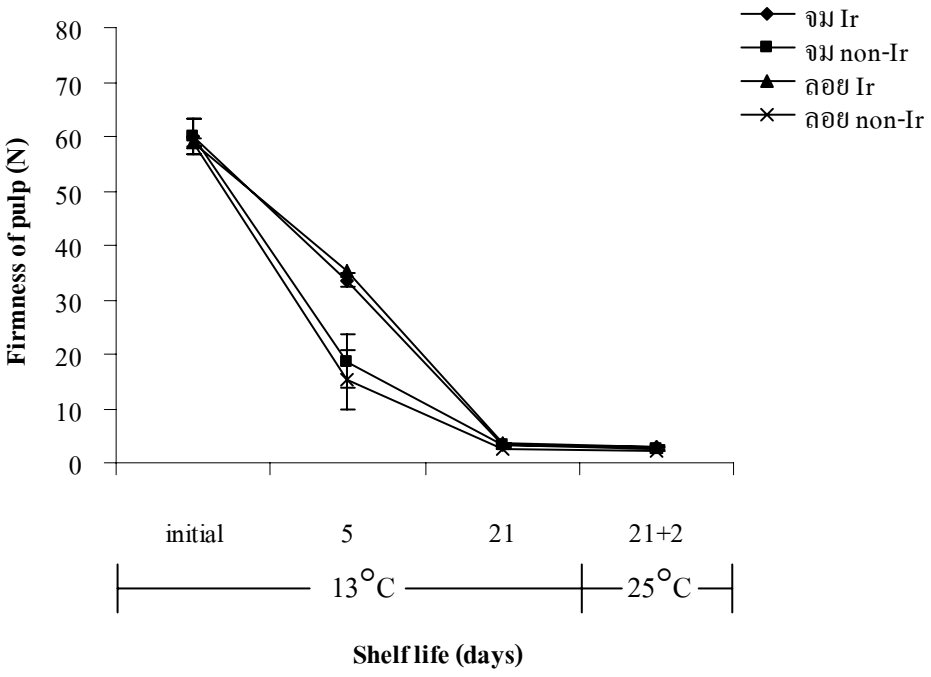
ภาพที่ 1.3.3 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน



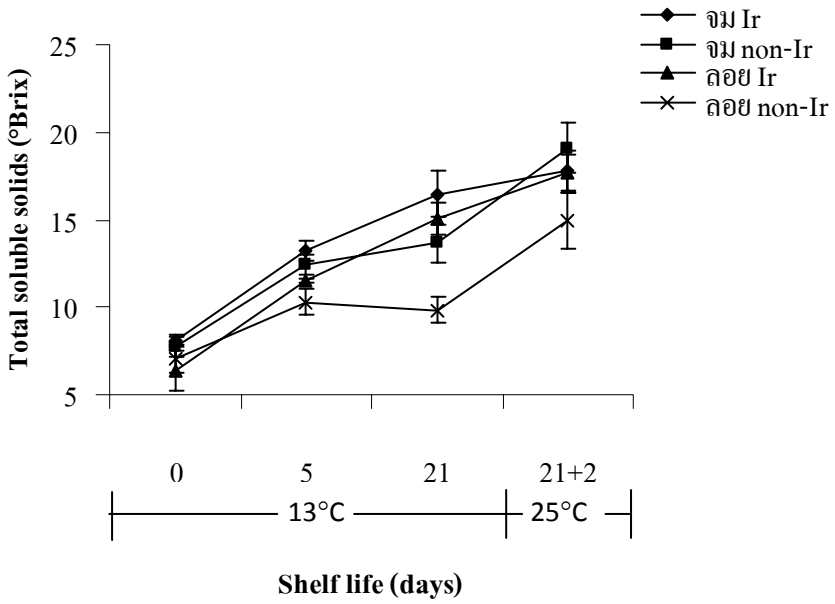
ภาพที่ 1.3.4 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อระดับความรุนแรงการเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน



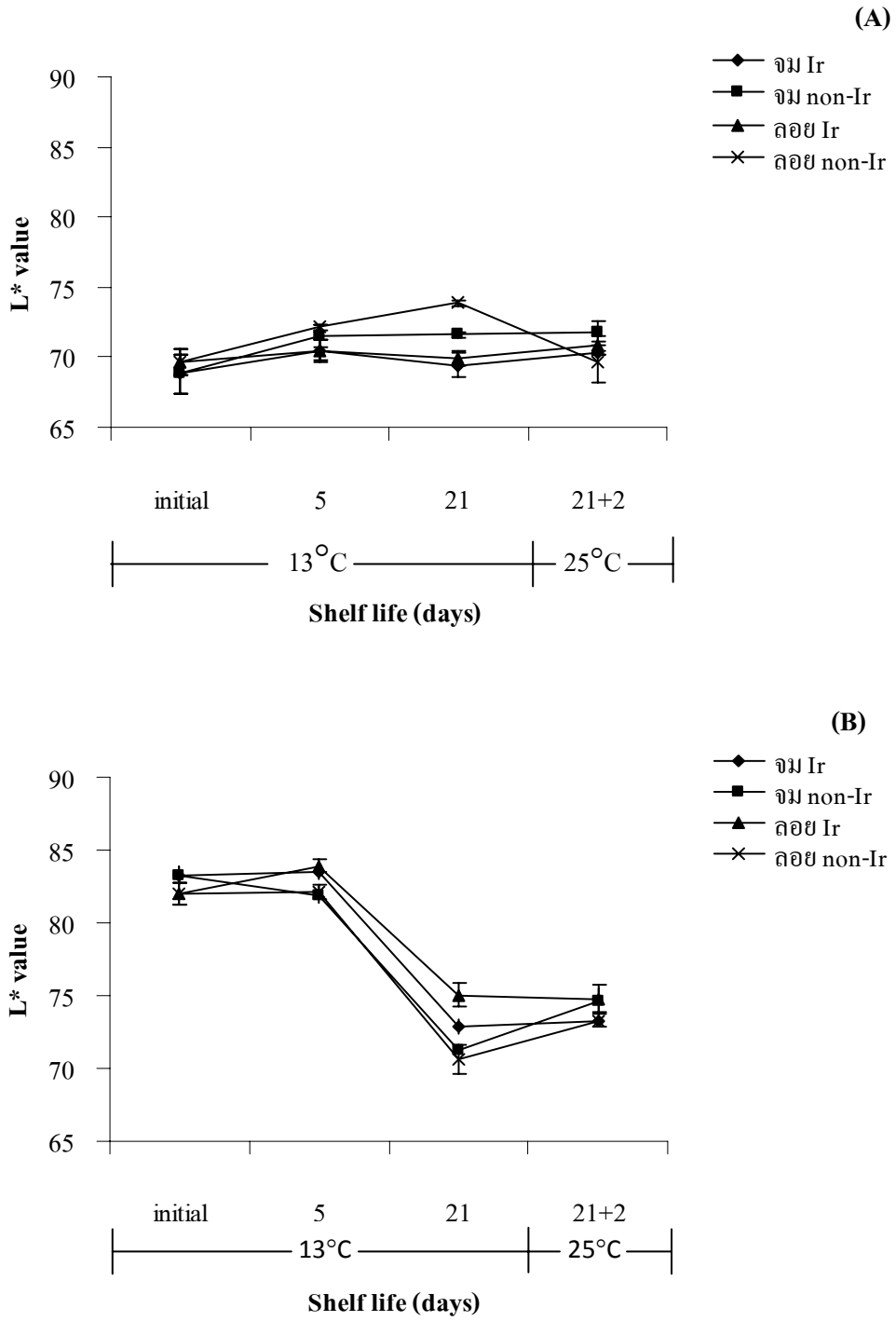
ภาพที่ 1.3.5 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อการปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน



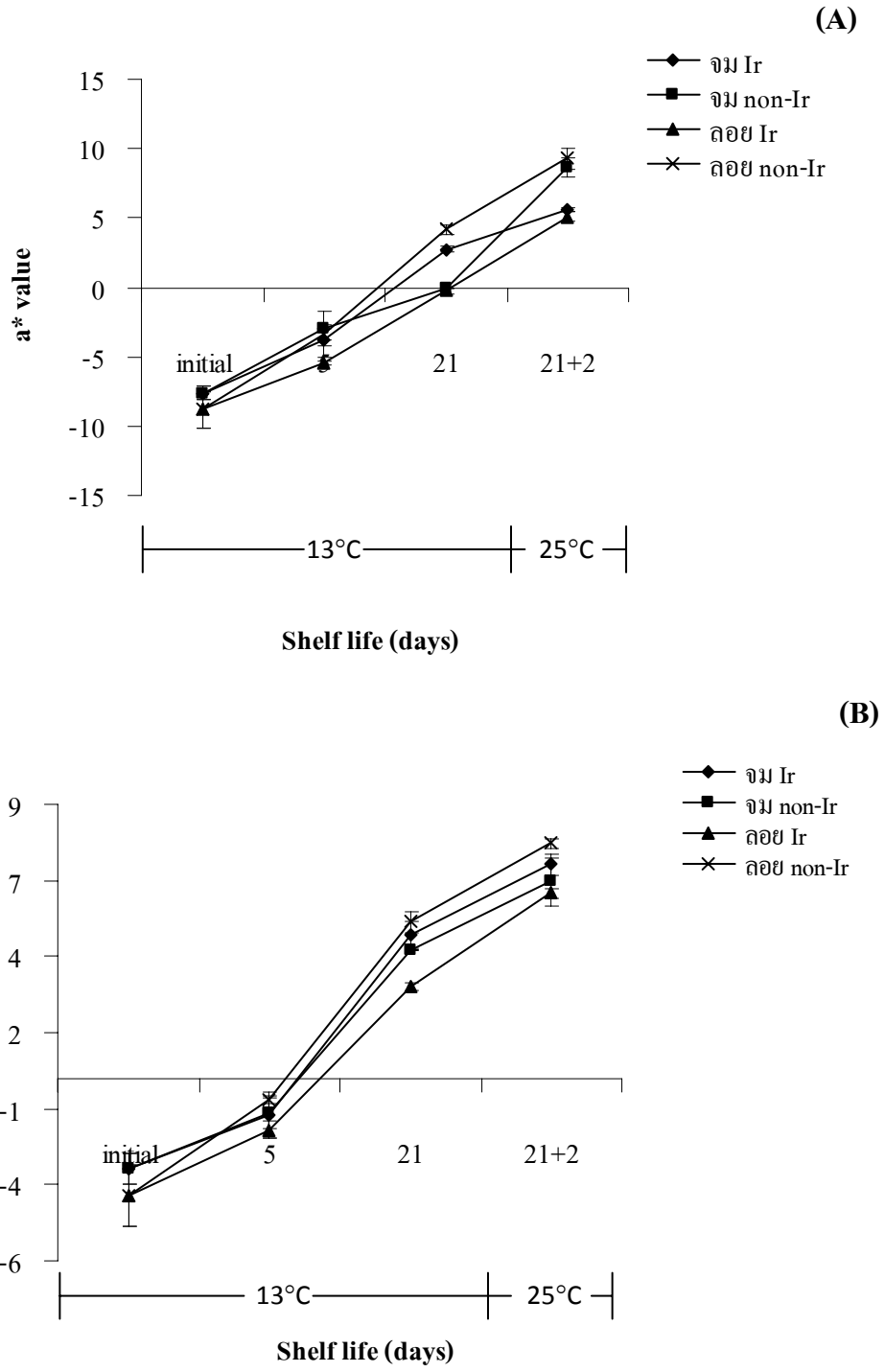
ภาพที่ 1.3.6 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน



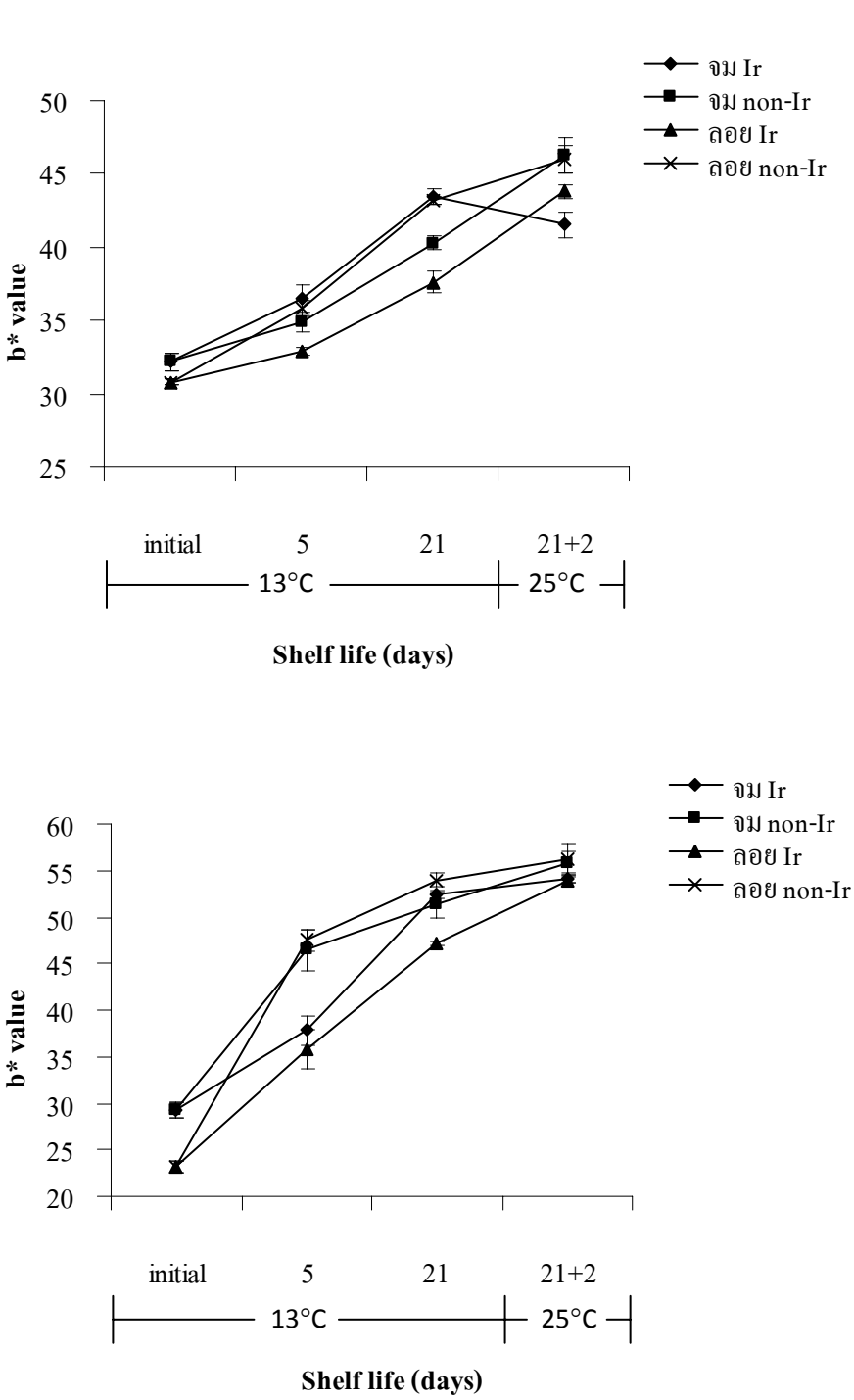
ภาพที่ 1.3.7 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน



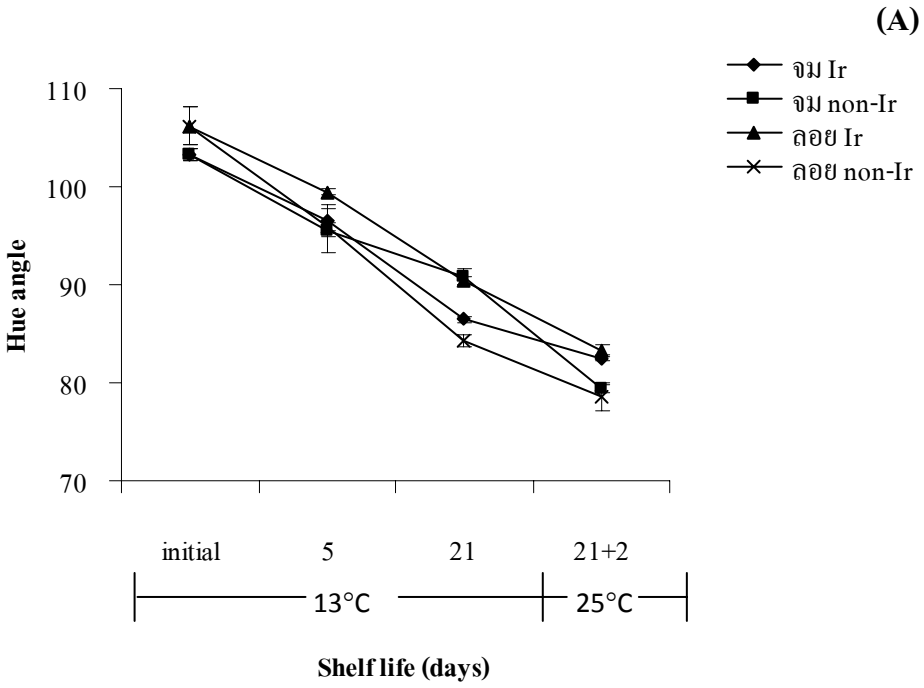
ภาพที่ 1.3.8 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า L* เปลือก (A) และเนื้อ (B) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

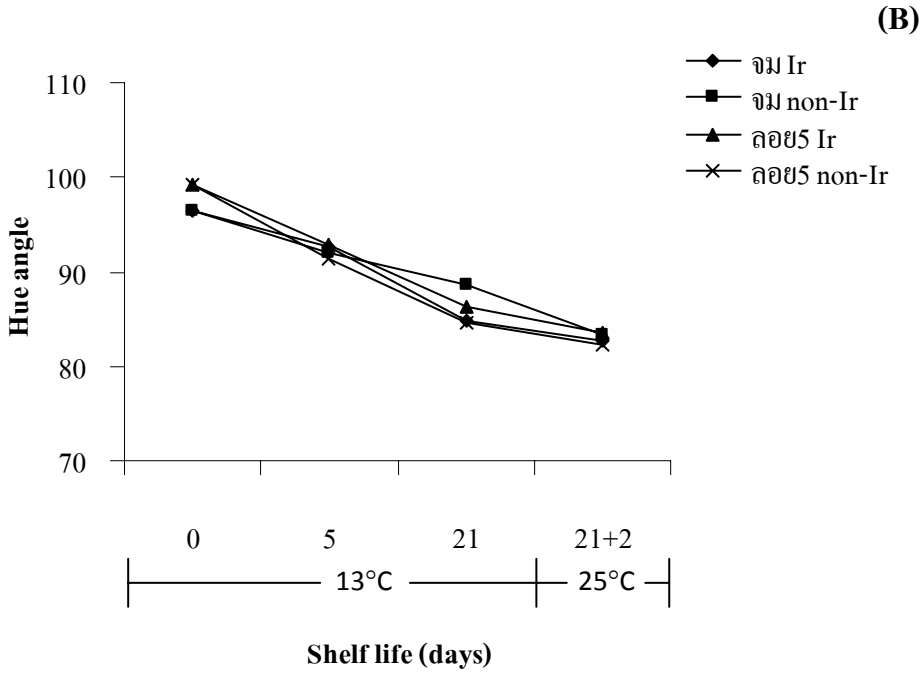


ภาพที่ 1.3.9 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า a* เปลือก (A) และเนื้อ (B) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

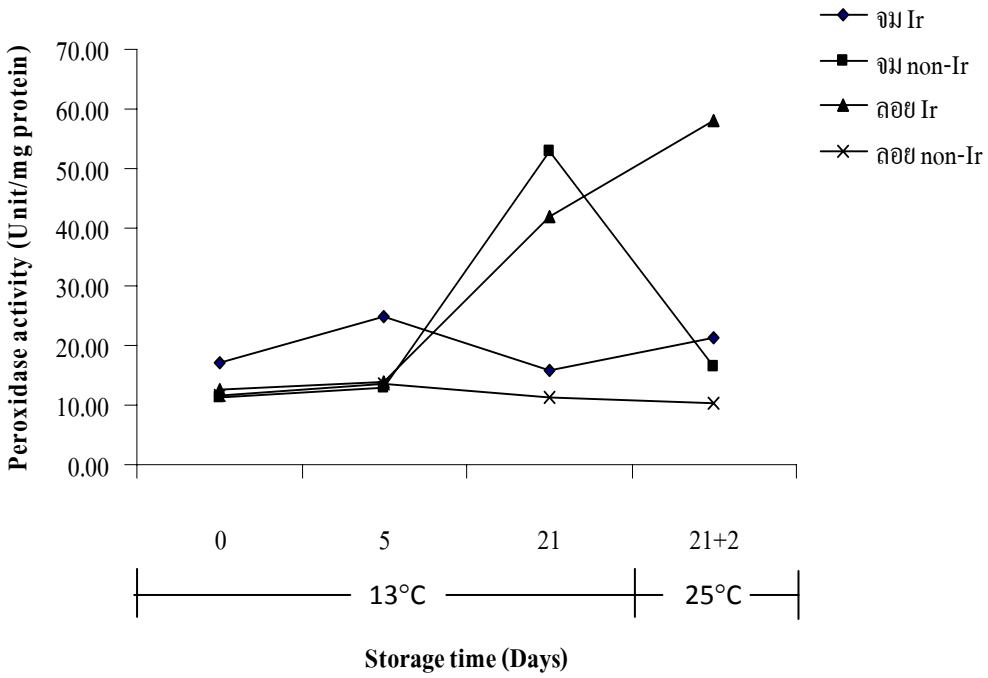


ภาพที่ 1.3.10 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า b* เปลือก (A) และเนื้อ (B) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

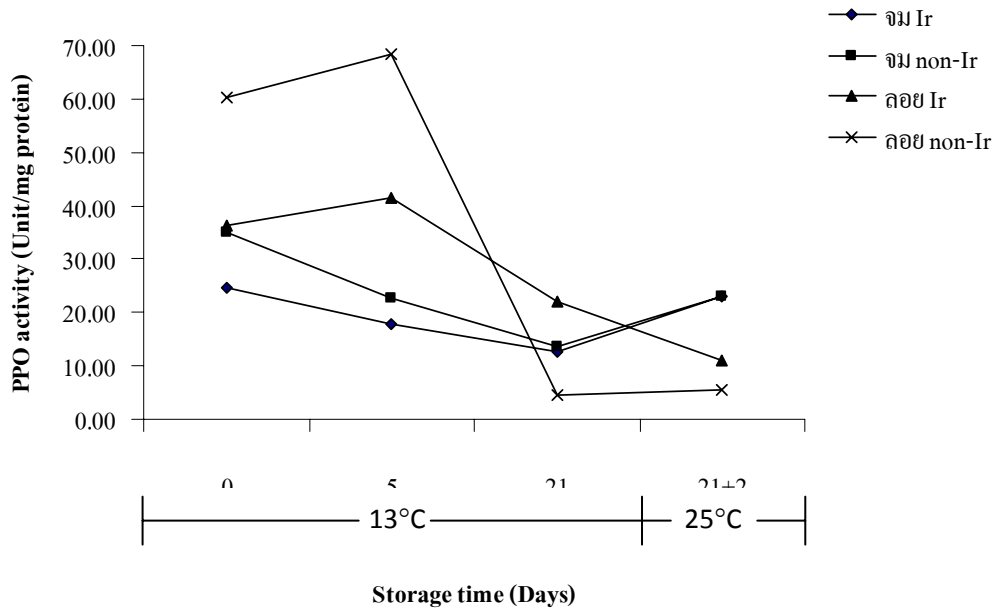




ภาพที่ 1.3.11 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า Hue angle ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

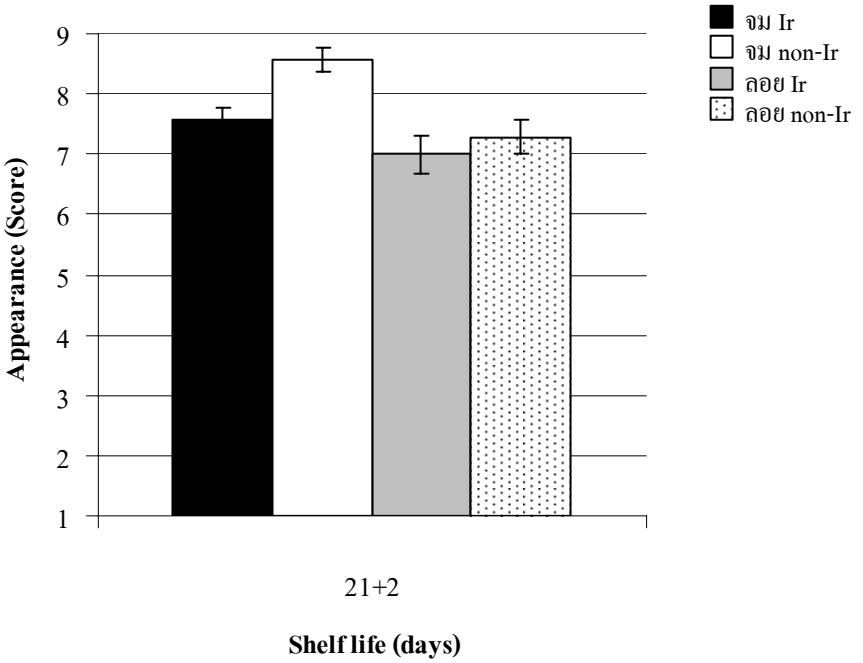


ภาพที่ 1.3.12 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อกิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

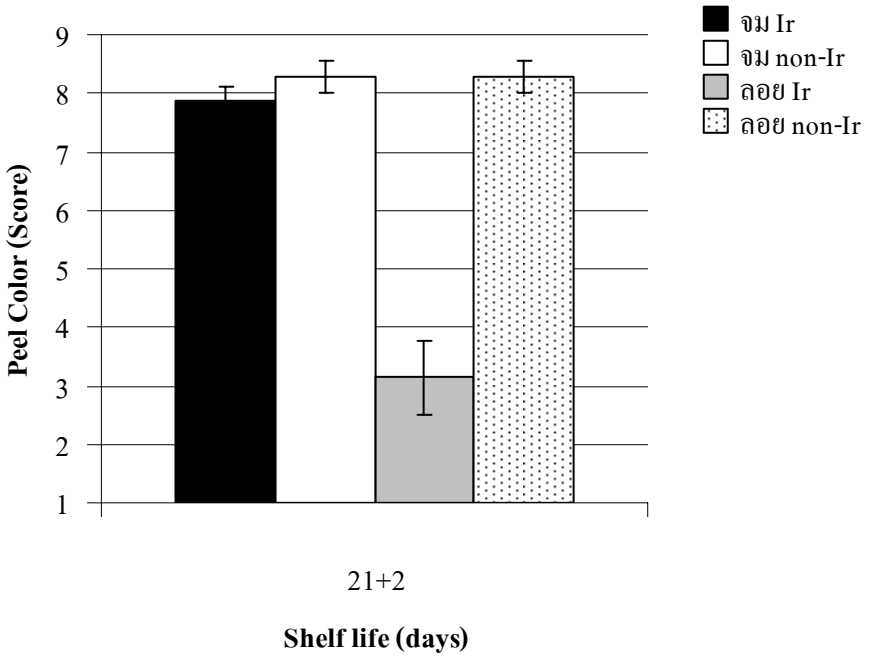


ภาพที่ 1.3.13 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

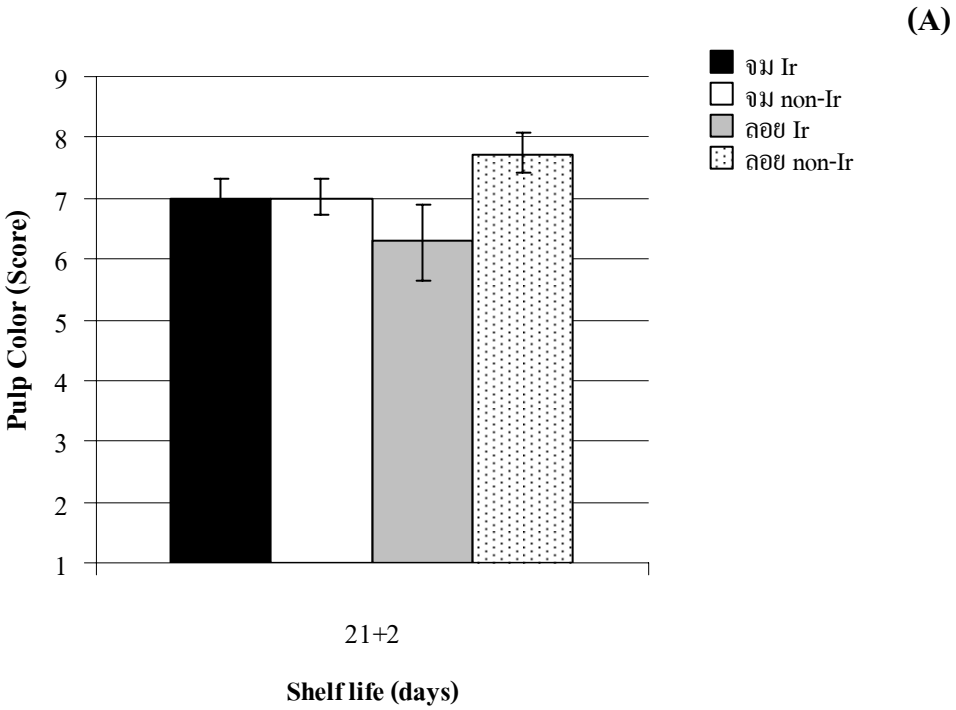
(A)

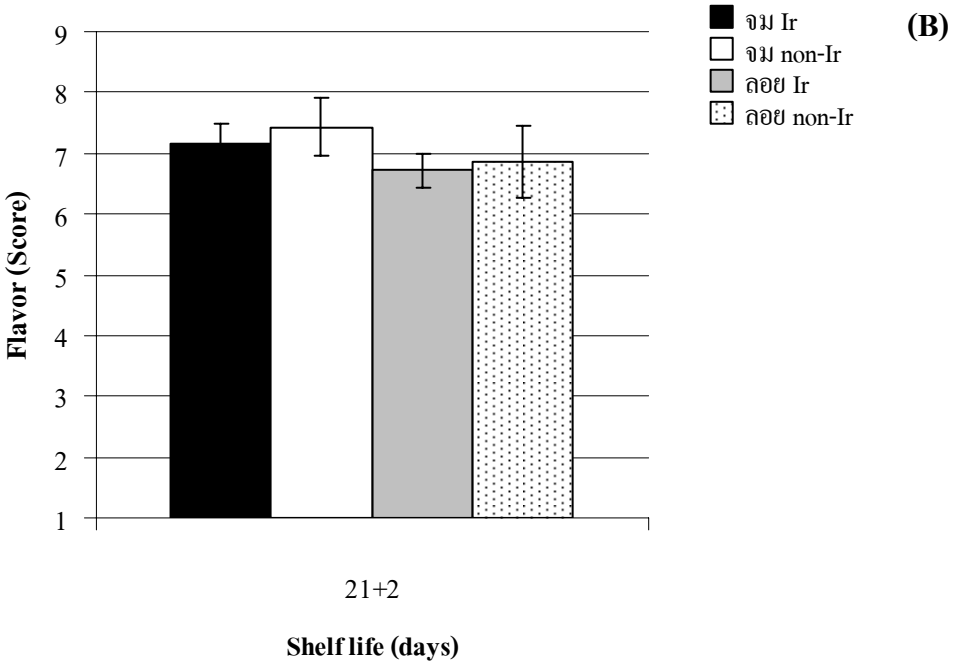


(B)

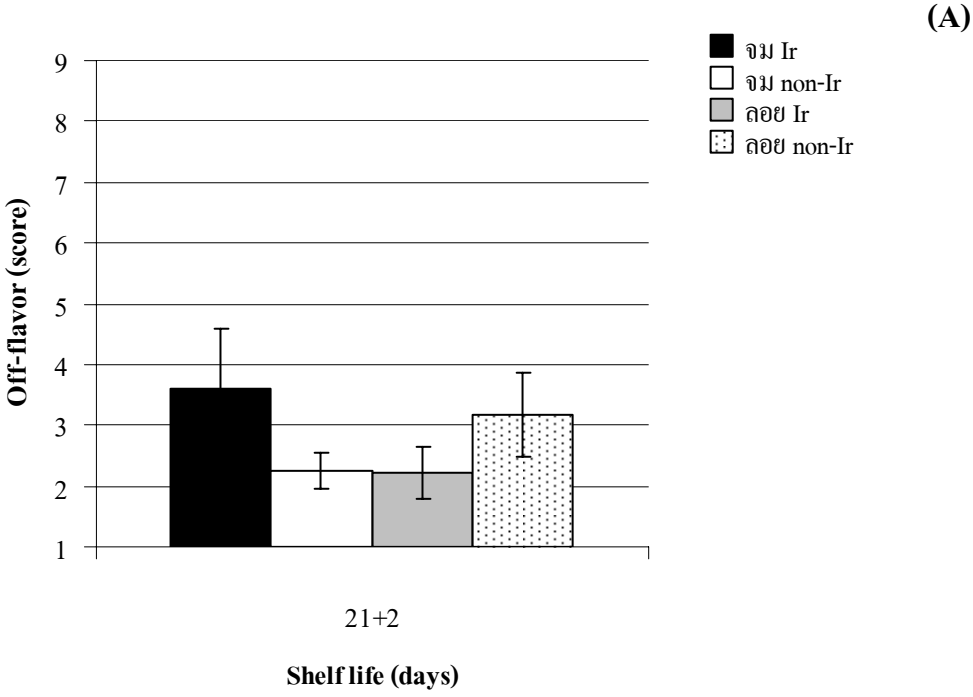


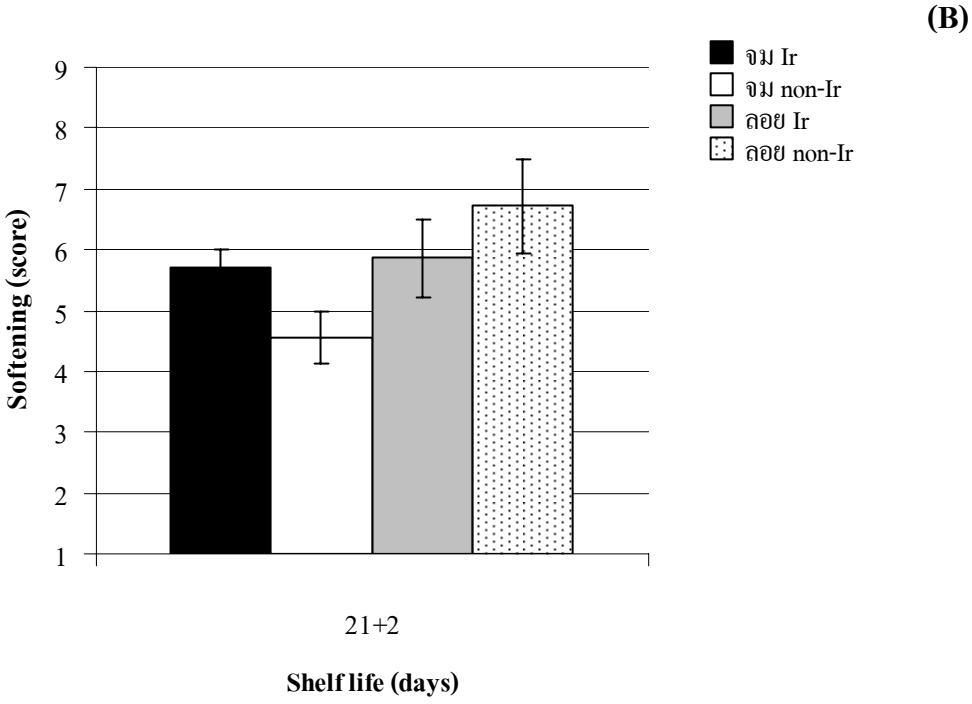
ภาพที่ 1.3.14 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอก (A) และคะแนนการยอมรับด้านสีเปลือก (B) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน





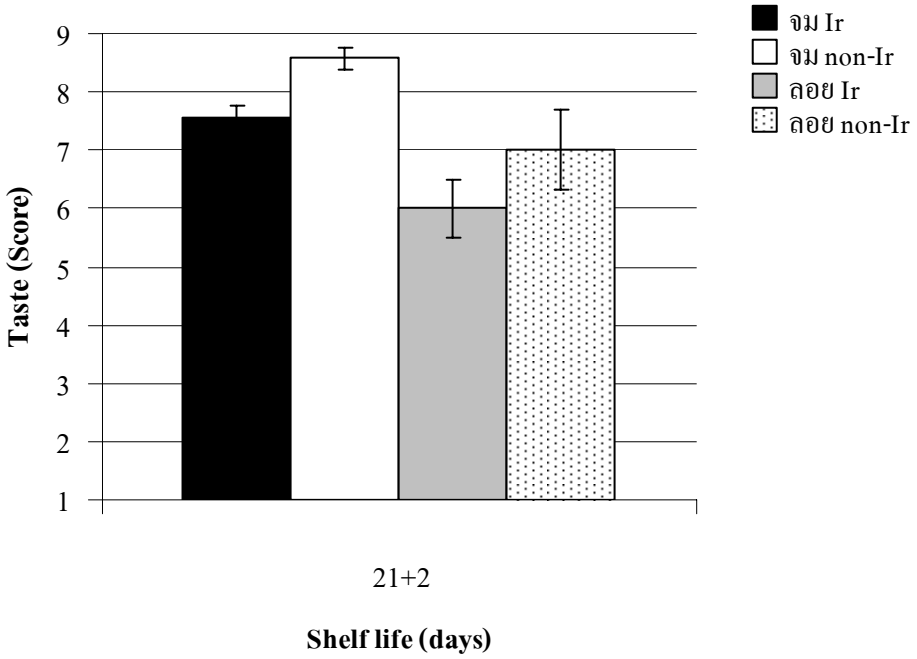
ภาพที่ 1.3.15 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อ (A) และคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น (B) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน



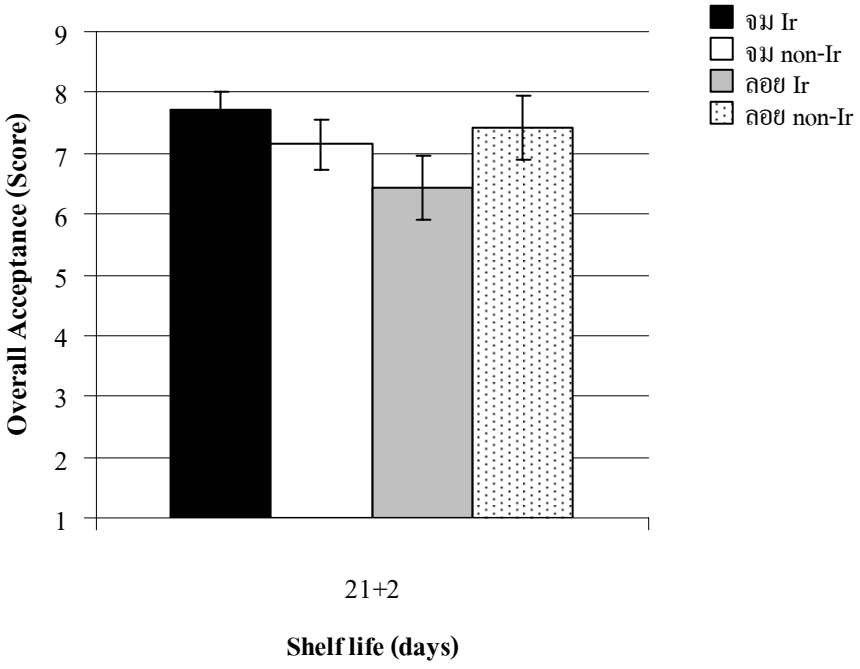


ภาพที่ 1.3.16 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติ (A) และคะแนนเนื้อสัมผัส (ความอ่อนนิ่ม) (B) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

(A)



(B)



ภาพที่ 1.3.17 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคะแนนการยอมรับด้านรสชาติ (A) และคะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภค (B) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

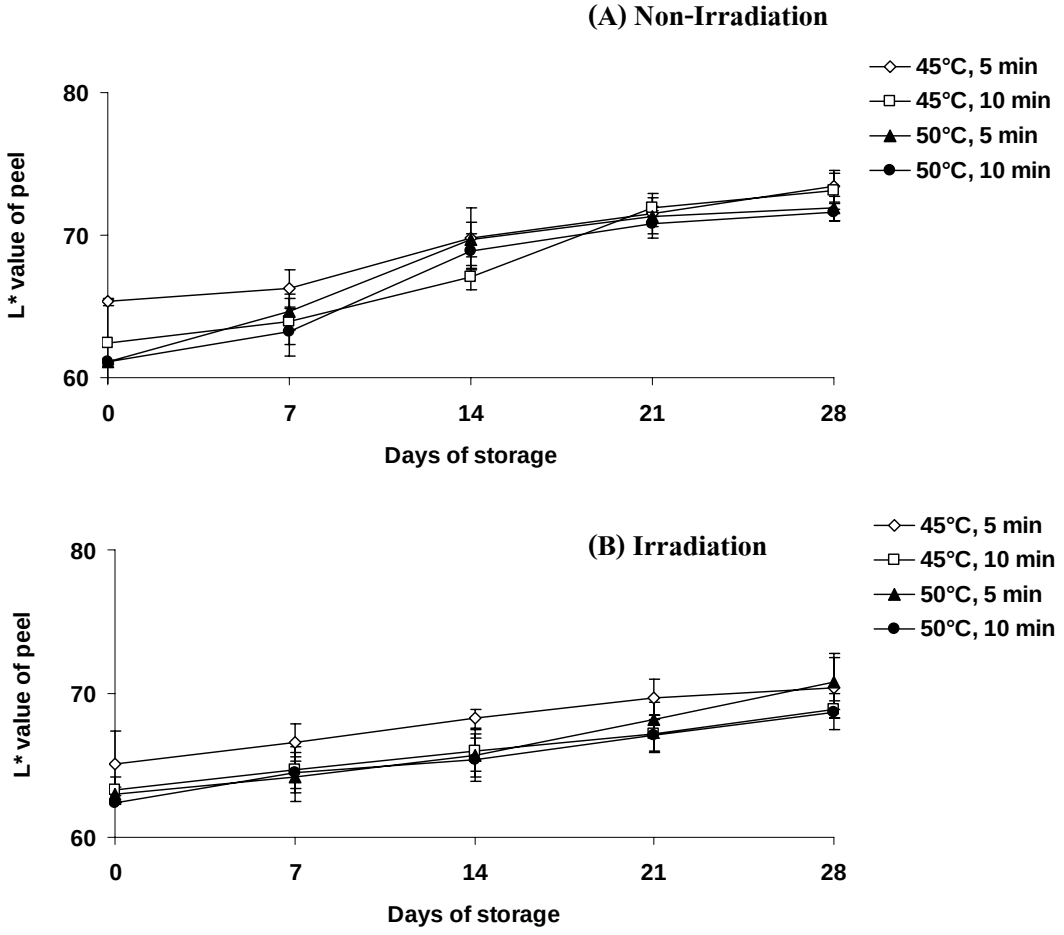
ผลการทดลองโครงการวิจัยย่อยที่ 2

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การลดความเสียหายของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ฉายรังสีแกมมาที่จำลองการขนส่งทางเรือ

การทดลองที่ 2.1 ผลของ Heat treatment และการฉายรังสีแกมมาต่อคุณภาพของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4

ค่า L* ของสีเปลือกมะม่วง

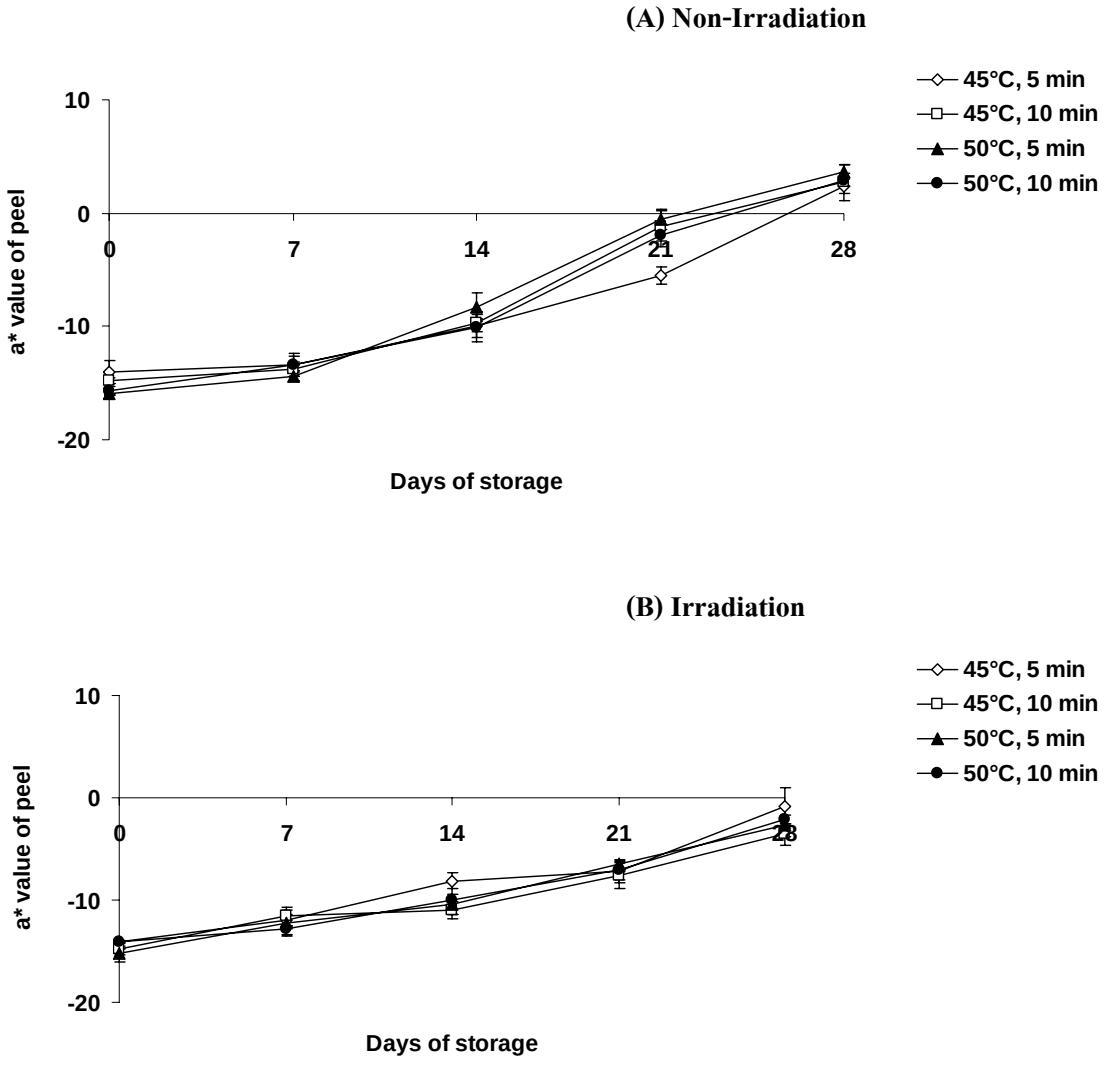
มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 มีค่า L* ของสีเปลือกไม่แตกต่างกันทางสถิติในช่วง 7 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นค่า L* ของสีเปลือกมะม่วงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางภาคผนวกที่ 2.1.1) โดยมะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมามีค่า L* ของสีเปลือกสูงกว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา และระยะเวลาในการจุ่มน้ำร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า L* ของสีเปลือกอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 2.1.1)



ภาพที่ 2.1.1 ค่า L* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน

ค่า a* ของสีเปลือกมะม่วง

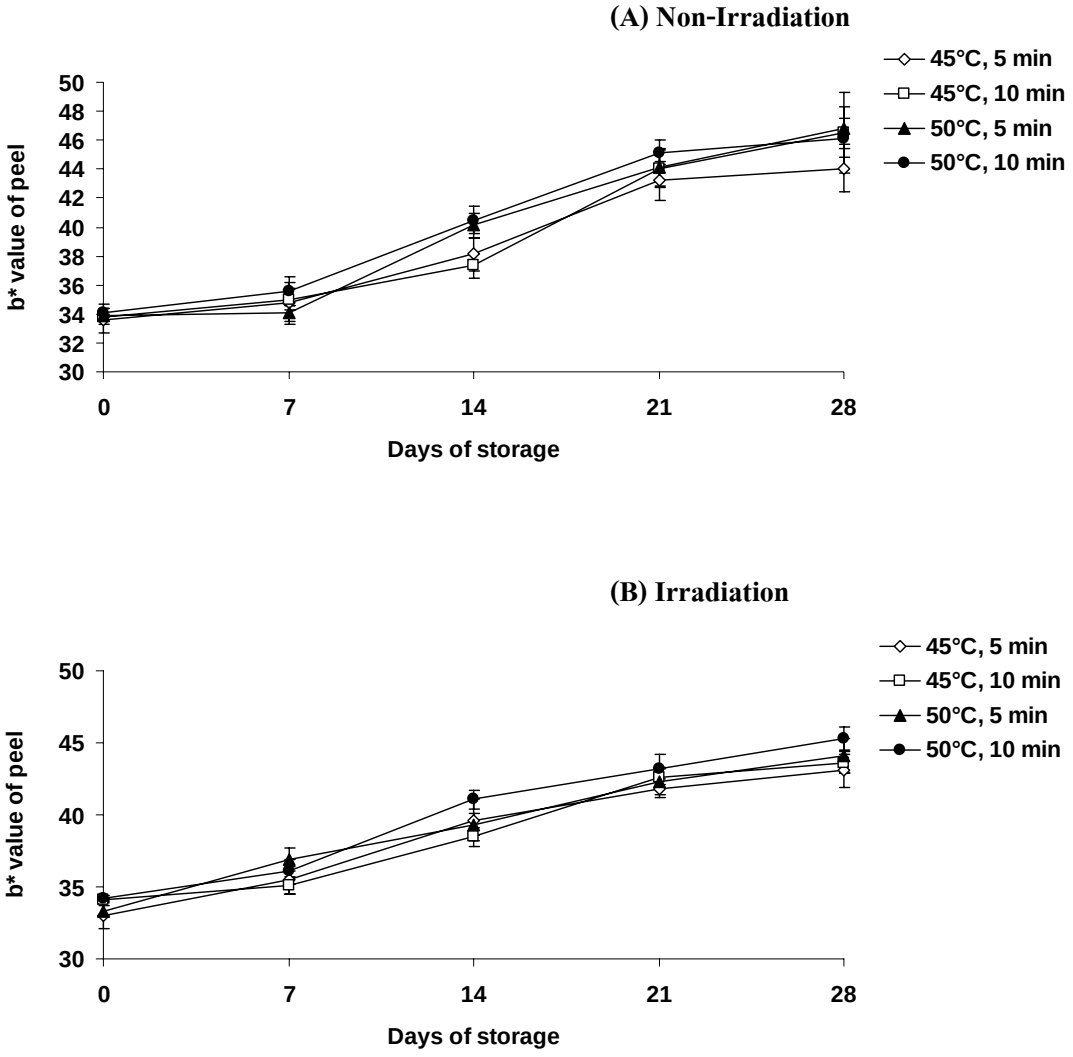
จากการทดลองพบว่า การฉายรังสีแกมมา มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า a* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ส่วนการจุ่มน้ำร้อนและระยะเวลาในการจุ่มน้ำร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า a* ของสีเปลือกเพียงเล็กน้อย โดยพบว่ามะม่วงที่จุ่มน้ำร้อน 45 และ 50 องศาเซลเซียสก่อนการฉายรังสีแกมมา มีค่า a* ของสีเปลือกสูงกว่ามะม่วงที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมาอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 7 หลังจากนั้นมะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมามี ค่า a* มากกว่า (สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากกว่า) มะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนก่อนการฉายรังสี (ภาพที่ 2.1.2, ตารางภาคผนวกที่ 2.1.2)



ภาพที่ 2.1.2 ค่า a* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน

ค่า b* ของสีเปลือกมะม่วง

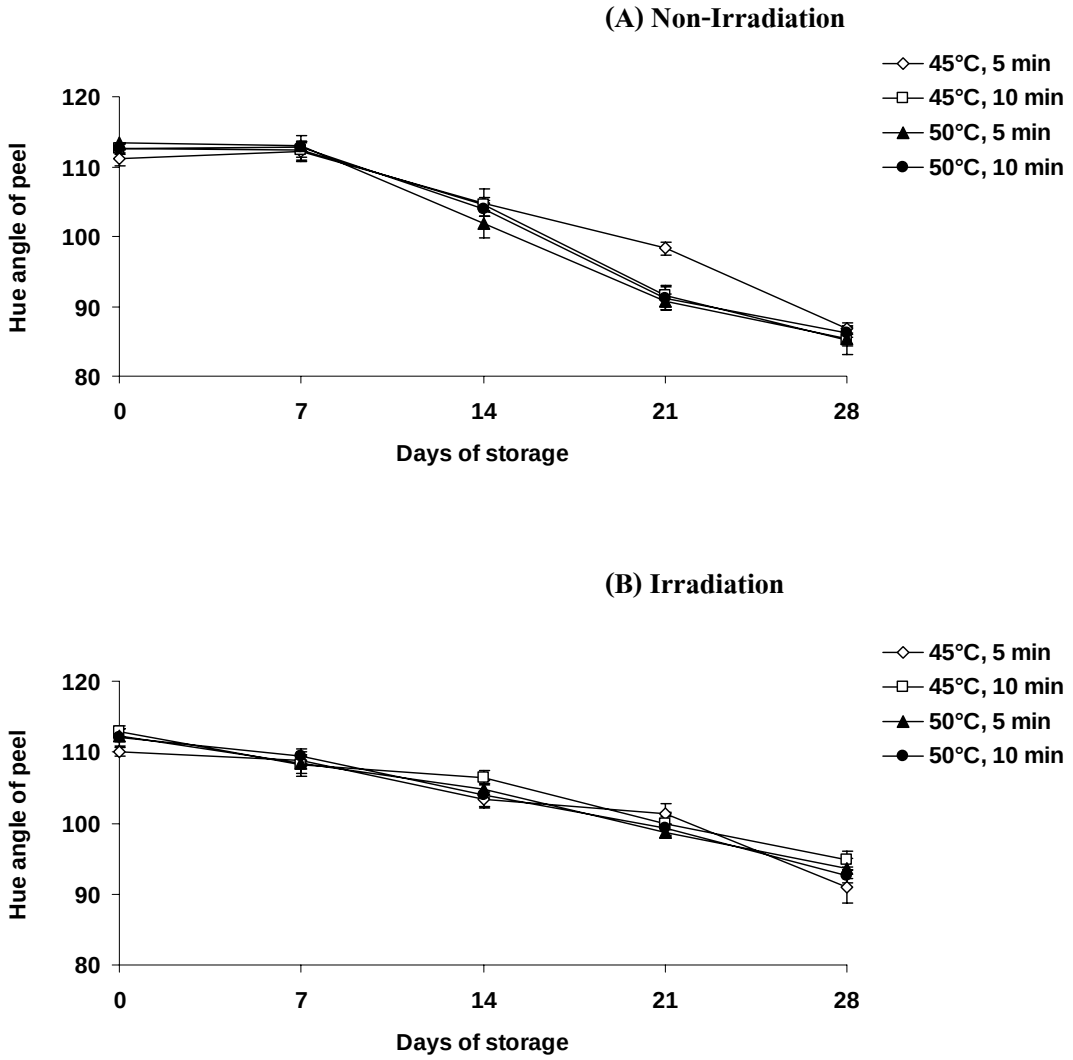
การจุ่มน้ำร้อนร่วมกับการฉายรังสีแกมมามีผลต่อการพัฒนาค่า b* สีเปลือก แต่ระยะเวลาในการจุ่มน้ำร้อนไม่มีผลทำให้เปลือกมะม่วงมีสีเปลือกแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา โดย ค่า b* สีเปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่จุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที มีแนวโน้มสูงสุด (ภาพที่ 2.1.3, ตารางภาคผนวกที่ 2.1.3)



ภาพที่ 2.1.3 ค่า b* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน

ค่า Hue angle ของสีเปลือกมะม่วง

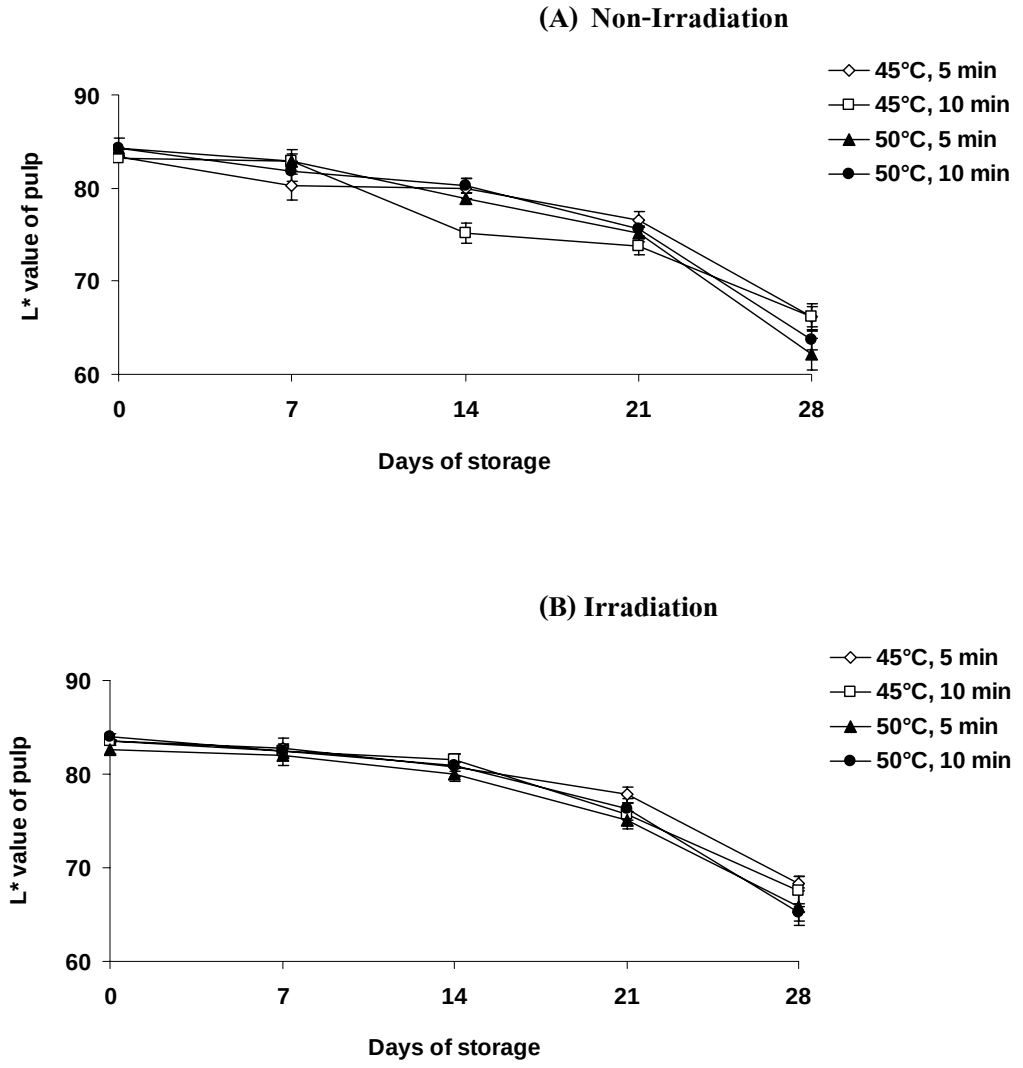
มะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่จุ่มน้ำร้อนก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาและไม่ฉายรังสี พบว่าเปลือกมะม่วงมีการพัฒนาสีเปลือกจากเขียวเป็นเหลือง หรือมีค่า Hue ลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษา ปัจจัยทั้งการฉายรังสี การจุ่มน้ำร้อน และระยะเวลาในการจุ่มมีผลต่อค่า Hue ของสีเปลือกมะม่วง โดยค่า Hue เริ่มต้นการทดลอง อยู่ในช่วง 110.07-113.43 หลังจากนั้นค่า Hue ของมะม่วงจุ่มน้ำร้อนแต่ไม่ผ่านการฉายรังสีมีแนวโน้มลดลงมากกว่ามะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 2.1.4, ตารางภาคผนวกที่ 2.1.4) และการจุ่มน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส ช่วยชะลอการเปลี่ยนสีของเปลือกมะม่วงมากกว่าน้ำร้อน 45 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 2.1.4 ค่า Hue angle ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน

ค่า L* ของสีเนื้อมะม่วง

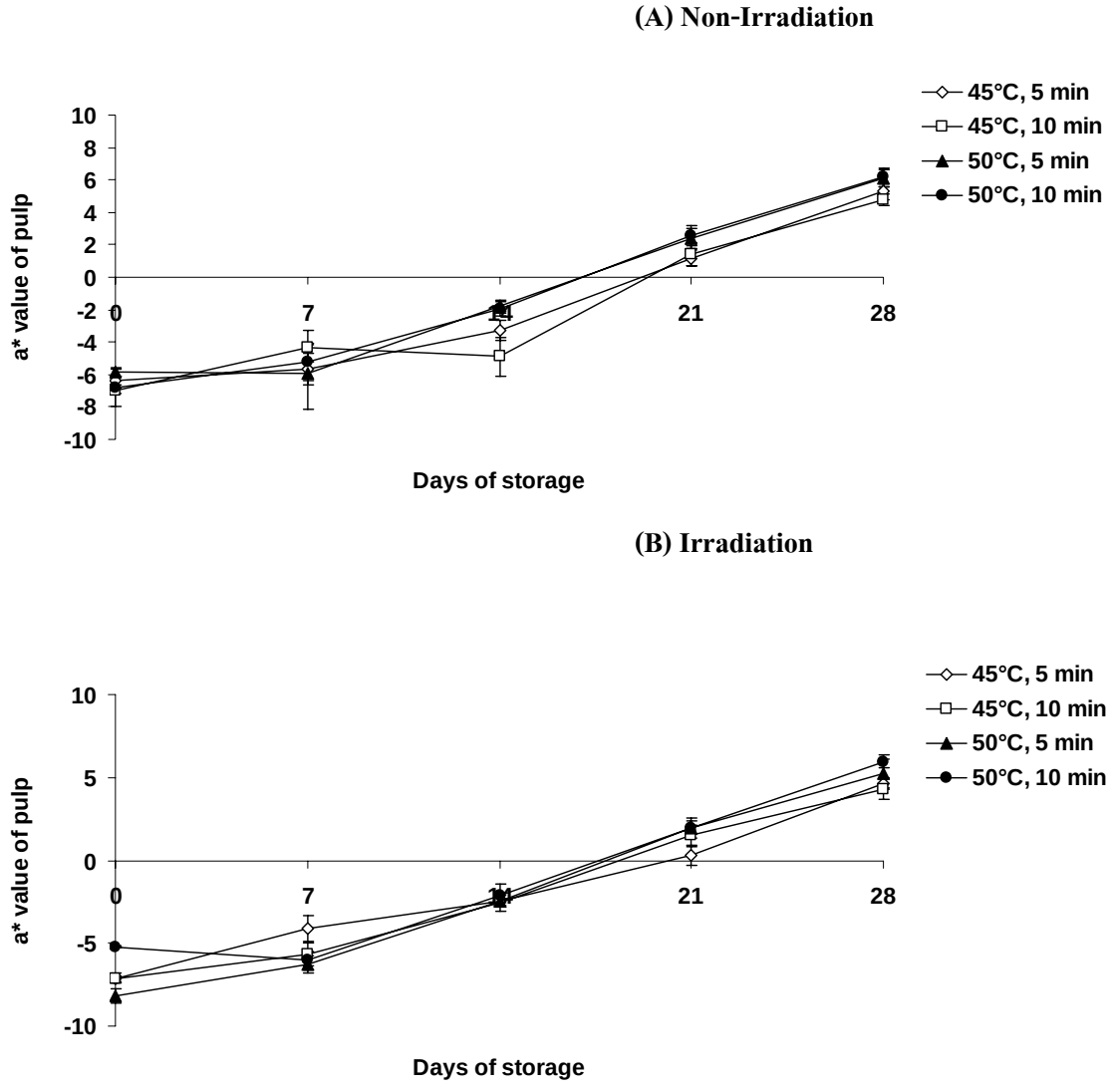
ค่า L* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ฉายรังสีแกมมาและไม่ฉายรังสี พบว่ามีผลต่อค่า L* ของสีเนื้อมะม่วง โดยมะม่วงฉายรังสีแกมมาจะมีค่า L* สูงกว่ามะม่วงที่ไม่ฉายรังสี ซึ่งมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่จุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ก่อนฉายรังสีแกมมา มีค่า L* ของสีเนื้อสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่จุ่มน้ำร้อนแต่ไม่ฉายรังสีแกมมามีแนวโน้มค่า L* ของสีเนื้อน้อยกว่ามะม่วงฉายรังสีแกมมา (ตารางภาคผนวกที่ 2.1.5) การให้ความร้อนและระยะเวลาในการจุ่มน้ำร้อน ที่เพิ่มขึ้นจะชักนำให้สีเนื้อของมะม่วงเหลืองเข้มขึ้น (ค่า L* มีค่าลดลง) แสดงว่ามะม่วงพันธุ์ น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ฉายรังสีแกมมา มีการพัฒนาสีเนื้อ (ค่า L*) น้อยกว่ามะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมา (ภาพที่ 2.1.5)



ภาพที่ 2.1.5 ค่า L* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน

ค่า a* ของสีเนื้อมะม่วง

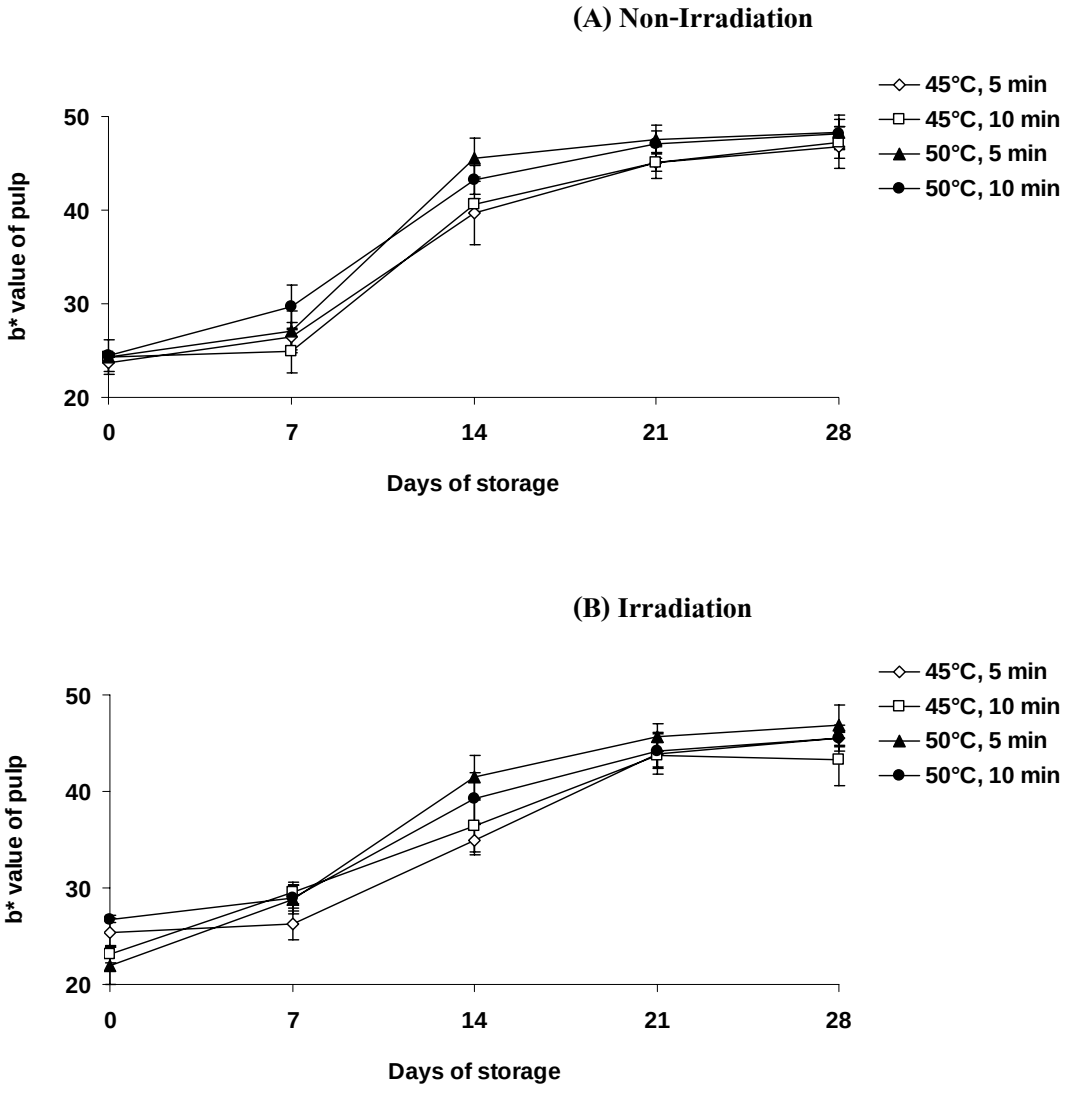
การฉายรังสีแกมมาและการจุ่มน้ำร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า a* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 แต่ระยะเวลาในการจุ่มน้ำร้อนไม่มีผลต่อค่าสีเนื้อ ส่วนอิทธิพลร่วมของปัจจัยทำให้เนื้อมะม่วงมีค่า a* แตกต่างกันทางสถิติหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 14 วัน โดยมะม่วงที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมามีค่า a* สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนมะม่วงที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แต่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีแนวโน้มของค่า a* ต่ำที่สุด (ภาพที่ 2.1.6, ตารางภาคผนวกที่ 2.1.6)



ภาพที่ 2.1.6 ค่า a* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน

ค่า b* ของสีเนื้อมะม่วง

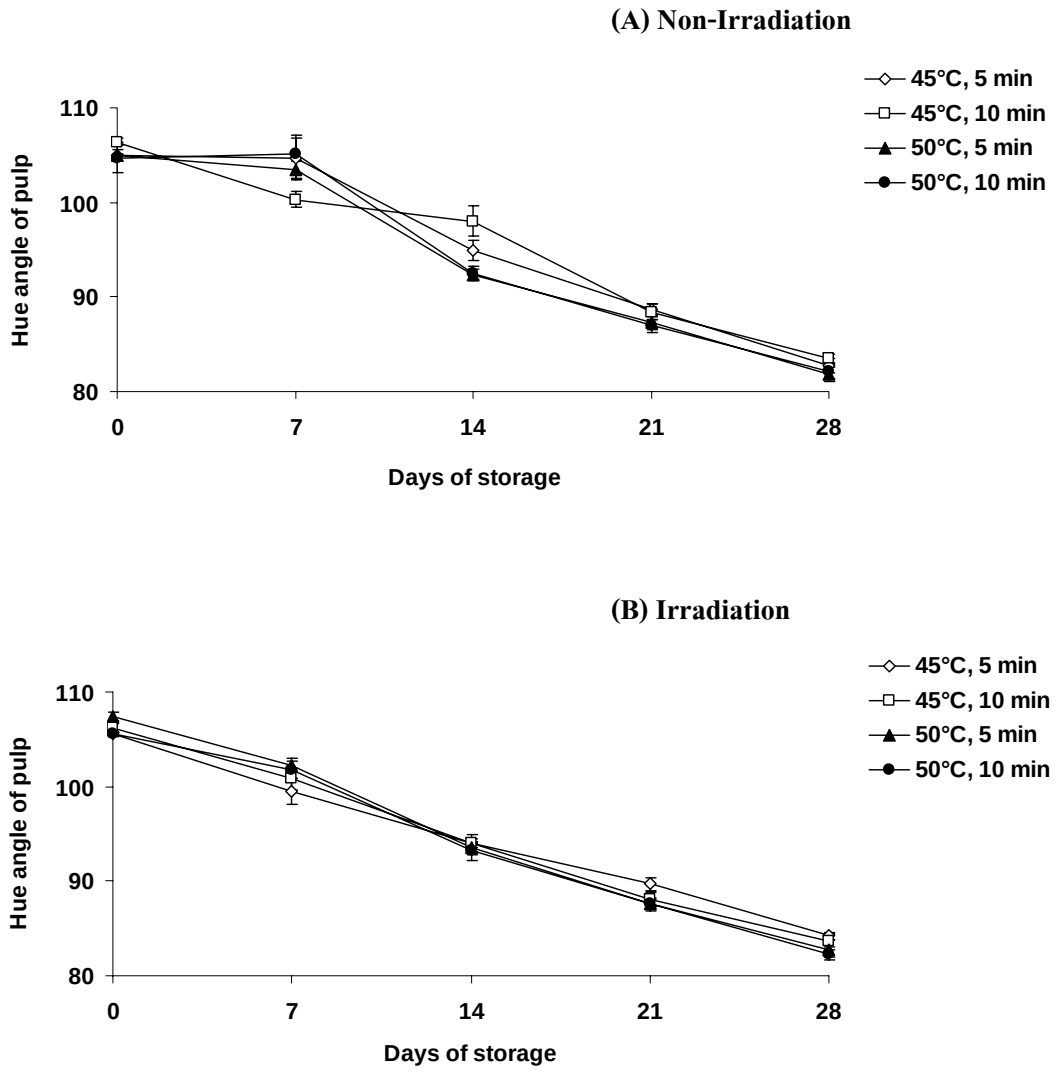
ค่า b* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 มีแนวโน้มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษา เป็นระยะเวลานานขึ้น การฉายรังสีแกมมาทำให้สีเนื้อมะม่วงเปลี่ยนเป็นสีเหลืองน้อยกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา มะม่วงที่จุ่มน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส สามารถชักนำให้มะม่วงฉายรังสีแกมมามีการสุกมากกว่า (มีค่า b* มากกว่า) ผลที่จุ่มน้ำร้อน 45 องศาเซลเซียส แต่อย่างไรก็ตามระยะเวลา ในการจุ่มน้ำร้อนไม่มีผลต่อค่า b* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ (ตารางภาคผนวกที่ 2.1.7) โดยมะม่วงที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที แต่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีค่า b* สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนมะม่วงที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ก่อนฉายรังสีแกมมาค่า b* ของสีเนื้อต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 2.1.7)



ภาพที่ 2.1.7 ค่า b* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน

ค่า Hue angle ของสีเนื้อมะม่วง

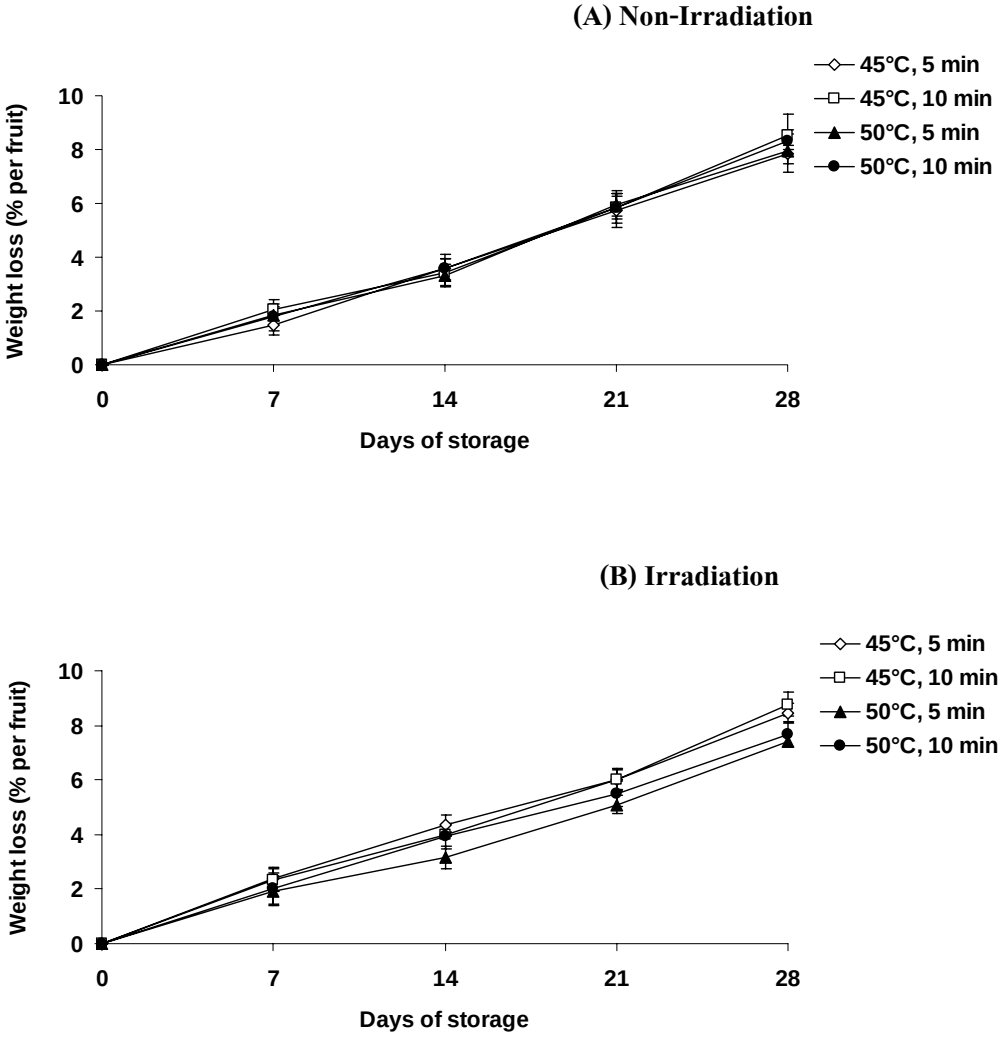
จากภาพที่ 2.1.8 พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาในการจุ่มน้ำร้อนมีผลต่อค่า Hue angle ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และการฉายรังสีแกมมามีผลทำให้ค่า Hue angle ลดลง โดยพบว่าค่า Hue angle ของมะม่วงจุ่มน้ำร้อน 45 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ที่ไม่ฉายรังสีแกมมา มีแนวโน้มสูงสุด ส่วนมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่จุ่มน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และไม่ฉายรังสีแกมมา มีค่า Hue angle ของสีเนื้อมะม่วงต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 2.1.8, ตารางภาคผนวกที่ 2.1.8)



ภาพที่ 2.1.8 ค่า Hue angle ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน

อัตราการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วง

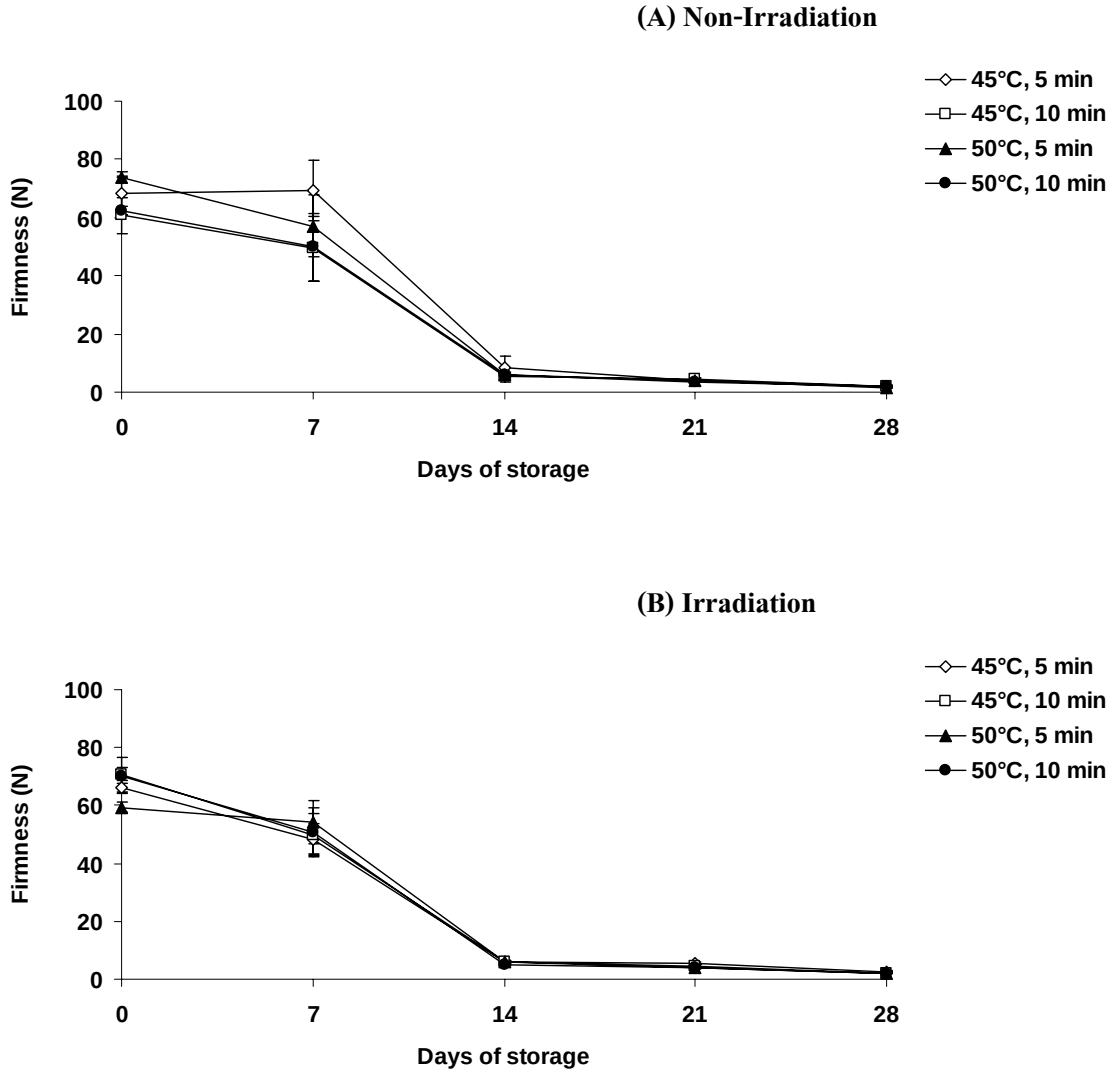
การจุ่มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านและไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมา และการฉายรังสีแกมมามีแนวโน้มทำให้มะม่วงเกิดการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลมะม่วงที่ไม่ฉายรังสี ในช่วง 14 วันแรกของการเก็บรักษา โดยพบว่ามะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีก่อนฉายรังสีแกมมามีการสูญเสียน้ำหนักสูงสุด ขณะที่มะม่วงมะม่วงจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีที่ไม่ผ่านฉายรังสีแกมมามีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามมะม่วงมีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันหลังจากเก็บรักษานานกว่า 14 วัน (ภาพที่ 2.1.9, ตารางภาคผนวกที่ 2.1.9)



ภาพที่ 2.1.9 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน

ความแน่นเนื้อของเนื้อมะม่วง

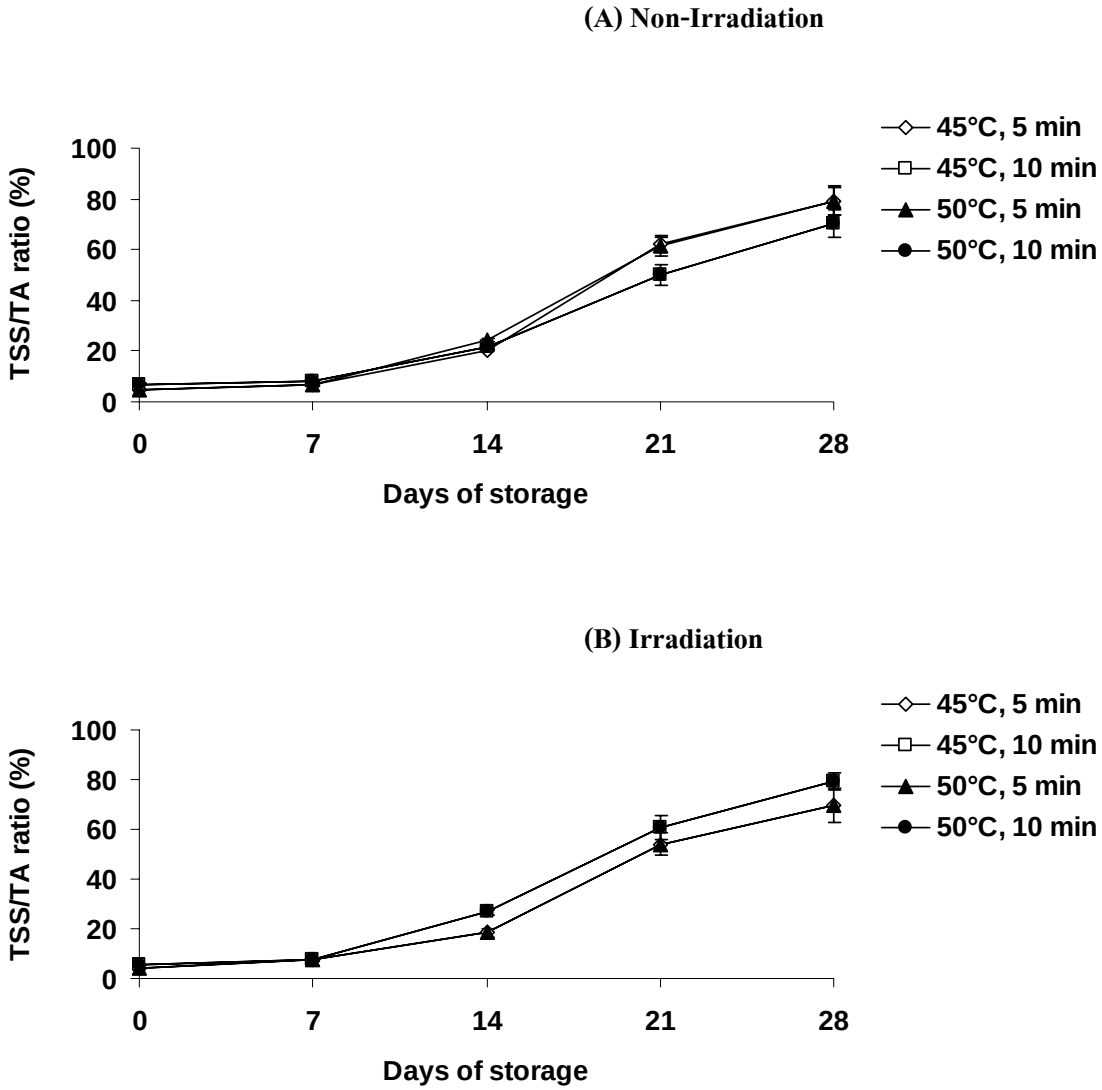
ระยะเวลาในการจุ่มน้ำร้อนไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อของเนื้อมะม่วง แต่อุณหภูมิของน้ำร้อนและการฉายรังสีแกมมาส่งผลต่อความแน่นเนื้อมะม่วงอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 21 และ 28 ของการเก็บรักษา พบว่าการฉายรังสีแกมมาทำให้เนื้อมะม่วงแข็งกว่าผลที่ไม่ผ่านการฉายรังสี และการจุ่มน้ำร้อนที่ 50 องศาเซลเซียสจะกระตุ้นให้เนื้อผลมีความอ่อนนิ่มมากกว่าอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส โดยพบว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่จุ่มน้ำร้อนร้อน 45 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ก่อนการฉายรังสีแกมมามีความแน่นเนื้อสูงสุดเท่ากับ 5.33 และ 2.55 นิวตัน ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติกับทรีตเมนต์อื่นๆ แต่การจุ่มมะม่วงในน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และไม่ฉายรังสีแกมมา ทำให้เนื้อมะม่วงมีความแน่นเนื้อต่ำที่สุดเท่ากับ 1.59 นิวตัน ในวันที่ 28 (ภาพที่ 2.1.10, ตารางภาคผนวกที่ 2.1.10)



ภาพที่ 2.1.10 ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน

อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้

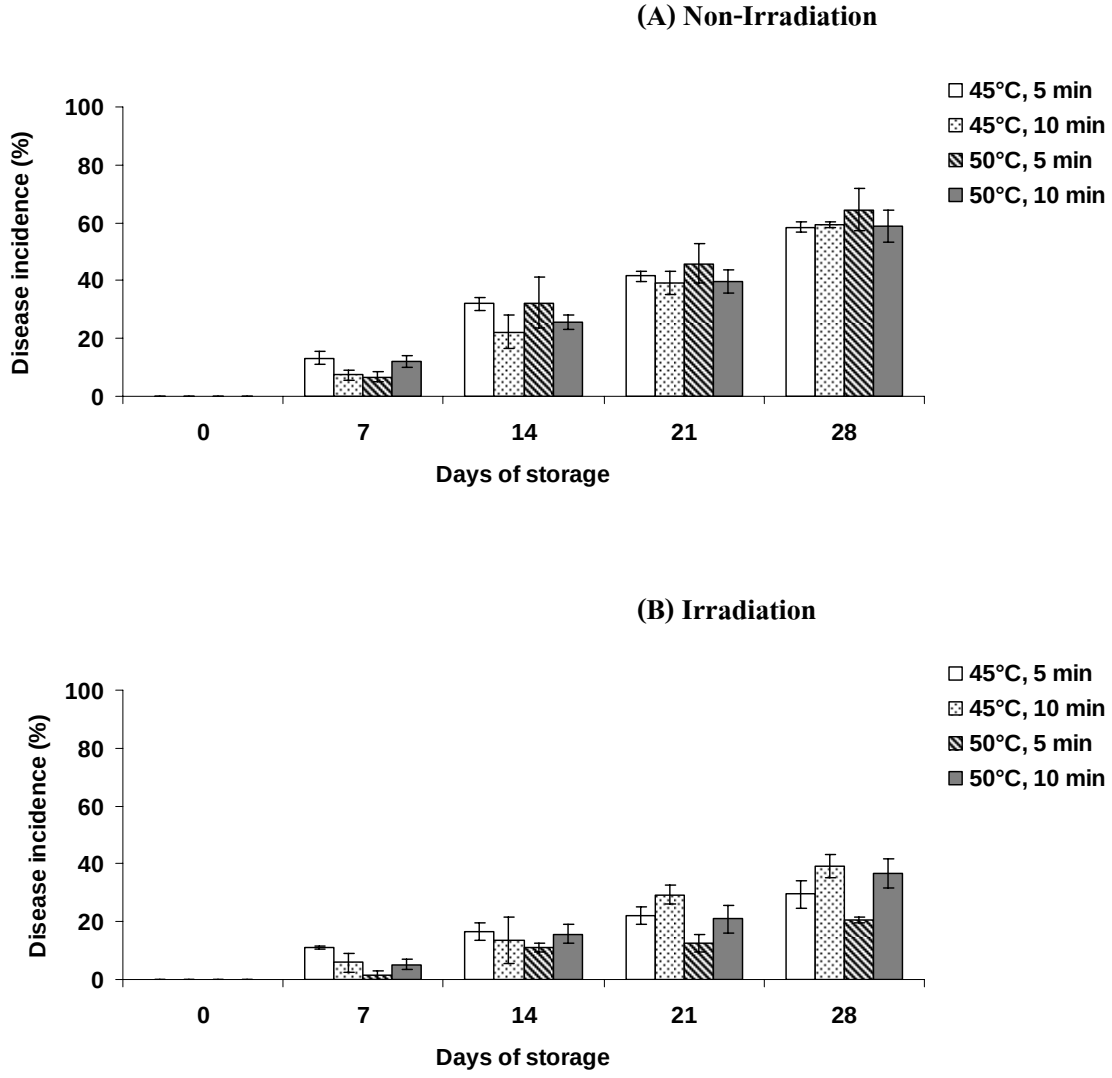
จากการทดลองพบว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 มีอัตราส่วน TSS/TA เมื่อเริ่มต้นทดลองอยู่ในช่วง 4.71-6.98 หลังจากนั้นอัตราส่วนระหว่าง TSS/TA ของมะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนก่อนการฉายรังสีแกมมาและไม่ฉายรังสีแกมมามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่ามะม่วงมีการสุกเพิ่มมากขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา และปัจจัยการฉายรังสีแกมมาและระยะเวลาในการจุ่มน้ำร้อนไม่มีผลต่ออัตราส่วนระหว่าง TSS/TA ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 (ภาพที่ 2.1.11, ตารางภาคผนวกที่ 2.1.11)



ภาพที่ 2.1.11 อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

ผลของระดับอุณหภูมิน้ำร้อนและระยะเวลาในการจุ่มไม่มีผลต่อการลดการเกิดโรคของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 แต่การฉายรังสีแกมมามีผลทำให้มะม่วงเกิดโรคน้อยกว่าผลที่ไม่ผ่านการฉายรังสีอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่ามะม่วงที่จุ่มน้ำร้อน 45 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีและไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่มะม่วงจุ่มน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีก่อนการฉายรังสีแกมมามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามในวันที่ 28 พบว่ามะม่วงจุ่มน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีที่ไม่ฉายรังสีแกมมามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 64.6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมะม่วงจุ่มน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีก่อนการฉายรังสีแกมมามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเพียง 20.6 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2.1.12, ตารางภาคผนวกที่ 2.1.12)

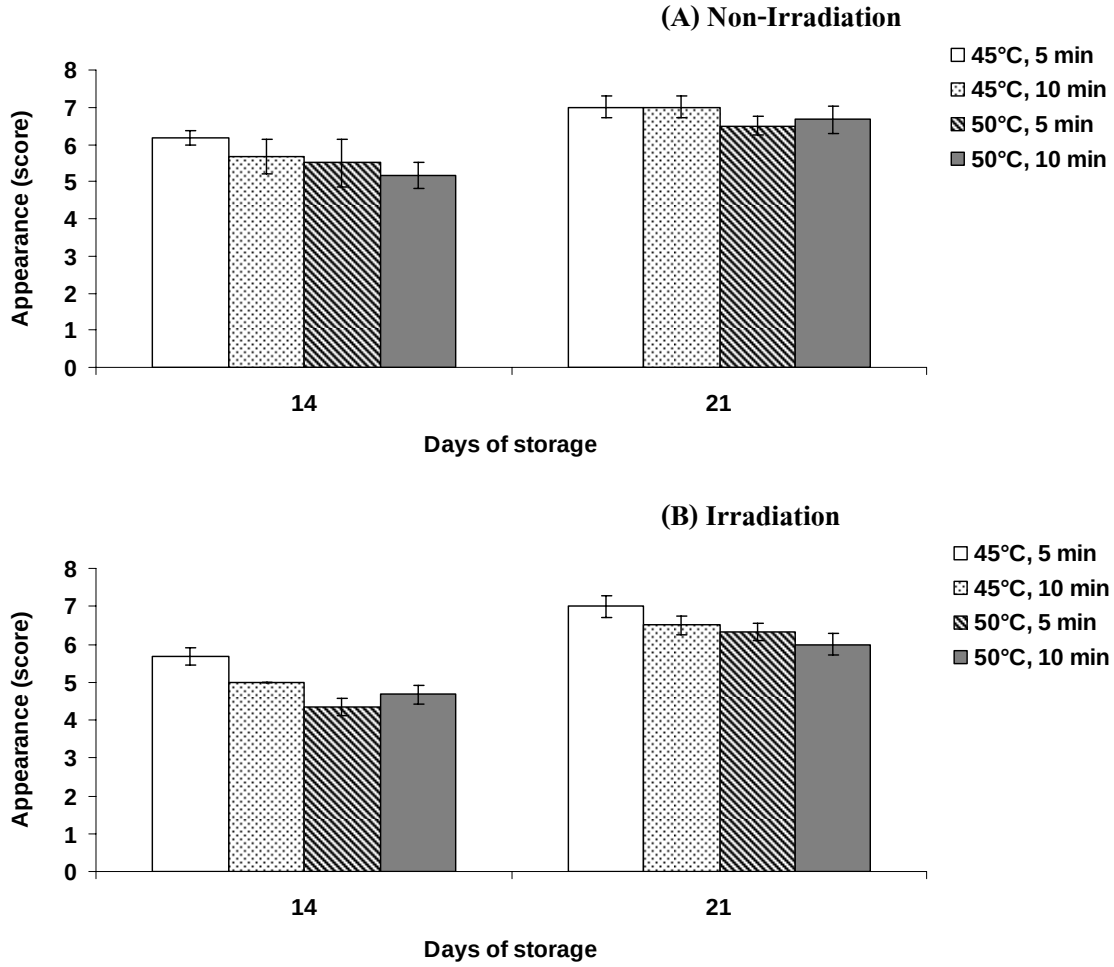


ภาพที่ 2.1.12 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ด้านลักษณะปรากฏ

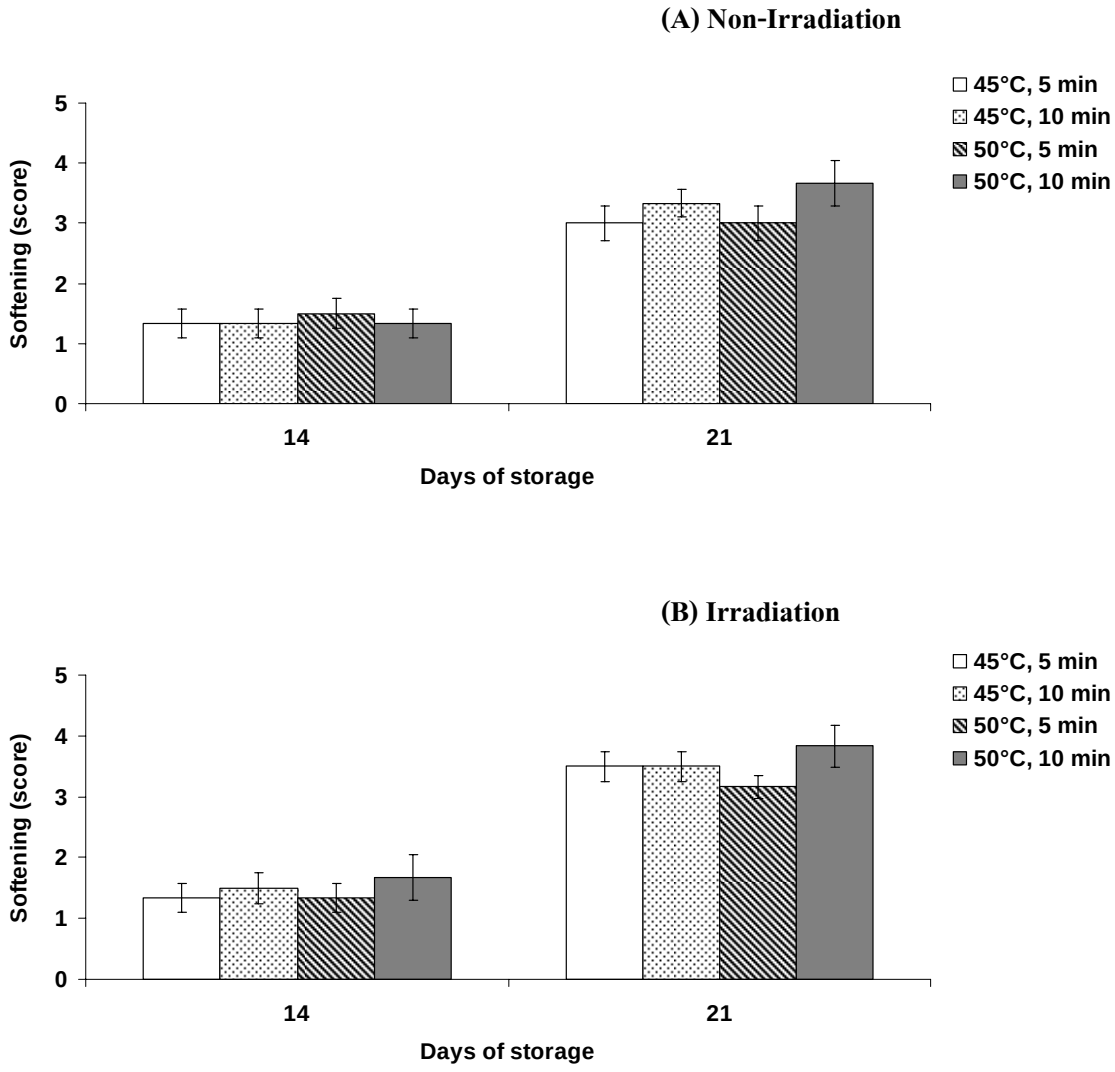
ในช่วง 14 วันแรกของการเก็บรักษามะม่วงยังไม่สุกจึงไม่ได้นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งการยอมรับของผู้ทดสอบด้านลักษณะปรากฏของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที ก่อนการฉายรังสีแกมมา และไม่ฉายรังสี พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากผลมะม่วงมีการสุกเพิ่มมากขึ้น ทำให้ลักษณะปรากฏเป็นที่ยอมรับมากขึ้น อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 2.1.13, ตารางภาคผนวกที่ 2.1.13)



ภาพที่ 2.1.13 ลักษณะปรากฏของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน

ด้านเนื้อสัมผัส

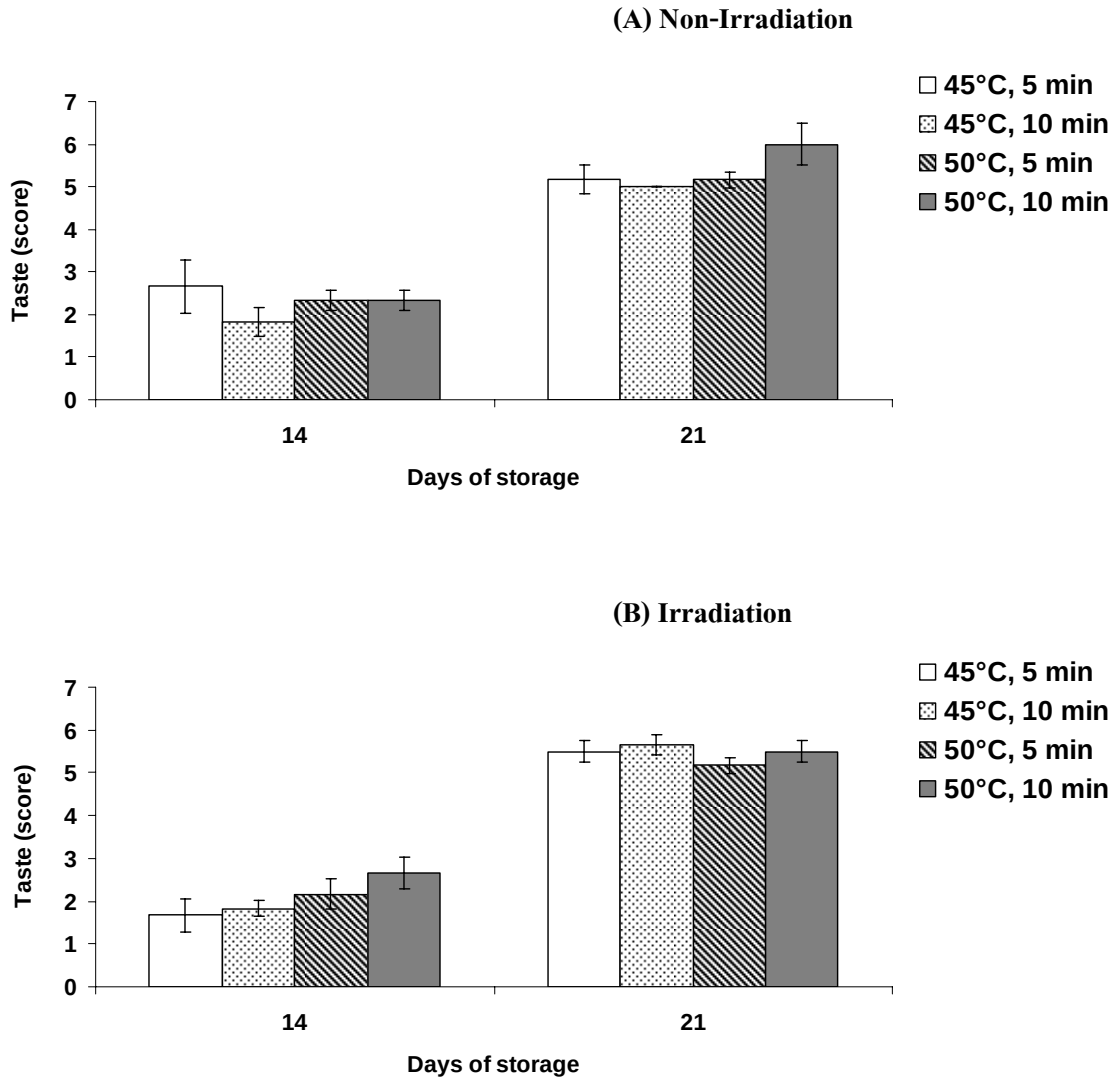
จากการทดสอบพบว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ฉายและไม่ฉายรังสีแกมมา มีคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วง 1.3-1.7 และมีคะแนนการยอมรับเพิ่มสูงขึ้นหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 14 วัน (ผลมะม่วงเริ่มสุก) โดยในวันที่ 21 มีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 3.0-3.8 อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ (ภาพที่ 2.1.14, ตารางภาคผนวกที่ 2.1.14)



ภาพที่ 2.1.14 การทดสอบด้านเนื้อสัมผัสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน

ด้านรสชาติ

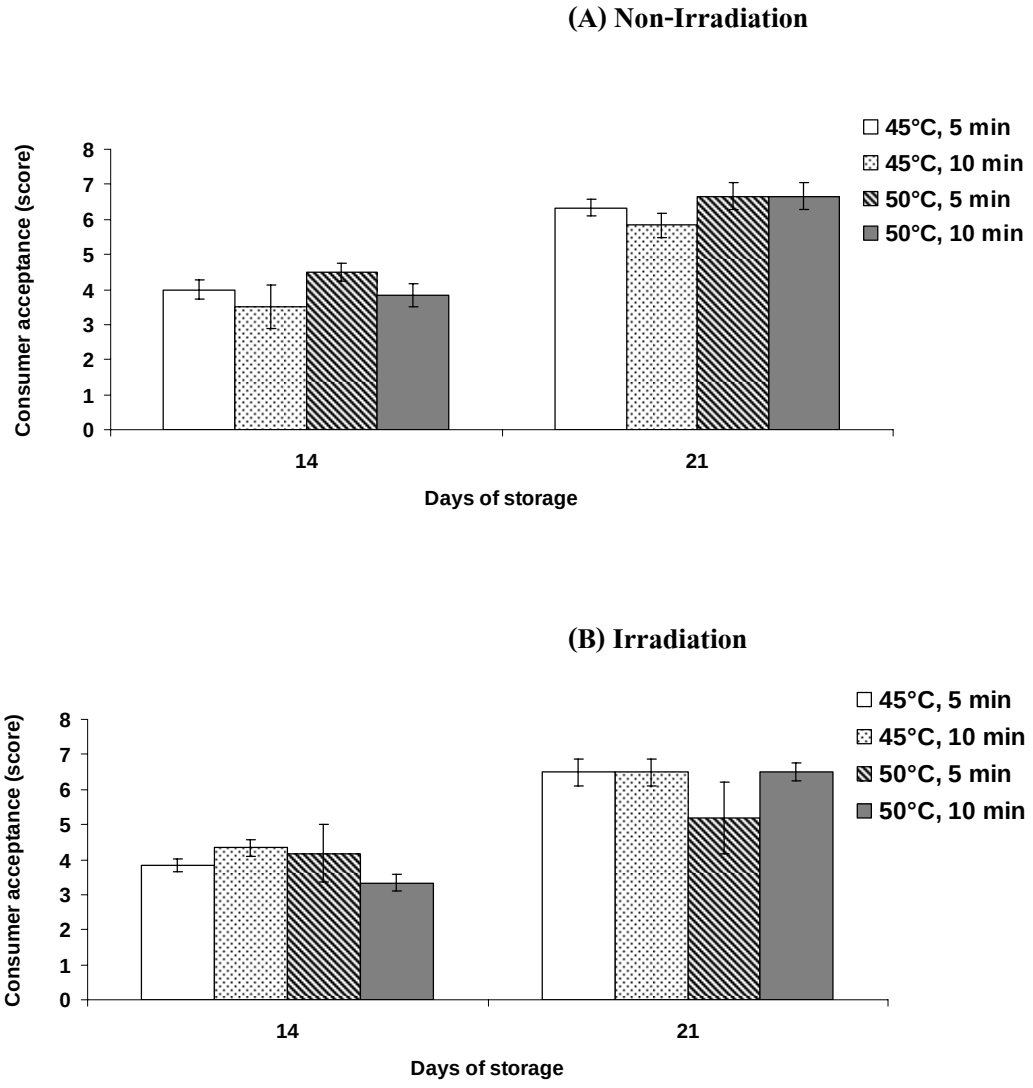
เมื่อทดสอบด้านรสชาติของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ พบว่ามะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนก่อนฉายรังสีแกมมา มีคะแนนการทดสอบด้านรสชาติไม่แตกต่างจากมะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนที่ไม่ผ่านฉายรังสีแกมมา โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.0-6.0 ในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 2.1.15, ตารางภาคผนวกที่ 2.1.15)



ภาพที่ 2.1.15 การทดสอบรสชาติของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน

ด้านความชอบโดยรวมของผู้บริโภค

เมื่อผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวม พบว่าการจุ่มมะม่วงน้ำดอกไม้ในน้ำร้อน 45 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที และน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ทำให้มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ฉายและไม่ฉายรังสีแกมมามีคะแนนความชอบโดยรวม (อยู่ในช่วง 4.0-4.5) สูงกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ (3.3-3.8 คะแนน) อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่จุ่มน้ำร้อน ก่อนฉายและไม่ฉายรังสีแกมมาเป็นเวลา 21 วัน พบว่ามะม่วงทุกทรีตเมนต์ มีคะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 2.1.16, ตารางภาคผนวกที่ 2.1.16)

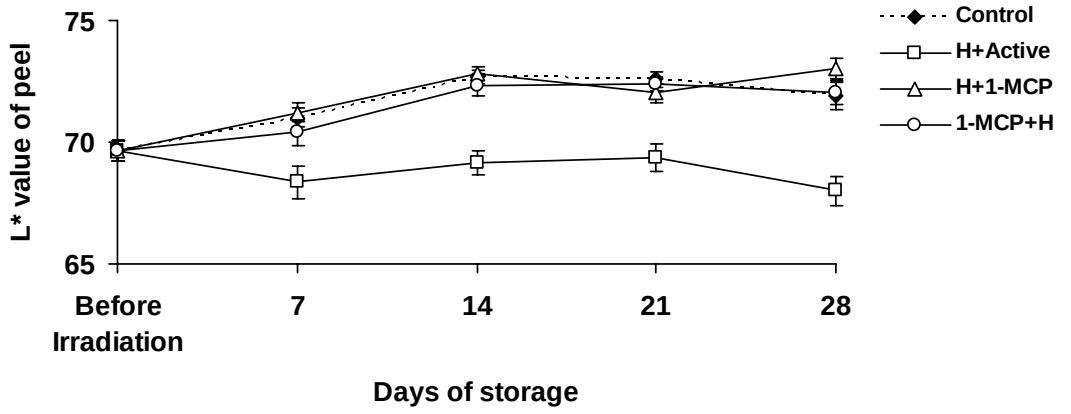


ภาพที่ 2.1.16 การทดสอบความชอบโดยรวมของผู้บริโภคของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที เพียงอย่างเดียว (A) และร่วมกับการฉายรังสีแกมมา (B) หลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน

การทดลองที่ 2.2 ผลของภาชนะบรรจุและสาร 1-MCP ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ฉายรังสีแกมมา

ค่า L* ของสีเปลือก

ค่า L* ของสีเปลือกพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ฉายรังสีแกมมาเพียงอย่างเดียว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบกับมะม่วงฉายรังสีที่ผ่านการรมสาร 1-MCP ขณะที่มะม่วงฉายรังสีแกมมาที่ผ่านการทำ heat treatment ร่วมกับการเก็บรักษาในถุง active มีค่า L* ของสีเปลือกต่ำที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และมีความแตกต่างทางสถิติกับทรีตเมนท์อื่นๆ (ภาพที่ 2.2.1, ตารางภาคผนวกที่ 2.2.1)



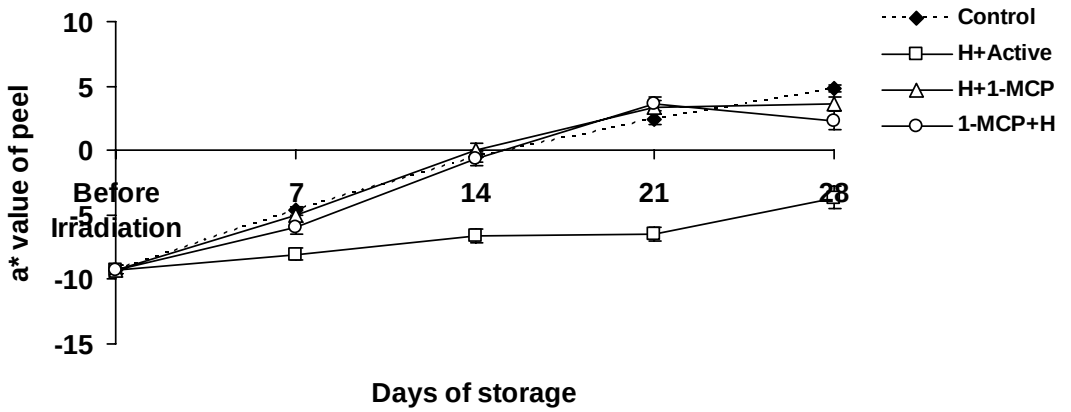
ภาพที่ 2.2.1 ค่า L* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

ค่า a* ของสีเปลือก

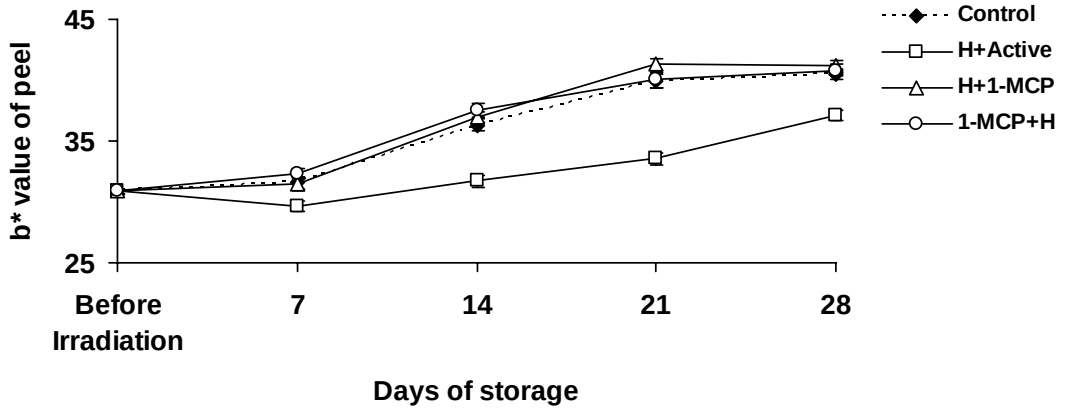
มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ก่อนฉายรังสีแกมมามีค่า a* ของสีเปลือกเท่ากับ -9.23 หลังจากนั้นค่า a* ของสีเปลือกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกทรีตเมนท์ โดยหลังจากเก็บรักษานาน 7 วัน มะม่วงที่ผ่านการทำ heat treatment ร่วมกับการเก็บรักษาในถุง active มีค่า a* ของสีเปลือกเพิ่มขึ้นน้อยกว่าทรีตเมนท์อื่นๆ โดยมีค่า a* อยู่ในช่วง -8.05 ถึง -3.65 แสดงว่าเปลือกมะม่วงมีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองน้อยกว่าทรีตเมนท์อื่นๆ ขณะที่มะม่วงฉายรังสีแกมมาที่ผ่านการทำ heat treatment ร่วมกับการรมสาร 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงค่า a* ของสีเปลือกไม่แตกต่างจากชุดควบคุม โดยมีค่า a* อยู่ในช่วง -4.98 ถึง 4.86 (ภาพที่ 2.2.2, ตารางภาคผนวกที่ 2.2.2)

ค่า b* ของสีเปลือก

เมื่อพิจารณาค่า b* ของสีเปลือกพบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับค่า a* โดยมะม่วงฉายรังสีแกมมาที่ผ่านการทำ heat treatment ร่วมกับการเก็บรักษาในถุง active มีค่า b* ต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 2.2.3, ตารางภาคผนวกที่ 2.2.3)



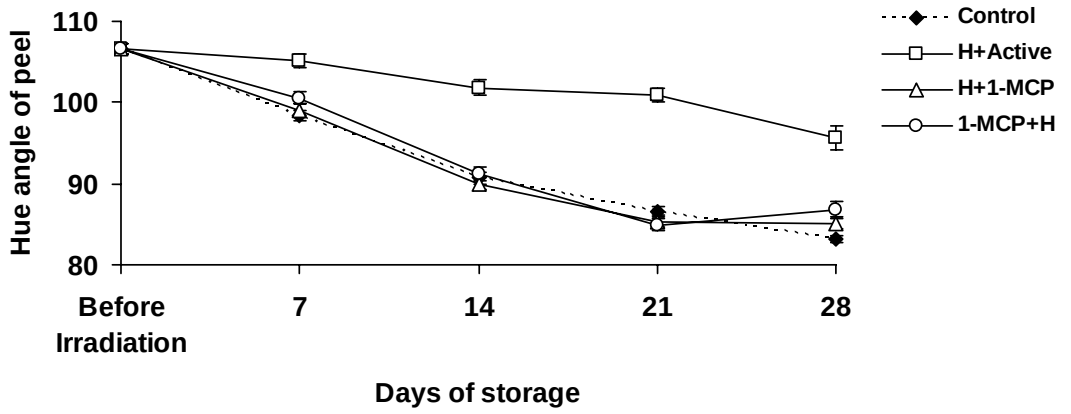
ภาพที่ 2.2.2 ค่า a* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 2.2.3 ค่า b* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

ค่า Hue angle ของสีเปลือก

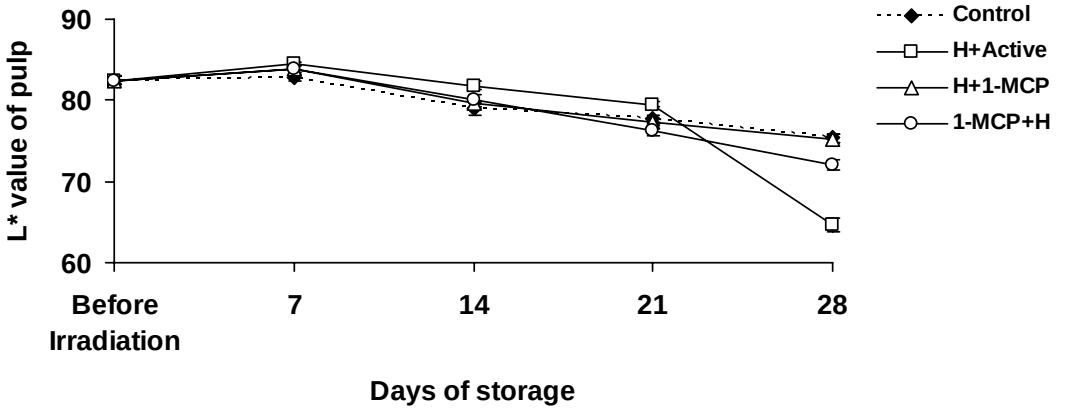
ค่า Hue angle ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ก่อนฉายรังสีแกมมามีค่าเท่ากับ 106.61 หลังจากนั้นค่า Hue angle มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยพบว่าสีเปลือกมะม่วงที่ผ่านการทำ heat treatment ร่วมกับการเก็บรักษาในถุง active มีค่า Hue angle สูงกว่ามะม่วงฉายรังสีแกมมาร่วมกับการรมสาร 1-MCP และผ่านการทำ heat treatment และมะม่วงชุดควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 4.2.4) ซึ่งการรมสาร 1-MCP ก่อนหรือหลังการทำ heat treatment ไม่สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle ของสีเปลือกมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมา (ภาพที่ 2.2.4, ตารางภาคผนวกที่ 2.2.4)



ภาพที่ 2.2.4 ค่า Hue angle ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

ค่า L* ของสีเนื้อ

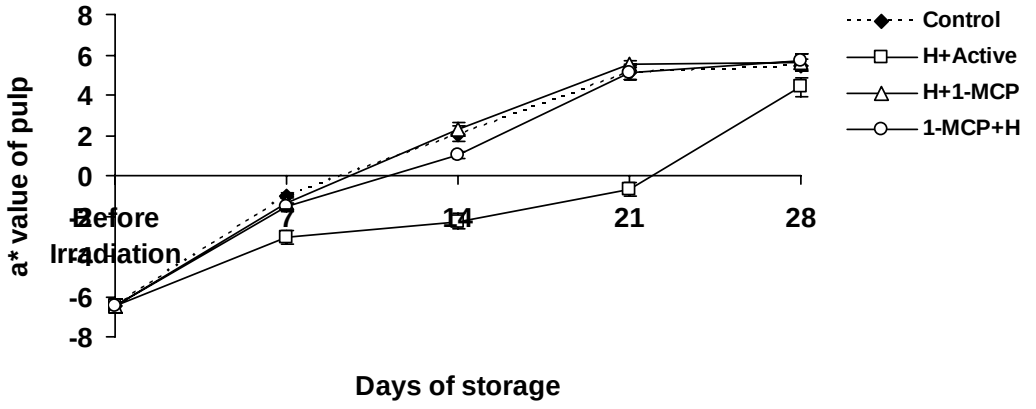
ค่า L* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ฉายรังสีแกมมามีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษา ในวันที่ 7 พบว่าเนื้อมะม่วงชุดควบคุมมีค่า L* ต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ (82.74) เมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนท์อื่นๆ ซึ่งมีค่า L* อยู่ในช่วง 83.79-84.56 ($p \geq 0.05$) หลังจากนั้นมะม่วงที่ผ่านการทำ heat treatment ร่วมกับการเก็บรักษาในถุง active มีค่า L* ของสีเนื้อสูงกว่าทรีตเมนท์อื่นๆ ยกเว้นในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (วันที่ 28) ที่มีค่า L* ต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 2.2.5, ตารางภาคผนวกที่ 2.2.5)



ภาพที่ 2.2.5 ค่า L* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

ค่า a* ของสีเนื้อ

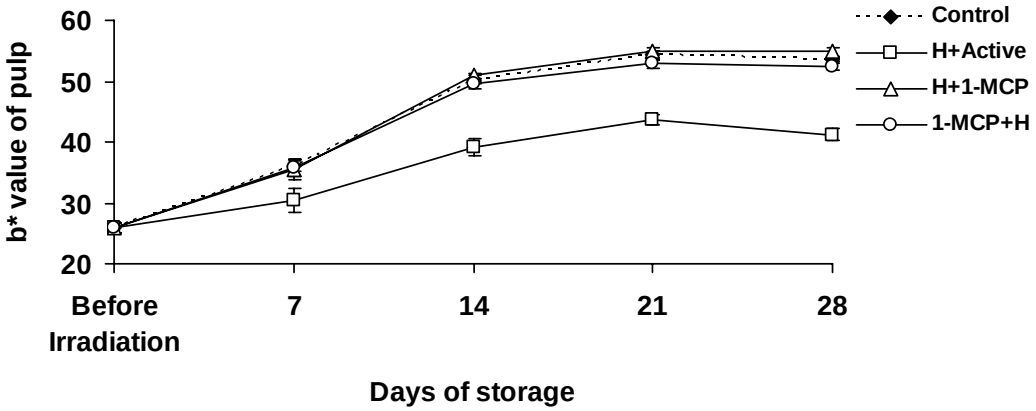
เนื้อมะม่วงก่อนการเก็บรักษามีสีเขียวหรือค่า a* เท่ากับ -6.46 หลังจากนั้นสีเนื้อมีการพัฒนาเป็นสีเหลืองมากขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยมะม่วงที่ผ่านการทำ heat treatment แล้วเก็บรักษาในถุง active มีการพัฒนาสีเนื้อต่ำที่สุดและแตกต่างจากทรีตเมนท์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 28 พบว่ามะม่วงทุกทรีตเมนท์มีสีเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติและมีค่า a* อยู่ระหว่าง 4.39-5.72 การรมสาร 1-MCP ก่อนหรือหลังจากการทำ heat treatment ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า a* ของสีเนื้อมะม่วง และการทำ heat treatment ทำให้มะม่วงมีค่า a* ของสีเนื้อไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (ภาพที่ 2.2.6; ตารางภาคผนวกที่ 2.2.6)



ภาพที่ 2.2.6 ค่า a* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

ค่า b* ของสีเนื้อมะม่วง

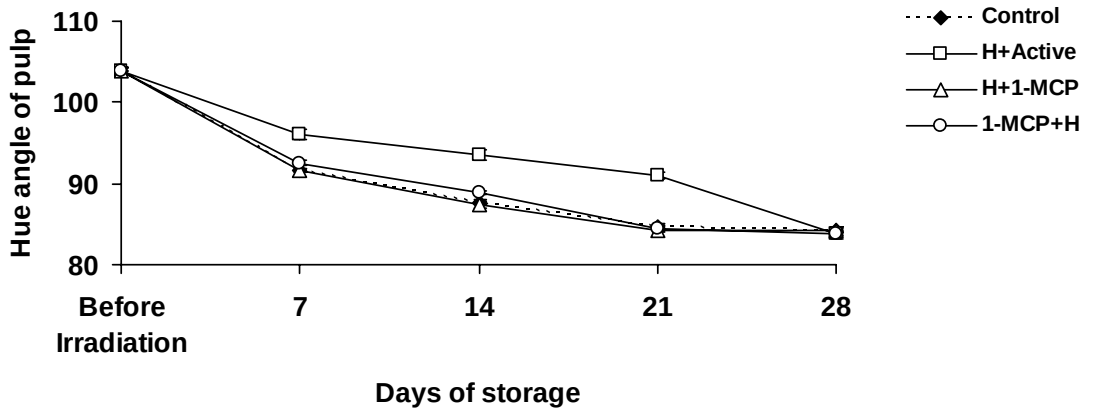
มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เมื่อเริ่มต้นเก็บรักษามีค่า b* เท่ากับ 103.88 หลังจากนั้นค่า b* มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 28 วัน โดยมะม่วงที่รมสาร 1-MCP ก่อนหรือหลังจากการทำ heat treatment มีค่า b* ของเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ (มีค่าอยู่ในช่วง 25.92-54.89) ยกเว้นในวันที่ 28 พบว่ามะม่วงที่รมสาร 1-MCP ก่อนทำ heat treatment มีค่า b* ของสีเนื้อมะม่วง (52.34) น้อยกว่ามะม่วงที่ผ่านการทำ heat treatment ก่อนรมสาร 1-MCP (54.83) อย่างมีนัยสำคัญและไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (53.49) ขณะที่มะม่วงที่ผ่านการทำ heat treatment แล้วเก็บรักษาในถุง active มีค่า b* ต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า b* อยู่ในช่วง 30.42-41.14 (ภาพที่ 2.2.7, ตารางภาคผนวกที่ 2.2.7)



ภาพที่ 2.2.7 ค่า b* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

ค่า Hue angle ของสีเนื้อ

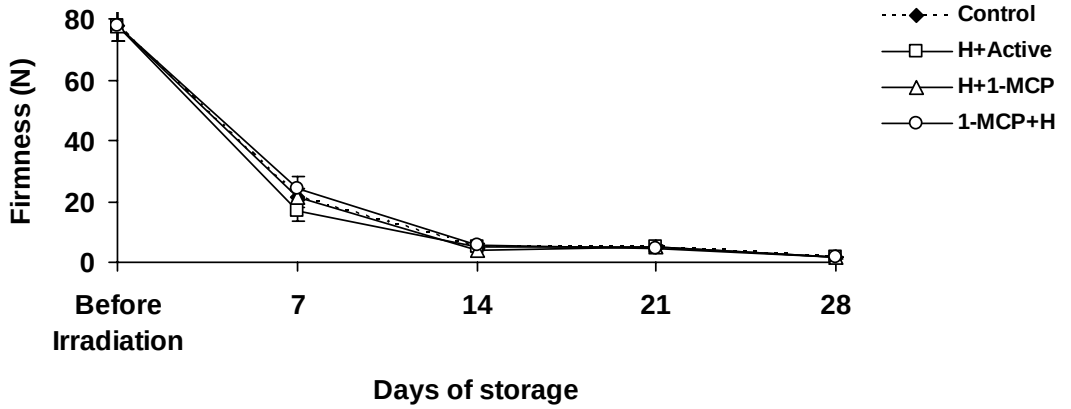
มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ฉายรังสีแกมมาที่ผ่านการทำ heat treatment ร่วมกับการเก็บรักษาในถุง active พบว่าค่า Hue angle มีแนวโน้มสูงที่สุดตลอดระยะเวลาเก็บรักษา (อยู่ในช่วง 103.88-90.96) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทรีตเมนท์อื่นๆ ในช่วง 21 วันของการเก็บรักษา และมะม่วงฉายรังสีแกมมาที่ผ่านการทำ heat treatment ร่วมกับการรมสาร 1-MCP มีค่า Hue angle ของสีเนื้อไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (ภาพที่ 2.2.8) อย่างไรก็ตามในวันที่ 28 พบว่าเนื้อมะม่วงทุกทรีตเมนท์มีค่า Hue angle ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 2.2.8)



ภาพที่ 2.2.8 ค่า Hue angle ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

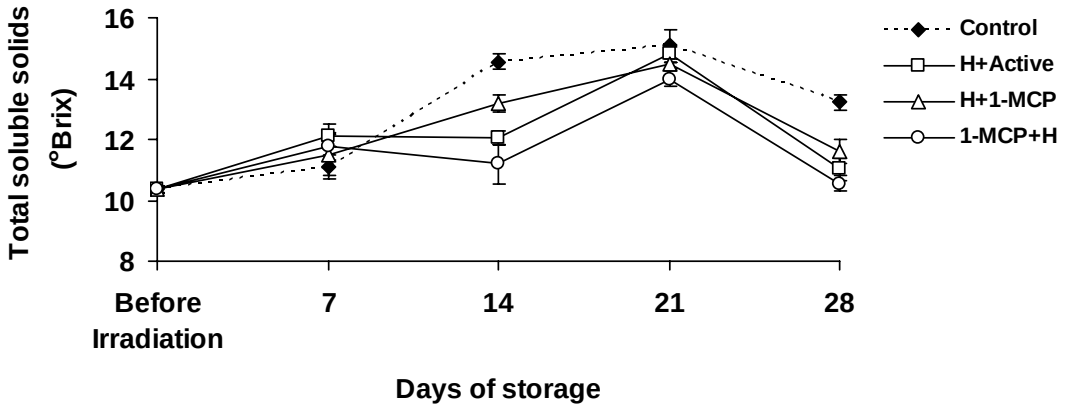
มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ก่อนฉายรังสีแกมมามีความแน่นเนื้อเท่ากับ 77.75 นิวตัน หลังจากนั้นความแน่นเนื้อมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาเก็บรักษา โดยหลังจากเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน พบว่ามะม่วงชุดควบคุมมีความแน่นเนื้อไม่แตกต่างจากมะม่วงที่ผ่านการทำ heat treatment ร่วมกับการเก็บรักษาในถุง active หรือการรมสาร 1-MCP โดยมีความแน่นเนื้ออยู่ในช่วง 1.44-1.79 นิวตัน เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษา (ภาพที่ 2.2.9, ตารางภาคผนวกที่ 2.2.9)



ภาพที่ 2.2.9 ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

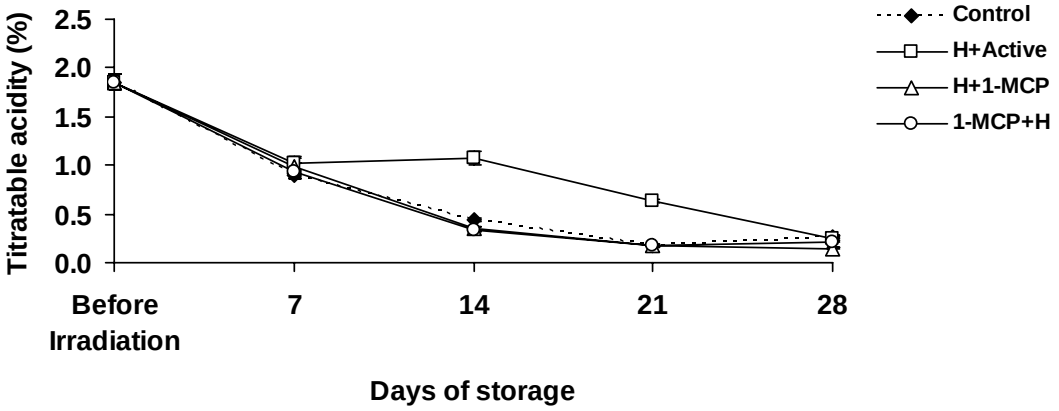
มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ก่อนฉายรังสีแกมมามีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 10.4 องศาบริกซ์ หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน พบว่ามะม่วงมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา พบว่ามะม่วงชุดควบคุมมีปริมาณของแข็ง ที่ละลายน้ำได้สูงสุดเท่ากับ 14.6 องศาบริกซ์ และมีความแตกต่างทางสถิติกับมะม่วงฉายรังสีแกมมา ที่ผ่านการทำ heat treatment ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 11.2-13.2 องศาบริกซ์ และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (28 วัน) พบว่ามะม่วงฉายรังสีแกมมาที่ผ่านการทำ heat treatment ร่วมกับการรมสาร 1-MCP มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อยู่ในช่วง 10.6-11.0 องศาบริกซ์ ส่วนมะม่วงชุดควบคุมมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากที่สุด เท่ากับ 13.2 องศาบริกซ์ (ภาพที่ 2.2.10, ตารางภาคผนวกที่ 2.2.10)



ภาพที่ 2.2.10 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้

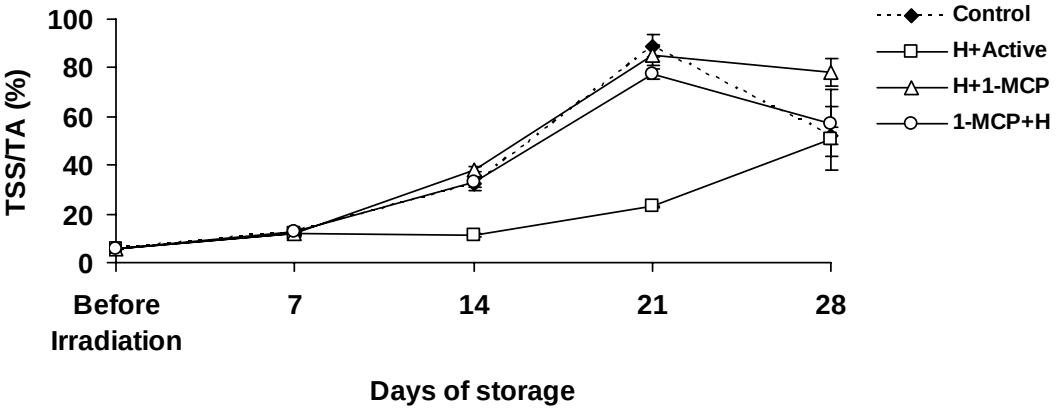
จากการทดลองพบว่า มะม่วงชุดควบคุมมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ไม่แตกต่างจากทรีตเมนท์อื่นๆ ในช่วง 7 วันแรกของการเก็บรักษา โดยมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้อยู่ในช่วง 0.9-1% citric acid หลังจากนั้นปริมาณกรดที่ไตเตรทได้มีแนวโน้มลดลงและมีความแตกต่างทางสถิติในวันที่ 14 และ 21 ของการเก็บรักษา ซึ่งพบว่ามะม่วงฉายรังสีที่ผ่านการทำ heat treatment ร่วมกับการเก็บรักษาใน ถุง active มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 1.1 และ 0.6% citric acid ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาในวันที่ 28 พบว่ามะม่วงฉายรังสีทุกทรีตเมนท์มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ไม่แตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 2.2.11, ตารางภาคผนวกที่ 2.2.11)



ภาพที่ 2.2.11 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้

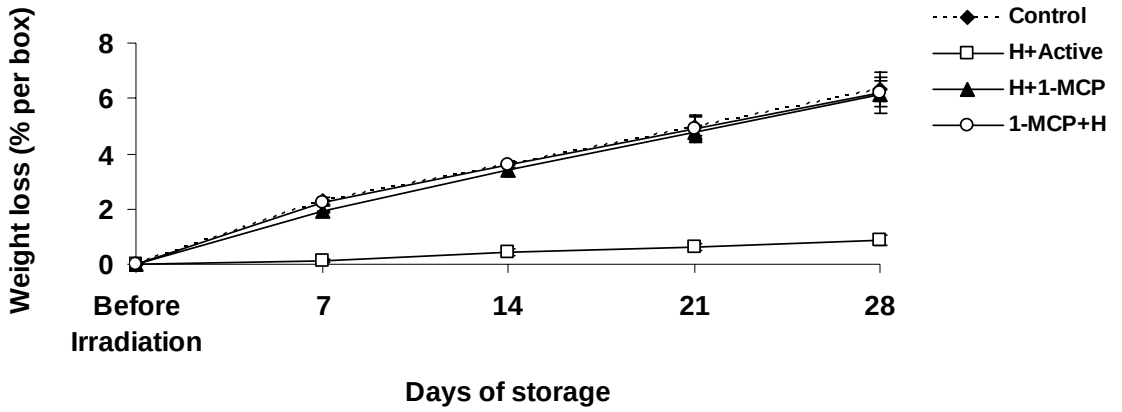
มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 หลังการเก็บเกี่ยวมีอัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้เท่ากับ 5.59 หลังจากนั้นอัตราส่วนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีค่าลดลงในสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา ยกเว้นมะม่วงฉายรังสีแกมมาที่ผ่านการทำ heat treatment ร่วมกับการเก็บรักษาในถุง active ที่มีอัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ต่ำสุดในสัปดาห์สุดท้ายของการเก็บรักษา โดยมีค่าเท่ากับ 50.86 (ภาพที่ 2.2.12, ตารางภาคผนวกที่ 2.2.12)



ภาพที่ 2.2.12 อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

อัตราการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วง

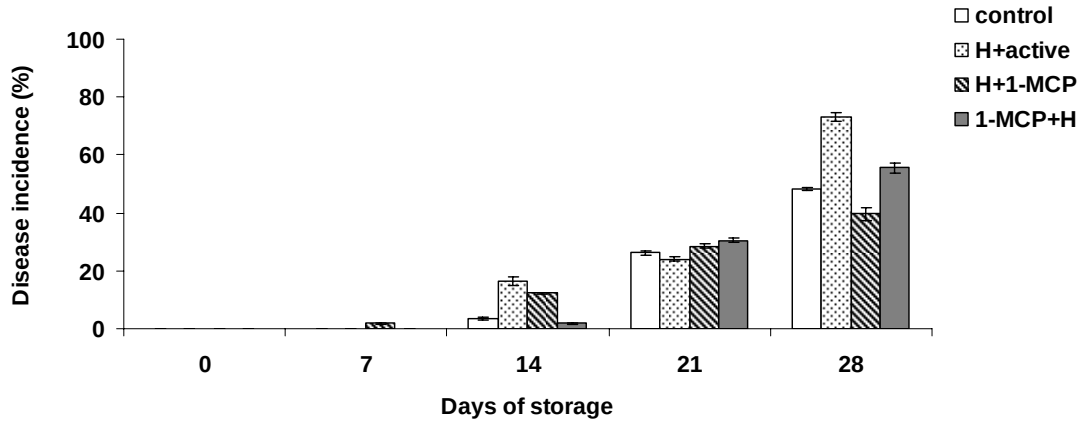
การทำ Heat treatment ร่วมกับการรมสาร 1-MCP และร่วมกับ การใช้ถุง active ก่อนการฉายรังสีแกมมา พบว่า มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment ร่วมกับการเก็บรักษาในถุง active ก่อนฉายรังสีแกมมามีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญตลอดการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษามีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 0.9 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่มะม่วงที่ผ่านการทำ Heat treatment เพียงอย่างเดียว หรือร่วมกับการรมสาร 1-MCP มีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 6.2-6.3 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2.2.13, ตารางภาคผนวกที่ 2.2.13)



ภาพที่ 2.2.13 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment ร่วมกับการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm ก่อนการฉายรังสีแกมมา เริ่มแสดงอาการเกิดโรคในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ขณะที่ทรีตเมนต์อื่น ๆ สามารถตรวจวัดได้ในวันที่ 14 และมะม่วงมีการเกิดโรคเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยมะม่วงจุ่มน้ำร้อนและบรรจุถุง Active มีการเกิดโรคมากที่สุด รองลงมาได้แก่มะม่วงที่รมสาร 1-MCP ก่อนจุ่มน้ำร้อนและชุดควบคุมตามลำดับ ส่วนมะม่วงที่จุ่มน้ำร้อนก่อนรมสาร 1-MCP เกิดโรคน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ (ภาพที่ 2.2.14, ตารางภาคผนวกที่ 2.2.14)



ภาพที่ 2.2.14 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) ก่อนการฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

ผลการทดลองและวิจารณ์-โครงการวิจัยย่อยที่ 3

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การพัฒนากลิ่นและสีในผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีระหว่างการเก็บรักษา

การทดลองที่ 3.1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นและสีมะม่วงน้ำดอกไม้หลังการฉายรังสีและระหว่างการเก็บรักษา

การผลิตเอทิลีนจากผลมะม่วงและการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

มะม่วงหลังการฉายรังสีมีการผลิตเอทิลีนสูงถึง 0.5 µl/kg/h จากนั้นผลิตลดลงในช่วงแรกของการเก็บรักษา ในขณะที่ไม่สามารถตรวจวัดเอทิลีนที่ผลิตขึ้นจากมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีในช่วง 10 วันแรกของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 3.1.1) มะม่วงทั้งที่ฉายและไม่ฉายรังสีมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องหลังจากวันที่ 10 ของการเก็บรักษา โดยที่ผลที่ไม่ได้รับการฉายรังสีมีแนวโน้มการผลิตเอทิลีนสูงกว่า แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างทรีตเมนท์ (ตารางภาคผนวกที่ 3.1.1) มะม่วงทั้งสองทรีตเมนท์เริ่มเข้าสู่ช่วง climacteric rise โดยมีการสร้างเอทิลีนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องหลังจากวันที่ 10 ของการเก็บรักษา

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกที่ฉายและไม่ได้ฉายรังสีมีความแน่นเนื้อเริ่มต้นเป็น 50.066 และ53.282 นิวตัน โดยความแน่นเนื้อของมะม่วงทั้งสองทรีตเมนท์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในช่วง 10 วันแรกของการเก็บรักษา ผลมะม่วงทั้งสองทรีตเมนท์มีความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วหลังวันที่ 10 ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น (ภาพที่ 3.1.2) โดยผลที่ฉายรังสีมีความแน่นเนื้อต่ำกว่าผลที่ไม่ได้ฉายรังสีในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา แสดงให้เห็นถึงการเริ่มสุกของผล และผลสุกอย่างเต็มที่ตั้งแต่วันที่ 20 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามเมื่อผลสุกเต็มที่ มะม่วงที่ได้รับการฉายรังสีคงความแน่นเนื้อสูงกว่าผลที่ไม่ได้ฉายรังสีเล็กน้อย (ตารางภาคผนวกที่ 3.1.2)

มะม่วงเป็นผลไม้ที่มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจก่อนที่จะมีการสุกของผล และมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา (Lizada, 1993) การฉายรังสี 400 เกรย์ไม่มีผลต่อการผลิตเอทิลีนระหว่างการเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ยกเว้นหลังฉายรังสีเสร็จ ซึ่งอาจเนื่องมาจากความร้อนสะสมที่ได้รับจากการฉายรังสี และมีผลต่อการอ่อนนิ่มของผลมะม่วงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษาแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อผลสุกในวันที่ 30 ของการเก็บรักษา สอดคล้องกับการทดลองฉายรังสีกับผลมะละกอที่ปริมาณ 0.5 กิโลเกรย์ และทิ้งไว้ให้สุกที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่มีผลต่อการผลิตเอทิลีนและไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (D'Innocenzo และ Lajolo, 2001) โดย Limohpasmanee และคณะวิจัยจากสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติแห่งชาติ (2005) ทดลองฉายรังสีที่ 1000 เกรย์กับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 หนังกลางวัน อกร่องและแรด พบว่าไม่มีผลเสียต่อลักษณะปรากฏภายนอกและรสชาติ ยกเว้นในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่ฉายรังสีที่ 300 เกรย์ หรือสูงกว่านี้ จะทำให้ผิวเกิดจุดสีน้ำตาล สำหรับมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการฉายรังสีนั้นมีคุณภาพดีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 18 องศาเซลเซียสได้นาน 15 วัน

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ

มะม่วงที่ฉายรังสีมีค่าความสว่าง L Hunter scales ของสีเปลือกระหว่างการเก็บรักษาในช่วง 55 – 58 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 3.1.3) ส่วนผลมะม่วงที่ไม่ฉายรังสีมีค่า L เพิ่มสูงขึ้นอย่างมากและแตกต่างกับผลที่ฉายรังสีหลังวันที่ 15 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 3.1.3) โดยสัมพันธ์กับค่า hue angles ของเปลือกผลที่ไม่ได้ฉายรังสี (111.542) ที่มีค่าลดต่ำลงอย่างรวดเร็วหลังวันที่ 15 ไปอยู่ในช่วงสีเหลือง (92) ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับผลที่ฉายรังสีที่มีค่า hue angles ลดลงอย่างช้าๆ (ภาพที่ 3.1.4) นั่นคือ ผลมะม่วงที่ไม่ได้รับการฉายแสงมีการสุกที่ปกติ โดยเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหลังจากวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ผลที่ฉายรังสีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพียงเล็กน้อย

L เริ่มต้นของสีเนื้อของผลมะม่วงที่ฉายและไม่ฉายรังสีมีค่าเป็น 77.988 และ 78.024 โดยค่า L สีเนื้อของมะม่วงทั้งสองทรีตเมนท์นั้นไม่มีความแตกต่างกันตลอดการเก็บรักษา (ตารางภาคผนวกที่ 3.1.3) แต่ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อค่า L โดยสีเนื้อของมะม่วงมีค่า L ลดลงอย่างเร็วหลังจากวันที่ 15 (ภาพที่ 3.1.3) นอกจากนี้ค่า hue angles ของสีเนื้อของมะม่วงที่ฉายและไม่ฉายรังสีลดลงอย่างต่อเนื่องหลังจากวันที่ 10 ของการเก็บรักษา (ตารางภาคผนวกที่ 3.1.4) โดยในช่วง 15 วันแรก ค่า hue angles ของสีเนื้อมะม่วงที่ฉายรังสีมีค่าต่ำกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีเล็กน้อย (ภาพที่ 3.1.4) แสดงให้เห็นว่าเนื้อของผลมะม่วงที่ฉายรังสีเริ่มสุกโดยสีเนื้อเริ่มเหลืองก่อนมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสี แต่การเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อก็ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อผลเข้าสู่ระยะสุกเต็มที่ การวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนในเปลือกและเนื้อด้วยวิธีใช้สารสกัดแล้วฉีดวิเคราะห์ด้วย HPLC-PDA เปลือกมะม่วงมีปริมาณเบต้าแคโรทีนมากประมาณ 3 เท่าของในเนื้อ ปริมาณเบต้าแคโรทีนในเนื้อผลมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระหว่างการสุก โดยมีค่าลดลงเล็กน้อยในช่วงก่อนการสุก แต่เบต้าแคโรทีนมีปริมาณเพิ่มขึ้นในเปลือกช่วงผลสุกในผลที่ไม่ฉายรังสี แต่ลดลงในเปลือกผลที่ฉายรังสี (ตารางภาคผนวกที่ 3.1.5) สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกค่า L hunter scale (ตารางภาคผนวกที่ 3.1.3) และ hue angle (ตารางภาคผนวกที่ 3.1.4)

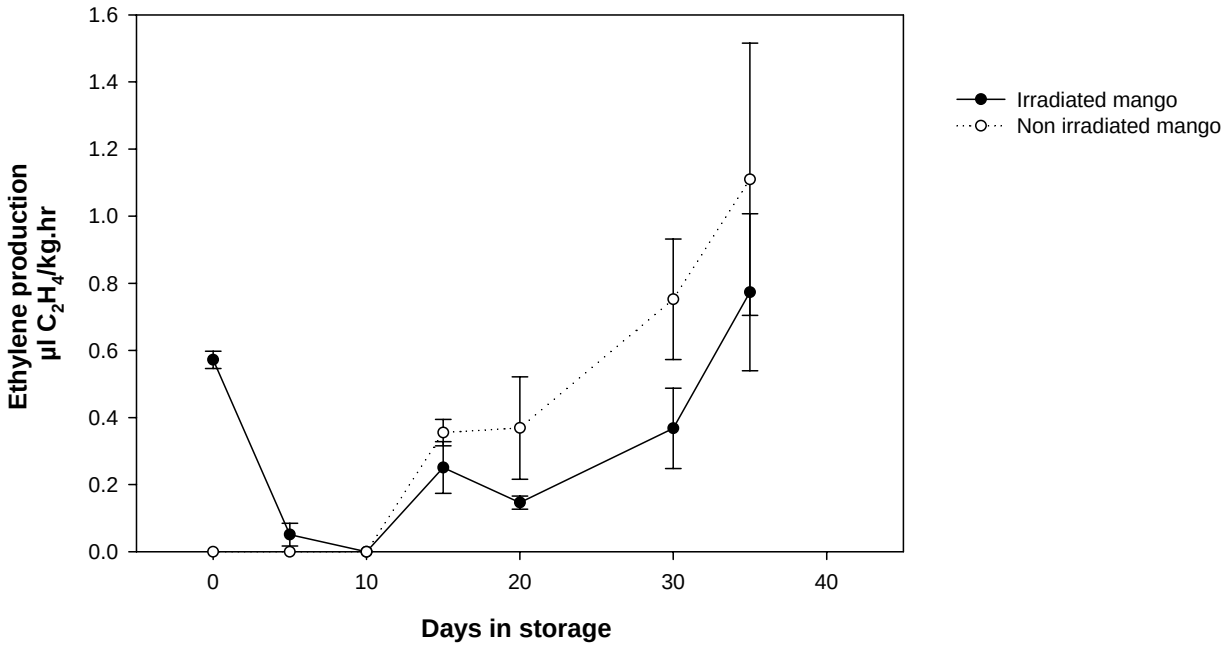
การฉายรังสี 400 เกรย์กับผลมะม่วงน้ำดอกไม้ในการทดลองครั้งนี้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อเมื่อสุก แต่พบว่าผิวของผลสุกมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ได้รับรังสีไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มตามปกติ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีผิวของมะม่วงสุกขึ้นอยู่กับพันธุ์ เช่น พันธุ์ Harumanis และ Katchamita จะยังคงมีสีเขียวอยู่แม้ว่าอยู่ในระยะสุกเต็มที่ (Lizada, 1993) ขณะที่พันธุ์ Tommy Atkins พบว่ามีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์อย่างรวดเร็ว (Bengochea และคณะ ,1980) การฉายรังสีปริมาณนี้อาจไปมีผลต่อการพัฒนาสารสีในกลุ่มแคโรทีนอยด์ซึ่งเป็นสารให้สีเหลืองและแอนตี้ออกซิแดนท์ที่สำคัญในพืช (Viljanen และคณะ, 2002) ในผลมะม่วงน้ำดอกไม้ โดยมีรายงานในการใช้ Gamma-ray และ electron beam กับผลสตรอเบอรี่ ที่ปริมาณรังสี 1-2 KGy มีผลยับยั้งการพัฒนาสีผลสตรอเบอรี่หรือชะลอการสุกได้ (Gladon และคณะ, 1997) ดังนั้นเพื่อเป็นการกระตุ้นการสุกและการเปลี่ยนแปลงสีผิวของมะม่วงที่ได้รับการฉายรังสี การทดลองโดยการใช้การบ่มโดยใช้สารเอทิลีน หรือสารกลุ่มเอทิฟอนก่อนนำมะม่วงไปฉายรังสีอาจช่วยพัฒนาการคุณภาพส่งออกของผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ได้รับการฉายรังสี

การเปลี่ยนแปลงกลิ่นจากเนื้อผล

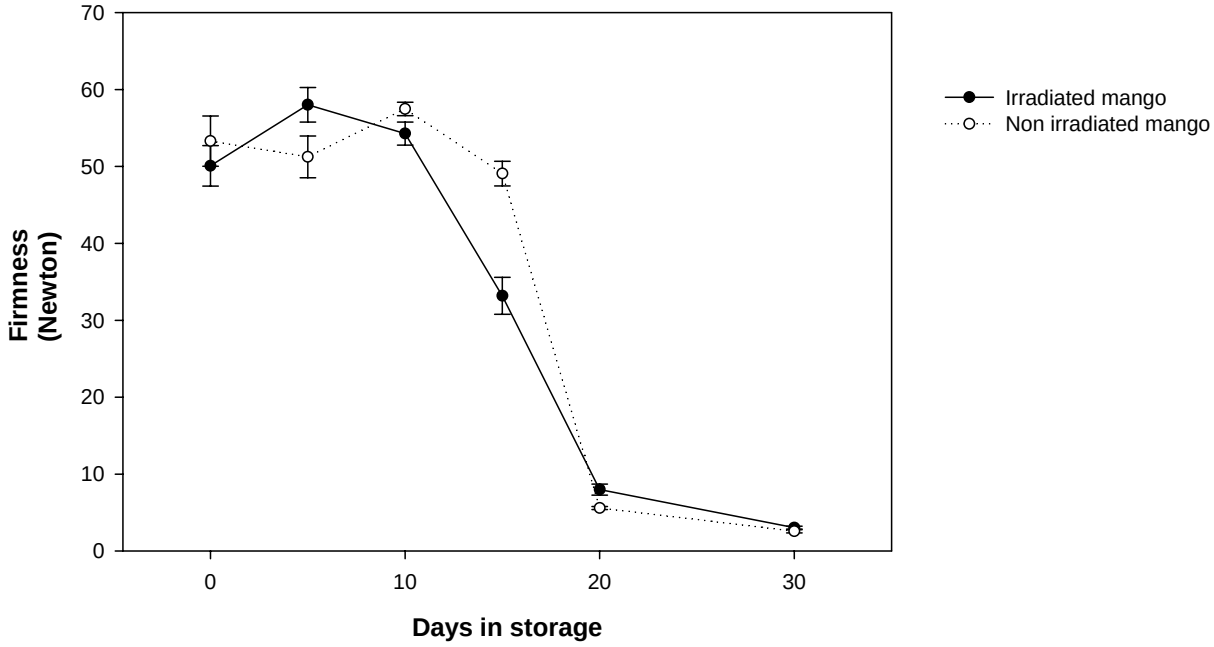
สารระเหยในมะม่วงน้ำดอกไม้ระยะแก่บริบูรณ์เมื่อวิเคราะห์จาก head space ของเนื้อมะม่วงปั่นและดูดซับไว้ด้วย solid phase micro-extraction (SPME) พบสาร hexanal, alpha-pinene, caryophyllene, alpha-caryophyllene, germacrene D (ภาพที่ 3.1.6A) โดยมีสาร caryophyllene รวมกันแล้วมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณสารระเหยจากเนื้อมะม่วงทั้งหมด (ตารางภาคผนวกที่ 3.1.6) ส่วนมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ไม่ฉายรังสีที่สุกในวันที่ 25 ของการเก็บ

รักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ตรวจพบกลิ่นหลักเหมือนกับในผลระยะแก่บริบูรณ์ยกเว้นสาร hexanal ที่ตรวจไม่พบและปริมาณ germacrene D ที่มีสัดส่วนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อย่างไรก็ตามในผลมะม่วงสุกมีปริมาณสารระเหยเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยมีมากกว่าผลดิบระยะบริบูรณ์ไม่น้อยกว่า 1 เท่า เมื่อเปรียบเทียบแบบ relative abundances (ภาพที่ 3.1.6A และ 3.1.6B) อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์สัดส่วนและปริมาณของกลิ่นของผลมะม่วงโดยวิเคราะห์ด้วยวิธี SPME/GC-MS ให้โครมาโตแกรมของกลิ่นที่ไม่มากนัก ผู้ทดลองจึงได้เปลี่ยนวิธีการสกัดมาใช้วิธีการสกัดด้วยการใช้สารสกัด (solvent extraction) ด้วยสาร panetane : dichloromethane (ในอัตราส่วน 1:1) แล้ววิเคราะห์ด้วย GC-MS ให้ผลในภาพที่ 3.1.7 และตารางภาคผนวกที่ 3.1.7 ซึ่งตรวจสอบสารได้หลากหลายกว่า (ไม่น้อยกว่า 18 ชนิด) แต่สารบางตัว เช่น hexanal ก็ไม่สามารถตรวจสอบได้ ซึ่งอาจเนื่องมาจากความสามารถในการสกัดและการละลายของสารต่างกัน

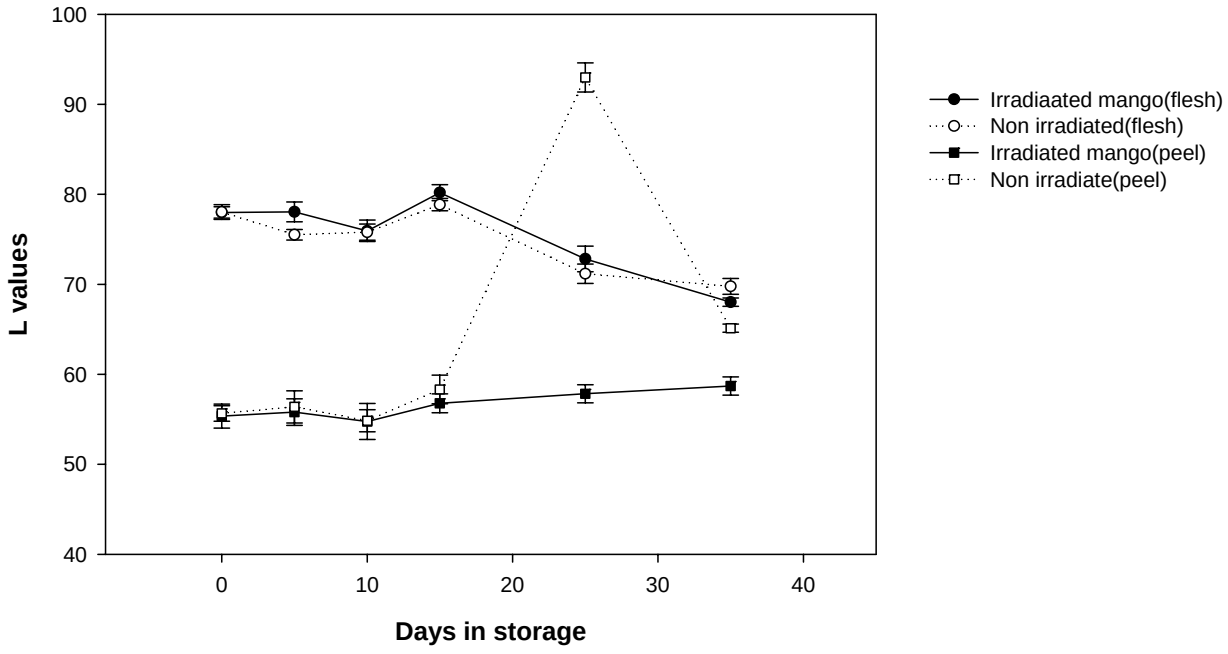
การฉายรังสีมีผลให้สารให้กลิ่นบางชนิด เช่น α-Pinene, Caryophyllene, Germacrene D, Hexenal ไม่สามารถตรวจสอบได้ในเนื้อผลหลังการฉาย และในช่วงแรกเก็บรักษา หรือสารบางชนิดมีปริมาณลดลง เช่น 2-methyl1-butyl acetate (ตารางภาคผนวกที่ 3.1.7) อย่างไรก็ตามเมื่อผลสุกเต็มที่ (วันที่ 30 ของการเก็บรักษา) สารระเหยที่มีผลกระทบจากการฉายรังสีก็กลับมาผลิตและสะสมในเนื้อไม่แตกต่างจากผลที่ไม่ได้รับการฉายรังสี



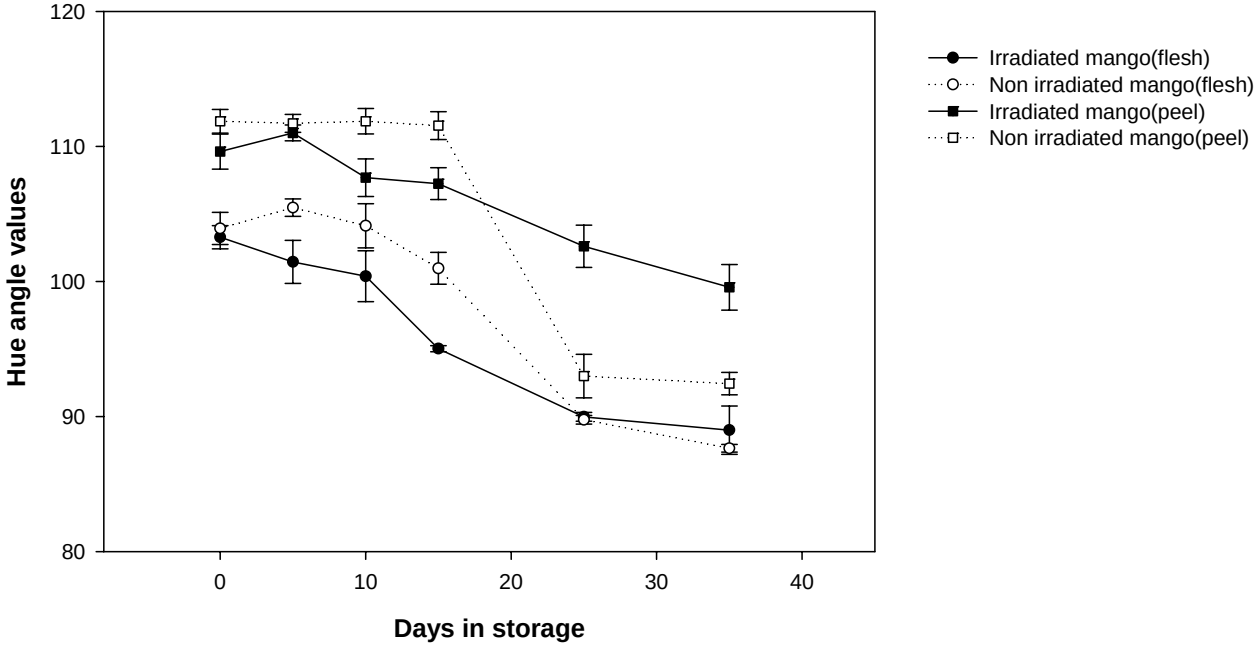
ภาพที่ 3.1.1 การผลิตเอทิลีนของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหล นาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน



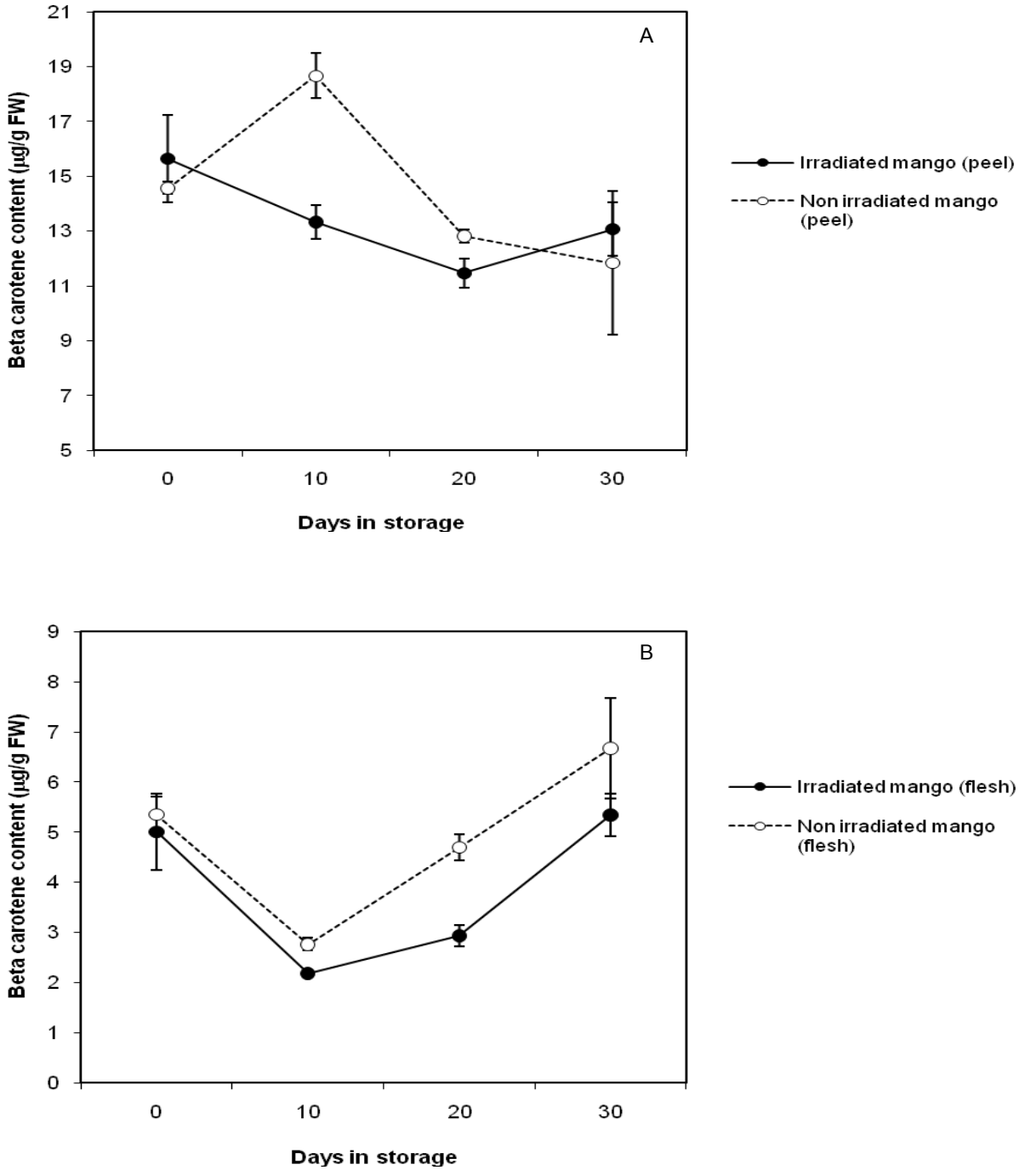
ภาพที่ 3.1.2 ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหล นาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน



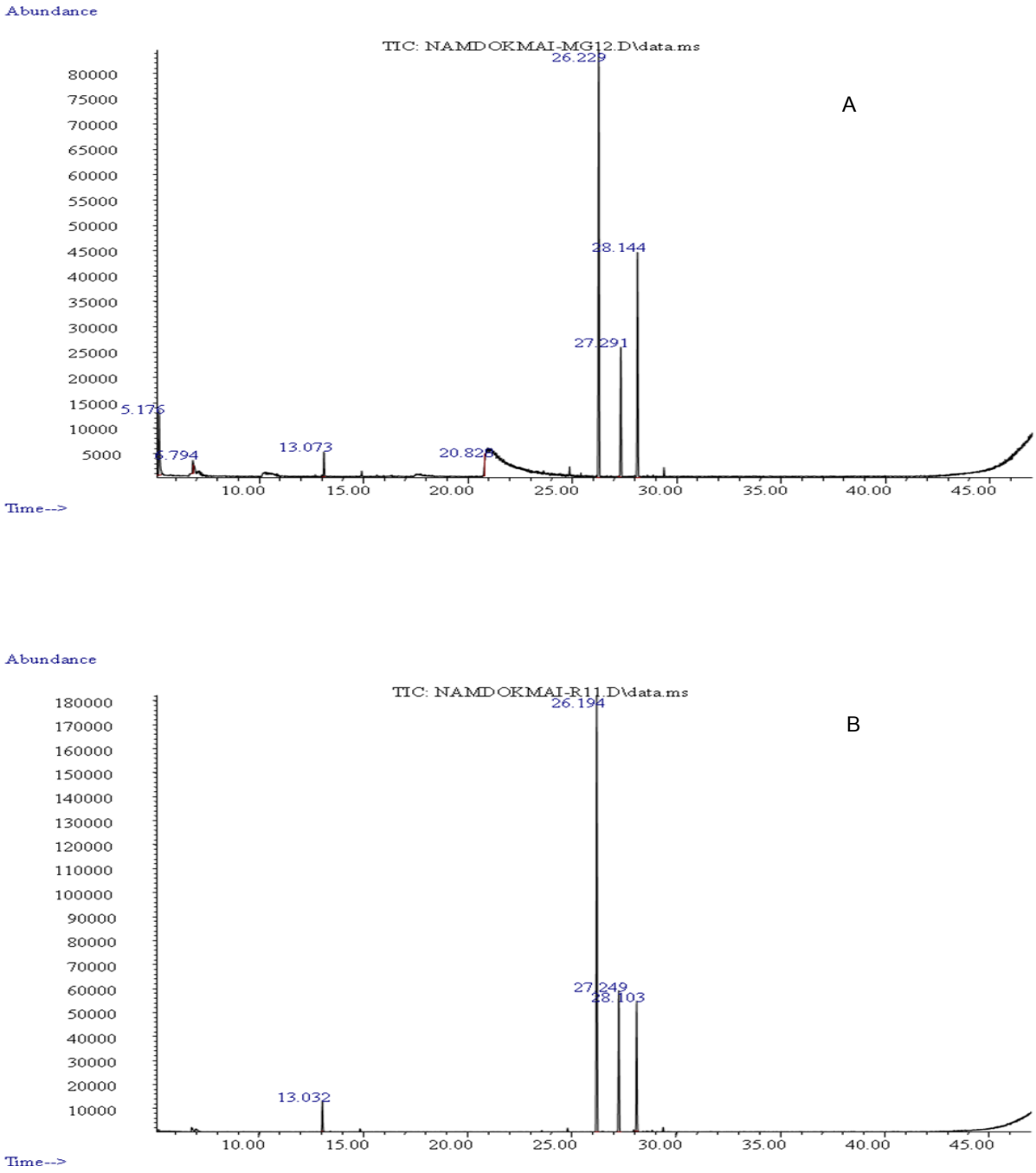
ภาพที่ 3.1.3 ค่า L Hunter scales ของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหล นาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน



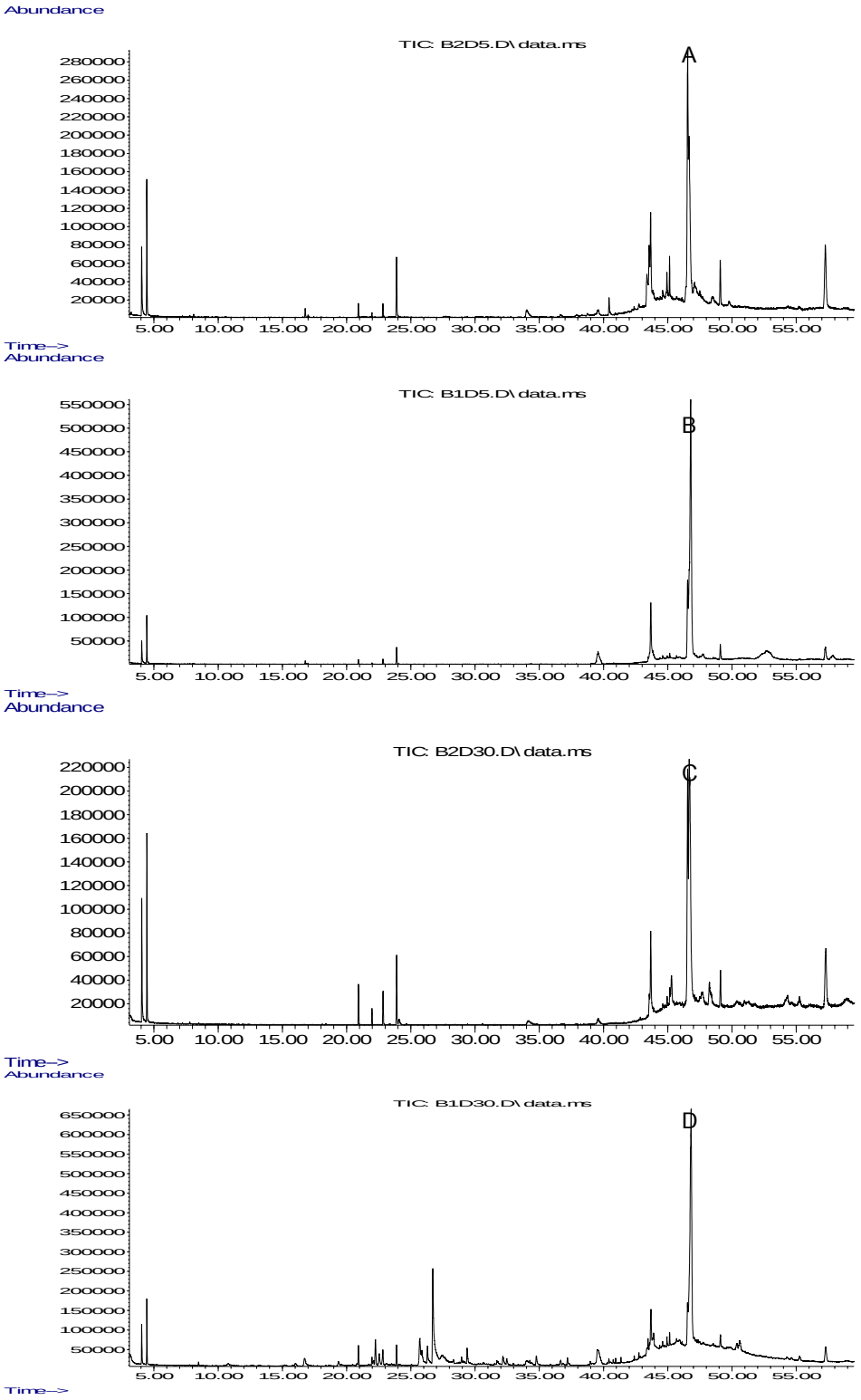
ภาพที่ 3.1.4 ค่า hue angles ของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหล นาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน



ภาพที่ 3.1.5 ค่า β carotene ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน



ภาพที่ 3.1.6 โครมาโตแกรม total ion spectra (TIC) ของกลิ่นจากเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหล นาน 30 นาที ก่อนการเก็บรักษา (A) แล้วเก็บที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน (B) วิเคราะห์โดย solid phase micro-extraction (SPME)/GC-MS



ภาพที่ 3.1.7 โครมาโตแกรม total ion spectra (TIC) ของสารระเหยจากเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหล นาน 30 นาที ก่อนการเก็บรักษา (A) และหลังการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (B) แล้วในผลที่ไม่ฉายรังสีและเก็บที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน (C) หรือผลที่ฉายรังสีและเก็บรักษา นาน 30 วัน (D) วิเคราะห์โดย solvent extraction (pantane: dichloromethane, 1:1) /GC-MS

การทดลองที่ 3.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นและสีของมะม่วงน้ำดอกไม้หลังการฉายรังสีและเมื่อบ่มให้สุกด้วยเอทิลีน

การผลิตเอทิลีนจากผลมะม่วงและการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

มะม่วงหลังการฉายรังสีมีการผลิตเอทิลีนสูงเล็กน้อย ผลที่ได้รับเอทิฟอนและไม่ได้รับการฉายรังสีมีการเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า (0.7 µl/kg.h) เมื่อผลสุกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเมื่อวันที่ 12 (ภาพที่ 3.2.1) ผลมะม่วงจุ่มเอทิฟอนก่อนฉายรังสีและผลที่ฉายรังสีก่อนจุ่มเอทิฟอนไม่มีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บโดยที่ทั้งสองทรีตเมนท์มีการผลิตเอทิลีนระหว่างการเก็บไม่แตกต่างกัน (ตารางภาคผนวกที่ 3.2.1) การฉายรังสีอาจมีผลยับยั้งการสร้างและ/หรือการตอบสนองต่อเอทิลีนของผลมะม่วงถึงแม้ผลมะม่วงจะได้รับเอทิลีนจากภายนอก ความแน่นเนื้อผลมะม่วงบ่มด้วยเอทิฟอนที่ 25 องศาเซลเซียส ลดลงจาก 53.28 นิวตันในวันเริ่มต้น ลงมาเป็น 1.9 นิวตัน เมื่อผลสุกในวันที่ 12 ผลเริ่มสุกและมีความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากวันที่ 3 ของการเก็บรักษา ส่วนผลมะม่วงที่จุ่มเอทิฟอนทั้งก่อนและหลังการฉายรังสีมีความแน่นเนื้อสูงกว่าผลที่ไม่ได้ฉายในช่วงแรกของการเก็บ โดยมีความแน่นเนื้อลดลงอย่างมากหลังวันที่ 6 (ภาพที่ 3.2.2, ตารางภาคผนวกที่ 3.2.2)

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ

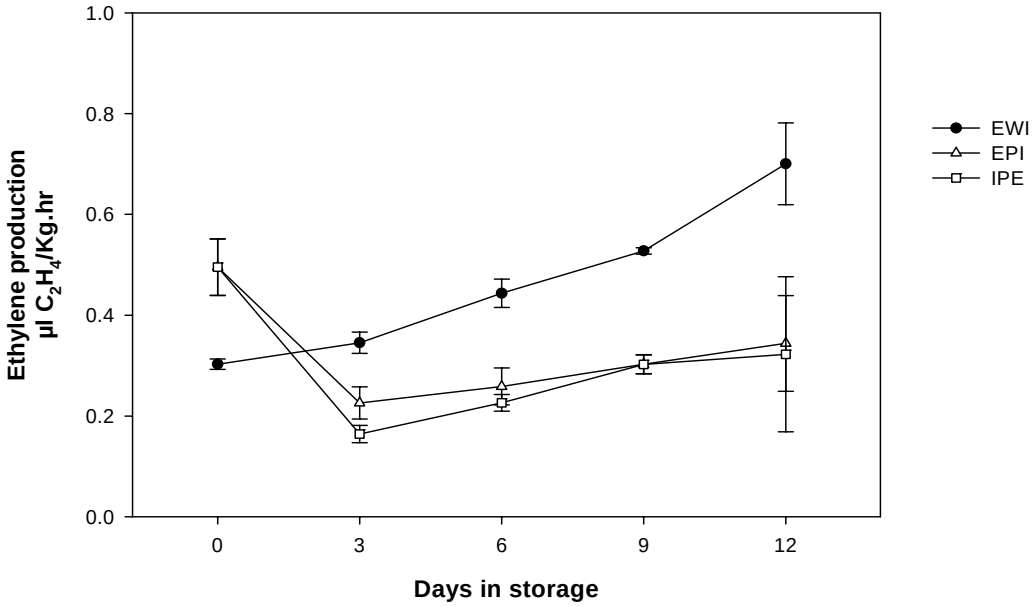
ค่า L hunter scales และ hue angles ของเนื้อมะม่วงทั้ง 3 ทรีตเมนท์ลดลง (ภาพที่ 3.2.3 และ 3.2.4) โดย hue angles นั้นเหลือประมาณ 80 ซึ่งให้ค่าสีเหลืองขึ้นเมื่อสุก โดยในระหว่างการบ่มร่วมกับการฉายรังสีนั้น พบว่าทั้งการบ่มก่อนฉายรังสีและบ่มหลังฉายนั้นมีการลดลงช้ากว่าในผลที่ไม่ได้ฉายรังสีเล็กน้อย โดยไม่มีความแตกต่างกันระหว่างวิธีการบ่มร่วมกับการฉายรังสี ส่วนเปลือกนั้นค่า L hunter scales เพิ่มขึ้น แต่ค่า hue angles ลดลง โดยผลที่ไม่ได้ฉายรังสีและบ่มด้วยเอทิฟอนมีค่า L สูงกว่าและ hue angles ต่ำกว่าผลที่บ่มร่วมกับการฉายรังสีทั้ง 2 ทรีตเมนท์ในวันที่ 9 และ 12 ของการเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ตารางภาคผนวกที่ 3.2.3 และ 3.2.4) ปริมาณเบต้าแคโรทีนในเนื้อเพิ่มขึ้นในผลสุก (ภาพที่ 3.2.5) โดยไม่มีความแตกต่างกันระหว่างทรีตเมนท์ (ตารางภาคผนวกที่ 3.2.5) แสดงให้เห็นการสุกอย่างสมบูรณ์และมีการอ่อนนิ่มและเปลี่ยนแปลงสีเหลืองสดของผลในทรีตเมนท์ควบคุมที่ได้รับการบ่ม ส่วนผลที่ฉายรังสีถึงแม้ได้รับการกระตุ้นให้สุกโดยการได้รับเอทิลีนจากภายนอกทั้งที่ให้ก่อนการฉายรังสีหรือหลังการฉายรังสีมีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองไม่สมบูรณ์ ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.1 อย่างไรก็ตามเปลือกผลที่บ่มด้วยเอทิฟอนมีปริมาณเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้นอย่างมากแตกต่างจากในเปลือกผลที่ฉายรังสีที่ถึงแม้จะได้รับเอทิฟอนก่อน หรือหลังการฉายก็มีการเปลี่ยนแปลงของสารเบต้าแคโรทีน ดังนั้นการฉายรังสีในปริมาณนี้อาจไปมีผลต่อการพัฒนาสารสีในกลุ่มแคโรทีนอยด์ซึ่งเป็นสารให้สีเหลืองและสารแอนตี้ออกซิแดนท์ที่สำคัญในพืช (Viljanen และคณะ, 2002) ในผลมะม่วงน้ำดอกไม้ และนอกจากนี้อาจมีผลต่อการตอบสนองของเอทิลีนกับผลที่ได้รับการฉายรังสีด้วย เนื่องจากถึงแม้ว่าจะได้รับการบ่มโดยการให้เอทิลีนจากภายนอกก็ไม่ได้ช่วยให้คืนสภาพการแสดงอย่างเต็มที่ นอกจากนั้นการให้เอทิฟอนก่อน หรือหลังการบ่มไม่มีความแตกต่างกันในการพัฒนาสีและการอ่อนนิ่มของเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงกลิ่นจากเนื้อผล

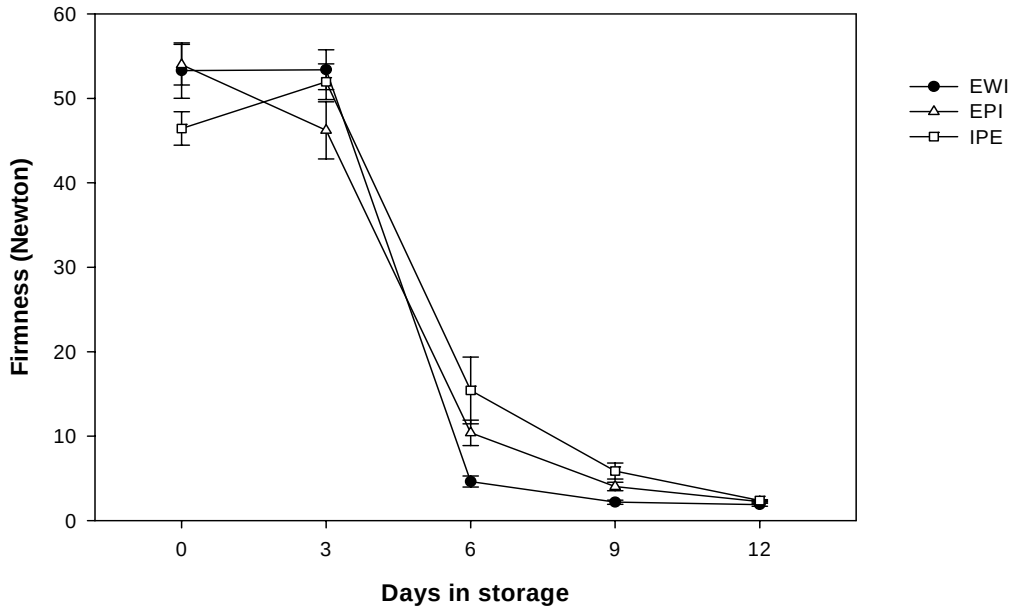
สารให้กลิ่น α-Pinene, Caryophyllene และสารให้กลิ่นบางชนิดไม่สามารถตรวจสอบในผลมะม่วงที่ฉายรังสีได้เมื่อสกัดสารด้วยตัวสกัด panetane: dichloromethane (1:1) (ภาพที่ 3.2.6 และตารางภาคผนวกที่ 3.2.6) อย่างไรก็ตามเมื่อให้เอทิฟอนทั้งแบบก่อน หรือหลังการฉายรังสีทำให้รูปแบบของกลิ่นในผลมะม่วงระหว่างการเก็บ

รักษาไม่มีความแตกต่างจากผลที่ไม่ได้รับการฉายรังสี การฉายรังสีน่าจะมีผลต่อการสร้างและ/หรือทำลายสารระเหยในกลุ่ม isopropanoids ดังจะเห็นได้จากทั้งการทดลองที่ 3.1 และ 3.2 กลิ่นที่อยู่ในกลุ่ม Terpene เช่น α-Pinene, Caryophyllene และ Germacrene D ไม่มีการสะสม หรือลดปริมาณลงอย่างมากในผลที่ได้รับการฉายรังสี

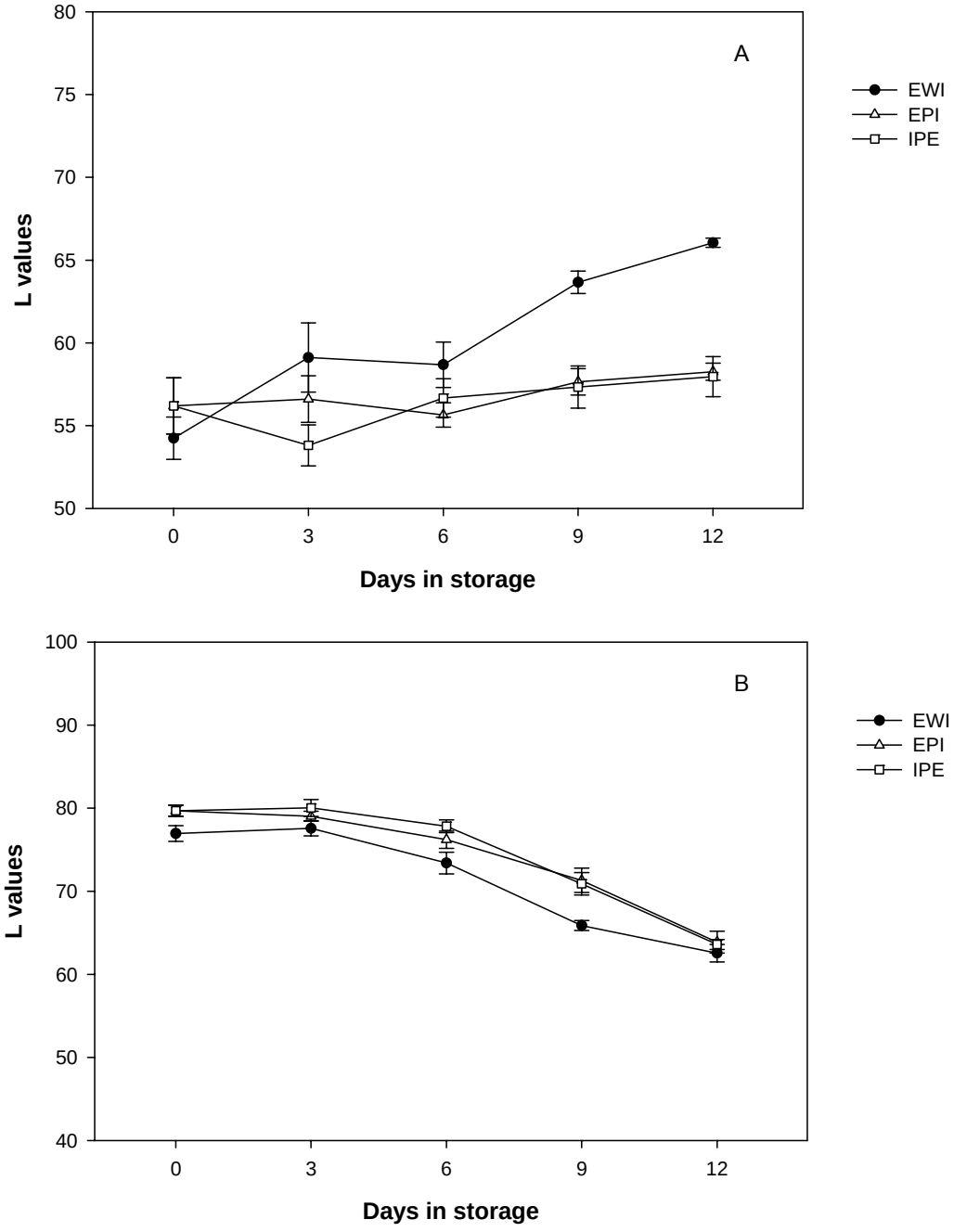
วิธีการกระตุ้นการสุกด้วยการจุ่มผลมะม่วงในสารละลายเอทิฟอนความเข้มข้น 250 ppm ทั้งกับผลก่อนการฉายรังสีและหลังการฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ช่วยกระตุ้นให้ผลมะม่วงมีการสุกที่สมบูรณ์ขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างของคุณภาพของมะม่วงทั้ง 2 ทรีตเมนท์ระหว่างการเก็บ อย่างไรก็ตามในการปฏิบัติเพื่อส่งผลมะม่วงที่ฉายรังสีไปยังต่างประเทศนั้น มะม่วงจะถูกบรรจุลงกล่องและปิดผนึกเพื่อนำไปฉายรังสี และหลังการฉายรังสีก็จะไม่เปิดกล่องนั้นอีก โดยจะลำเลียงไปเก็บรักษา หรือขนส่งต่อทันที ดังนั้นการจุ่มผลมมะม่วงในเอทิฟอนก่อนการฉายรังสีจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะกระตุ้นให้ผลมะม่วงที่ฉายรังสีมีการสุกที่สมบูรณ์ขึ้น



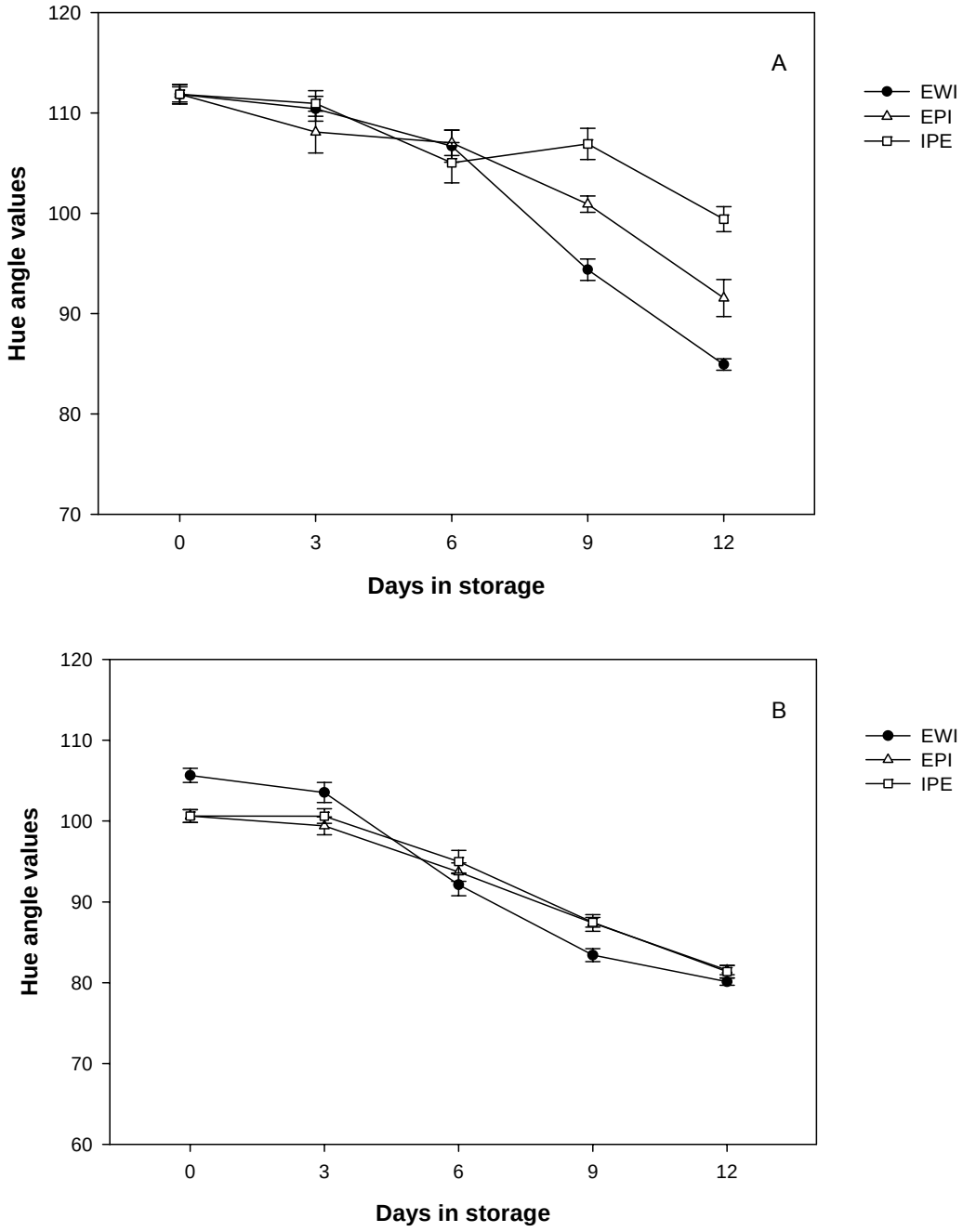
ภาพที่ 3.2.1 การผลิตเอทิลีนของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน



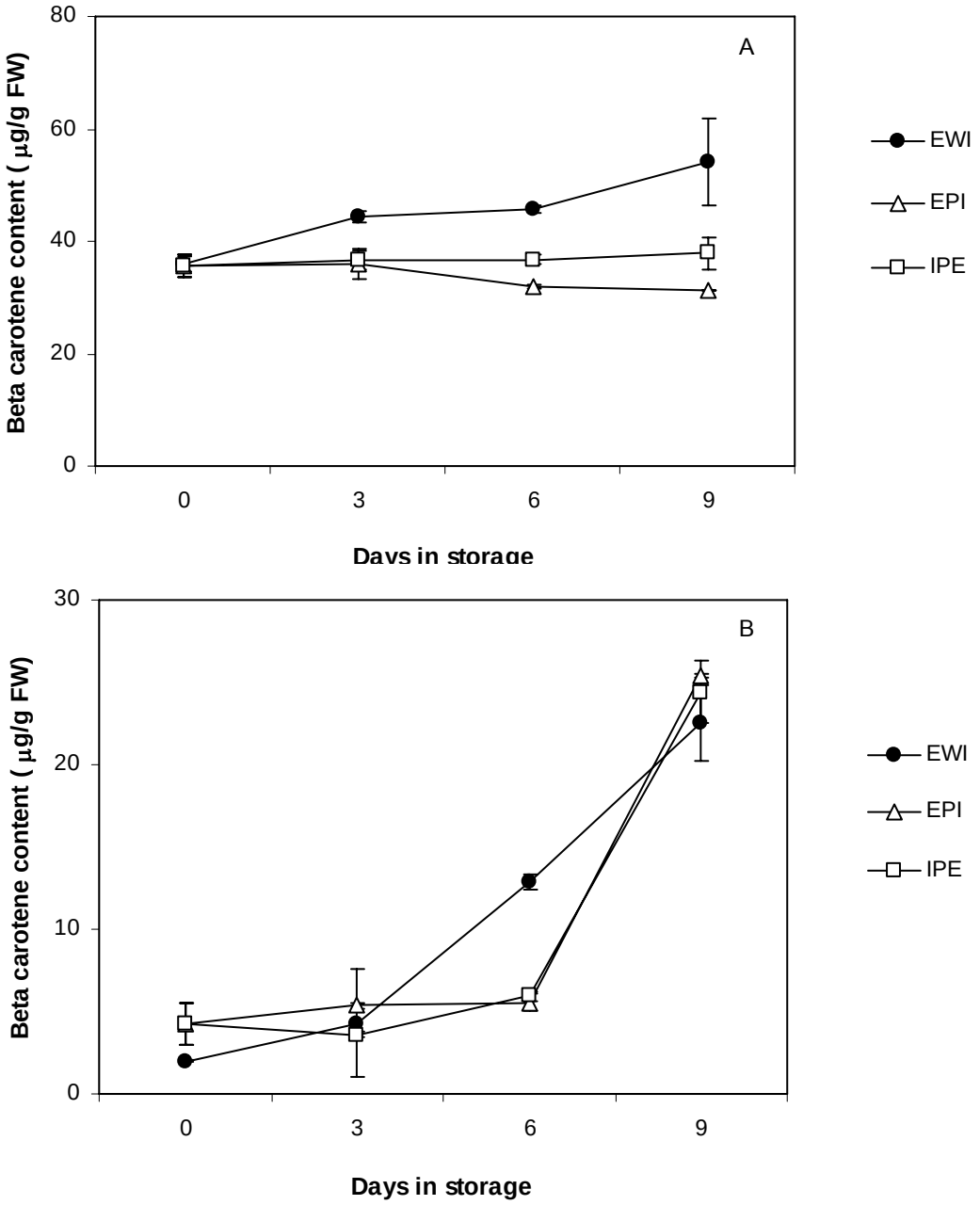
ภาพที่ 3.2.2 ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน



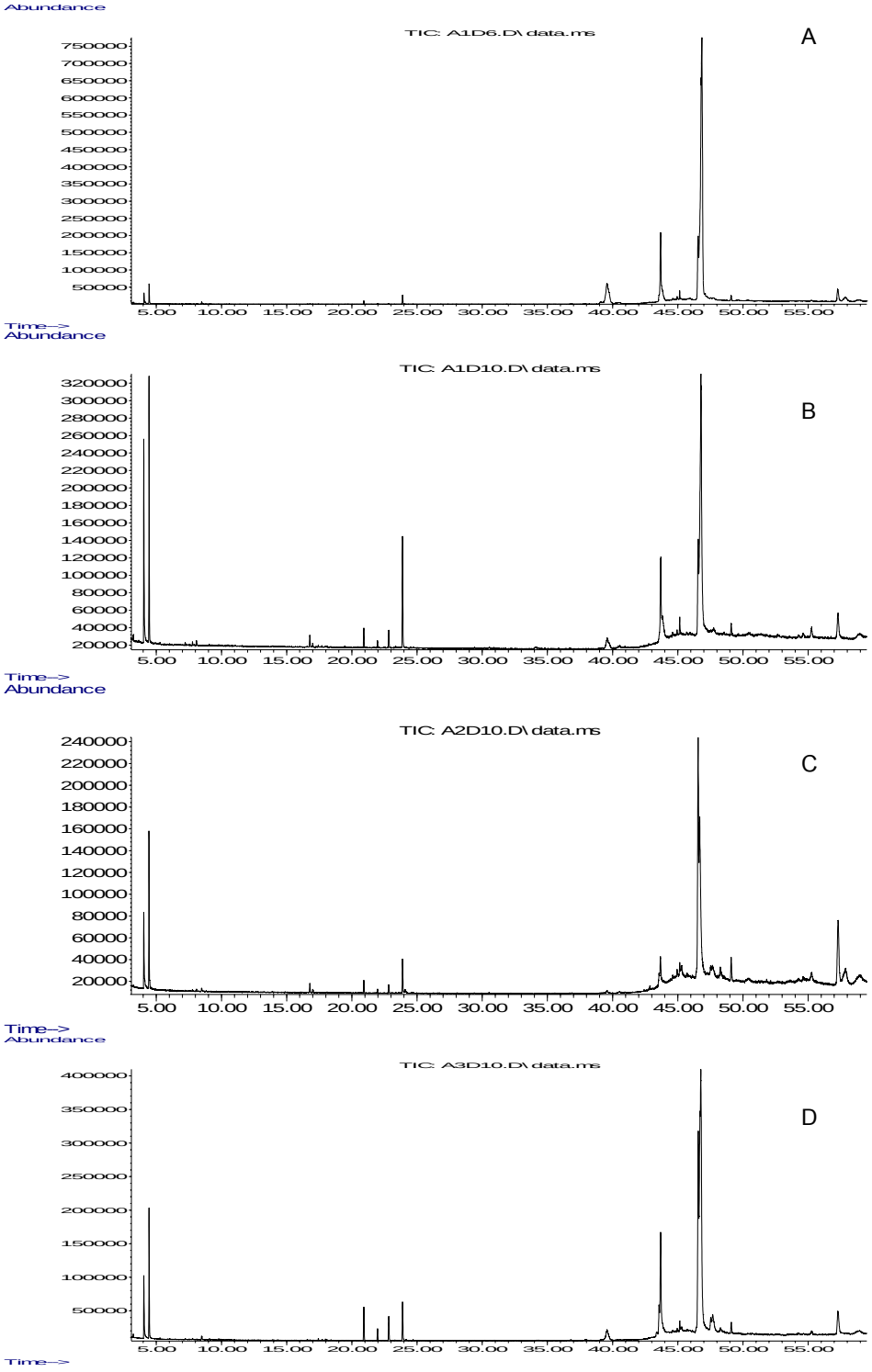
ภาพที่ 3.2.3 ค่า L Hunter scales ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน



ภาพที่ 3.2.4 ค่า hue angle ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน



ภาพที่ 3.2.5 ค่า β carotene ของเปลือก (A) และเนื้อ (B) มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน



ภาพที่ 3.2.6 โครมาโตแกรม total ion spectra (TIC) ของสารระเหยจากเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ไม่ฉายรังสีแล้วจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (A) และวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน (B) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วนำไปฉายรังสีวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน (C) หรือ ฉายรังสีแล้วนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm วางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 12 วัน (D) วิเคราะห์โดย solvent extraction (pantane: dichloromethane, 1:1) /GC-MS

ผลการทดลอง-โครงการวิจัยย่อยที่ 4

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 การศึกษาเทคนิคการตรวจโรคแอนแทรกโนสในผลมะม่วงระยะแก่เขียว

4.1 การตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรกโนสด้วยการย้อมสี

4.1.1 การตรวจวัดสปอร์และเส้นใยของเชื้อ *C. gloeosporioides* ด้วยการย้อมสี

จากการย้อมเมลานินเส้นใย สปอร์และ appressorium ของสปอร์เชื้อ *C. gloeosporioides* ด้วยวิธีการ sulfide-silver staining พบว่าโครงสร้างของเส้นใย สปอร์และ appressorium ภายใต้กล้องจุลทัศน์ ไม่ติดสีเมลานิน โดยตัวอย่างที่ย้อมสี sulfide-silver ติดสีเขียวอมฟ้า แต่มีโครงสร้างที่ไม่แตกต่างกับชุดควบคุม (รูปที่ 4.1) ทั้งนี้ได้ทดสอบหาสภาพที่เหมาะสมที่สุดเพื่อการย้อมสารเมลานินในเชื้อโดยการเพิ่มระยะเวลาในขั้นตอนการ pre-incubation ด้วยสารละลาย copper sulphate หรือ sodium sulfide พบว่าไม่มีความแตกต่างของการย้อมสีติด

จากผลการทดลองนี้ จะเห็นได้ว่าการเทคนิคการย้อมสีไม่สามารถใช้ตรวจวัด เส้นใย สปอร์และ appressorium ของเชื้อ *C. gloeosporioides* ในสภาพ in-vitro ได้ ดังนั้นจึงไม่ได้ทำการศึกษาในสภาพ in vivo (4.1.2 และ 4.1.3)

4.2 การตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรกโนสด้วยการใช้ภาพถ่าย

4.2.1 เปรียบเทียบเทคนิคการปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* และความอ่อนแอต่อโรคแอนแทรกโนส

ศึกษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์สี่ น้ำดอกไม้สีทอง เขียวเสวยและฟ้าลั่น ภายหลังจากการปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* บนผิวผลมะม่วง ด้วยการหยดสารแขวนลอยสปอร์ หรือการจุ่มผลมะม่วงในสารแขวนลอยสปอร์ หลังจากปลูกเชื้อและบ่มใน moist chamber ที่อุณหภูมิ 25°C นาน 24 ชั่วโมง พบว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์สี่และน้ำดอกไม้สีทอง ที่ปลูกเชื้อด้วยการหยดสารแขวนลอยสปอร์ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 เซนติเมตร เกิดจุดสีดำเข้มขนาดเล็กบริเวณที่หยดสารแขวนลอยสปอร์ ประมาณ 5-6 จุด แตกต่างจากบริเวณที่ไม่ปลูกเชื้อ หรือผลที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ (ชุดควบคุม) ซึ่งไม่มีจุดสีดำปรากฏที่ผิวผล สำหรับผลมะม่วงที่ได้รับการปลูกเชื้อด้วยการจุ่มผลในสารแขวนลอยสปอร์ เกิดจุดสีดำขนาดเล็กที่ผิวกระจายอยู่ทั่วผิวผลอาการปรากฏชัดเจนในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์สี่ มากกว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ หรือชุดควบคุม ไม่มีจุดสีดำเกิดขึ้น หรือเกิดขึ้นน้อยกว่า (รูปที่ 4.2 และ 4.3) แต่ผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยและฟ้าลั่น ที่ปลูกเชื้อด้วยการหยดสารแขวนลอยสปอร์ หรือจุ่มผลในสารแขวนลอยสปอร์ หลังจากปลูกเชื้อนาน 24 ชั่วโมง ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงของผิวผลมะม่วง (รูปที่ 4.4) ภายหลังจากย้ายผลมะม่วงออกจาก moist chamber วางในตะกร้าและเก็บต่อที่อุณหภูมิ 25°C อีก 24 ชั่วโมง ผลที่ได้รับการปลูกเชื้อทั้งสองแบบ ในทุกพันธุ์มีความรุนแรงของการเกิดโรคไม่แตกต่างกับหลังจากปลูกเชื้อ 24 ชั่วโมง (ไม่แสดงผล) ดังนั้นจึงย้ายผลมะม่วงไปเก็บต่อที่อุณหภูมิห้อง (28°C) พบว่าหลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 3วัน ผลมะม่วงที่ปลูกเชื้อด้วยการหยดสารแขวนลอยสปอร์มีการขยายขนาดแผลเพิ่มขึ้นติดต่อกันในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ส่วนมะม่วงพันธุ์อื่นๆ มีการขยายขนาดแผลน้อยและแสดงอาการโรคเพียงบางผลเท่านั้น (รูปที่ 4.5) ส่วนผลมะม่วงที่ปลูกเชื้อด้วยการจุ่มผลในสารละลายสปอร์ จุดสีดำที่ผิวผลมะม่วง ขยายขนาดเพิ่มขึ้น จนเป็นรอยแผลติดต่อกัน ในมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีรอยแผลสม่ำเสมอเกิดทั่วทั้งผลและมีอาการรุนแรงกว่าผลที่ไม่ได้ปลูกเชื้ออย่างชัดเจน โดยพบมีการยุบตัวของเนื้อเยื่อบริเวณรอยแผลในมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย

(รูปที่ 4.6) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์สี่มีความอ่อนแอต่อโรคแอนแทรกโนสมากที่สุดและวิธีการปลูกเชื้อด้วยการจุ่มสปอร์ทำให้ผลมะม่วงเกิดโรคสม่ำเสมอกว่าการปลูกเชื้อด้วยการหยดสปอร์ จึงปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกเชื้อ เป็นการทาสารแขวนลอยสปอร์บริเวณกลางผล

4.2.2 การใช้เทคนิค image analysis เพื่อตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรกโนส

1) การประมวลผลด้วยเทคนิคเอนโทรปี

หลังจากปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* และเก็บผลใน moist chamber ไว้ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าหลังจากปลูกเชื้อเพียง 4 ชั่วโมง ผิวผลมะม่วงเกิดรอยแผลขนาดเล็กๆ บริเวณที่ทำการปลูกเชื้อ แตกต่างจากบริเวณที่ไม่ได้ปลูกเชื้ออย่างชัดเจน (รูปที่ 4.7) หลังจากปลูกเชื้อนาน 82 ชั่วโมง แผลขนาดเล็กขยายขนาดติดต่อกันและแสดงอาการโรคแอนแทรกโนสอย่างชัดเจน (รูปที่ 4.8) กำหนดเป็นช่วงเวลาสิ้นสุดการทดลอง

1. นำภาพถ่ายบริเวณผิวผลมะม่วงที่ Inoculate เชื้อ มาตัดให้เหลือเฉพาะบริเวณที่สนใจในกรอบสี่เหลี่ยมประมาณ 367x457 พิกเซล โดยเริ่มตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 ถึงชั่วโมงที่ 56 ทุกๆ 2 ชั่วโมงและชั่วโมงสุดท้ายชั่วโมงที่ 82

2. นำภาพถ่ายของแต่ละชั่วโมงในข้อ 1 มาทำการหาขอบของภาพ (edge) เพื่อคำนวณหาพื้นที่ของเชื้อดังรูปชั่วโมงตัวอย่าง (รูปที่ 4.9)

3. คำนวณหาพื้นที่ของ edge ในแต่ละภาพชั่วโมง โดยการนับจำนวน pixel ของ edge จะได้ข้อมูลดังข้างล่าง

area_Inoculation = 1.0e+003 *[3.1125 4.0276 4.6413 4.8570 4.9452 5.0060 4.9153 5.0250 5.0444 5.0936 5.1684 5.1391 5.1789 5.2249 5.2766 5.2008 5.2542 5.2340 5.2691 5.2826 5.3190 5.2947 5.2985 5.3455 5.3230 5.4754 5.4677 5.4540 5.7890]

ข้อมูลพื้นที่ที่ได้จะเรียงจากชั่วโมงที่ 0 และเพิ่มทีละ 2 ชั่วโมง จนถึงชั่วโมงที่ 56 และสิ้นสุดด้วยชั่วโมงที่ 82 ตามลำดับ นำผลที่ได้มา plot กราฟ จะได้ดังรูป 4.10 A

4. นำข้อมูลในข้อ 3 มาหาสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการเกิดเชื้อและพื้นที่การเจริญเติบโตของเชื้อได้เป็นกราฟเส้นตรง ดังรูป 4.10 B

2) การประมวลผลด้วยเทคนิค Color image processing

ทำการบันทึกภาพในแต่ละชั่วโมง หลังจากการปลูกเชื้อ (Inoculate) บนผิวผลมะม่วง หรือทาด้วยน้ำกลั่นซึ่งเป็นวิธีควบคุม (Control) แล้วเก็บผลใน moist chamber ไว้ที่อุณหภูมิห้อง และเมื่อนำภาพในกรอบสี่เหลี่ยมขนาด 310 x 430 พิกเซล มาวิเคราะห์ตามอัลกอริธึม พบว่ามีความคลาดเคลื่อนของการถ่ายภาพ เช่น การซูมภาพ และการเลื่อนตำแหน่ง เป็นต้น ทำให้การนำกรอบสี่เหลี่ยมมาคิดด้วยไม่เหมาะสม จึงต้องมีการตัดส่วนของกรอบภาพออกดัง รูปที่ 4.11 แล้วนำภาพที่เหลือไปใช้ในการนับจำนวนพิกเซลของรอยแผลขนาดเล็กที่เกิดขึ้นบนผิวมะม่วง โดยเปรียบเทียบวิธี Inoculate เปรียบกับวิธี Control (Non-Inoculate) ดังรูปที่ 4.12 พบว่า วิธี inoculated ในช่วงแรกมีจำนวนพิกเซลเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างจากวิธี Control คือมีจำนวนพิกเซลเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในชั่วโมงที่ 1 เป็น 500 พิกเซล และมีจำนวนเพิ่มขึ้นสูงมากในชั่วโมงที่ 5 มีค่าประมาณ 1400 พิกเซล ซึ่งมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของจำนวน

พิกเซลจะเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยในชั่วโมงที่ 70 มีจำนวนพิกเซลสูงสุดคือ 3500 พิกเซล สำหรับวิธี control มีจำนวนพิกเซลเพิ่มขึ้นเป็น 500 พิกเซล ในชั่วโมงที่ 1 และ 2.5 และมีจำนวนสูงสุดในชั่วโมงที่ 5 ประมาณ 3400 พิกเซล หลังจากนั้นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของจำนวนพิกเซลค่อนข้างคงที่คือมีจำนวนอยู่ในช่วง 500-2000 พิกเซล อย่างไรก็ตามผลการประมวลผลภาพ อาจมีข้อผิดพลาดเนื่องจากความเข้มแสงทำให้เกิดเงา จึงมีการนับจำนวนพิกเซลผิดพลาด ดังรูปที่ 4.13 นำข้อมูลจำนวนพิกเซลของภาพบนผิวมะม่วงที่ได้ มาหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการเกิดเชื้อได้เป็นสมการเส้นตรง ดังรูป 4.14

4.3 การตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรกโนสด้วยเทคนิค NIR spectroscopy

4.3.1 การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเชื้อ *C. gloeosporioides*

ทำการสกัดสารเมลานินจากเส้นใยและสปอร์ของเชื้อรา *C. gloeosporioides* และผิวผลมะม่วงที่ได้รับการปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* ตรวจวัดคุณสมบัติของสารเมลานินที่สกัดได้ด้วยเครื่อง UV spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 200-800 nm พบว่าสารสกัดเมลานินจากเส้นใยเชื้อรา *C. gloeosporioides* มีการดูดกลืนแสงมากที่สุดที่ค่าความยาวคลื่นประมาณ 208 นาโนเมตร (รูปที่ 4.15A) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานเมลานินสังเคราะห์ (Sigma) พบว่าสารแขวนลอยสปอร์ *C. gloeosporioides* อายุ 7 วัน พบว่ามีเมลานินเฉลี่ย 0.68 mg/ml ในขณะที่สปอร์อายุ 2 เดือนมีปริมาณเมลานินเฉลี่ย 2.2 mg/ml

4.3.2 การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเปลือกมะม่วงหลังปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides*

ทำการสกัดสารเมลานินจากผิวผลมะม่วงที่ได้รับการปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* ตรวจวัดคุณสมบัติของสารเมลานินที่สกัดได้ด้วยเครื่อง UV spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 200-800 nm พบว่าสารสกัดเมลานินจากผิวผลมะม่วงที่ปลูกเชื้อรา *C. gloeosporioides* มีการดูดกลืนแสงมากที่สุดใกล้เคียงกับเส้นใย ที่ค่าความยาวคลื่นประมาณ 208 นาโนเมตร (รูปที่ 4.15) ทำการวิเคราะห์ปริมาณเมลานิน โดยเปรียบเทียบกับกราฟของสารมาตรฐานเมลานิน (Sigma) ความเข้มข้น 0-12 mg/ml (รูปที่ 4.16) พบว่าปริมาณสารเมลานินต่อน้ำหนักเปลือกมะม่วงสด 1 กรัม ในสารสกัดเปลือกมะม่วงที่ได้รับการปลูกเชื้อ (inoc) และไม่ปลูกเชื้อ (control) มีปริมาณเมลานินของมะม่วงกลุ่ม control และ inoc ภายหลังการปลูกเชื้อที่เวลา 0, 3 และ 6 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งพบว่า ปริมาณเมลานินมีแนวโน้มลดลงตามช่วงเวลาที่มากขึ้นนอกจากนั้น ค่าเฉลี่ยของเมลานินของมะม่วงทั้ง 3 ช่วงเวลาในกลุ่ม inoc มีค่า 1.26 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับมะม่วงในกลุ่ม control ซึ่งมีปริมาณเมลานิน 1.18 มิลลิกรัมต่อกรัม (ตารางที่ 4.1)

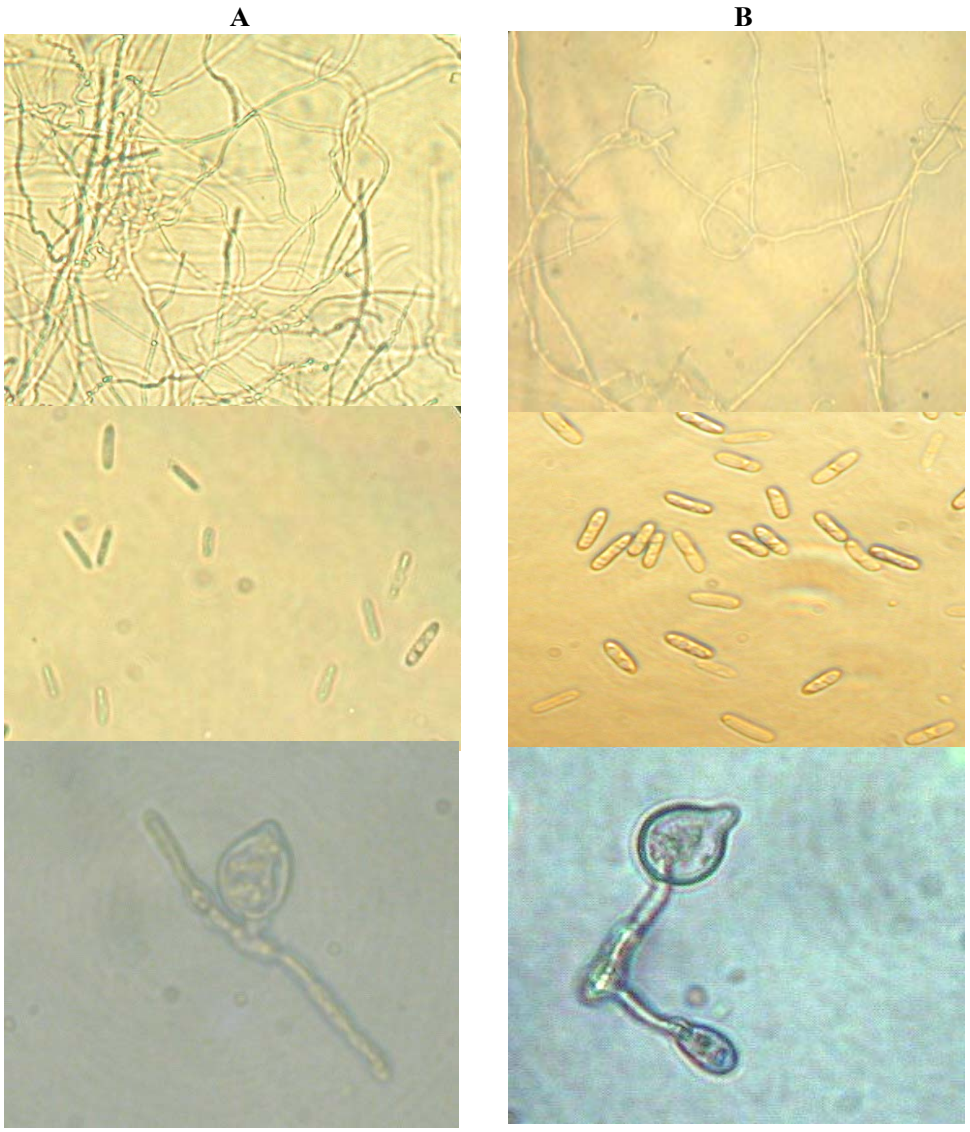
ดังนั้น ปริมาณเมลานินไม่สามารถใช้เป็นดัชนีเชิงปริมาณที่บ่งบอกสภาพการติดเชื้อแอนแทรกโนสในผลมะม่วง ระยะแก่เขียวได้

4.3.3 การตรวจวัดการติดเชื้อแอนแทรกโนสด้วย FT-NIR spectroscopy

จากการวัดสเปคตรัม NIR ของผลมะม่วงกลุ่มติดเชื้อ (inoc) ในเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง กับมะม่วงกลุ่มไม่ติดเชื้อ (control) ที่เวลา 0 ชั่วโมง พบว่า original spectra มีลักษณะคล้ายกันดังภาพที่ 4.17A โดยสังเกตเห็นการดูดกลืนของน้ำ ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของมะม่วงที่ความยาวคลื่น 960 nm 1194 nm 1450 nm และ 1940 nm นอกจากนั้นยังพบปรากฏการณ์เลื่อนชั้นของสเปคตรัม (baseline shift) เกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของความแน่นเนื้อของมะม่วงทำให้การดูดกลืนเบี่ยงเบนไป ดังนั้นจึงนำสเปคตรัมมาปรับแต่งสเปคตรัมเบื้องต้นด้วยวิธี Multiplicative

Scattering Correction (MSC) ดังภาพที่ 4.17B ภายหลังการปรับแต่ง จะเห็น spectrum เลื่อนตัวชิดกันมากขึ้น สามารถกำจัดอิทธิพลของ baseline shift ได้

จากการทดสอบการสร้างแบบจำลองเบื้องต้น พบว่าการใช้ช่วงความยาวคลื่น 952-1333, 1638-1836 และ 2173-2354 nm ทั้ง 3 ช่วง ร่วมกับการปรับแต่ง spectrum ด้วยวิธี MSC ให้ผลการสร้างแบบจำลองการคัดแยกที่ดีที่สุด ผลการสร้างแบบจำลองคัดแยกกลุ่มมะม่วงด้วยวิธี PLSDA แสดงดัง scatter plots ภาพที่ 4.18 โดยกำหนด Dummy variable ให้มะม่วงกลุ่ม control มีค่าเท่ากับ 0 (มีช่วงในการทำนายค่ากลุ่มน้อยกว่า 0.5) และกลุ่ม inoc ที่เวลา 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 1 (มีช่วงในการทำนายค่ากลุ่มมากกว่า 0.5) สำหรับกลุ่ม calibration (ภาพที่ 4.18A) พบว่าแบบจำลองสามารถคัดแยกมะม่วงกลุ่ม control ได้ถูกต้อง 96% และกลุ่ม inoc ถูกต้อง 100% (ที่ 3 ชั่วโมงและ 6 ชั่วโมง ถูกต้อง 100%) หรือมีความถูกต้องรวม 99% สำหรับกลุ่ม validation (ภาพที่ 4.18B) พบว่าแบบจำลองสามารถคัดแยกมะม่วงกลุ่ม control ได้ถูกต้อง 82% และกลุ่ม inoc ถูกต้อง 93% (ที่ 3 ชั่วโมง ถูกต้อง 96% และที่ 6 ชั่วโมง ถูกต้อง 90%) หรือมีความถูกต้องรวม 89%



รูปที่ 4.1 เส้นใย (บน) สปอร์ (กลาง) และ appressorium (ล่าง) ของเชื้อ *C. gloeosporioides* ที่ย้อมด้วยสารละลาย Silver-HQ (A) เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ได้ย้อมสี) (B)

A

B

C

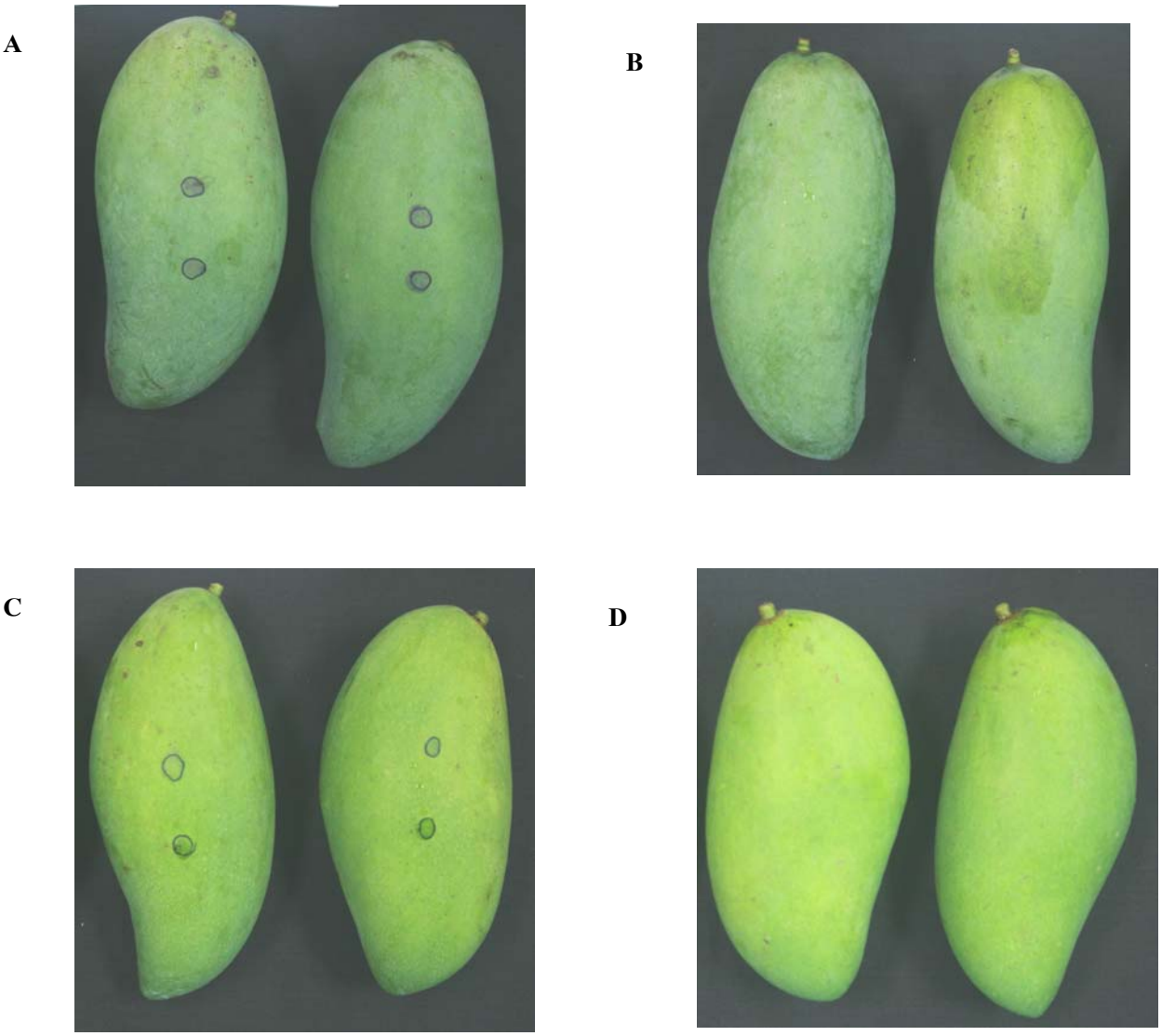
รูปที่ 4.2 อาการโรคแอนแทรกโนสบนผิวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ภายหลังจากปลูกเชื้อ แล้วบ่มใน moist chamber ที่อุณหภูมิ 25°C นาน 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบวิธีปลูกเชื้อด้วยการหยดสารแขวนลอยสปอร์ (A) จุ่มผลในสารแขวนลอยสปอร์ (B) และไม่มีการปลูกเชื้อหรือชุดควบคุม (C)

A

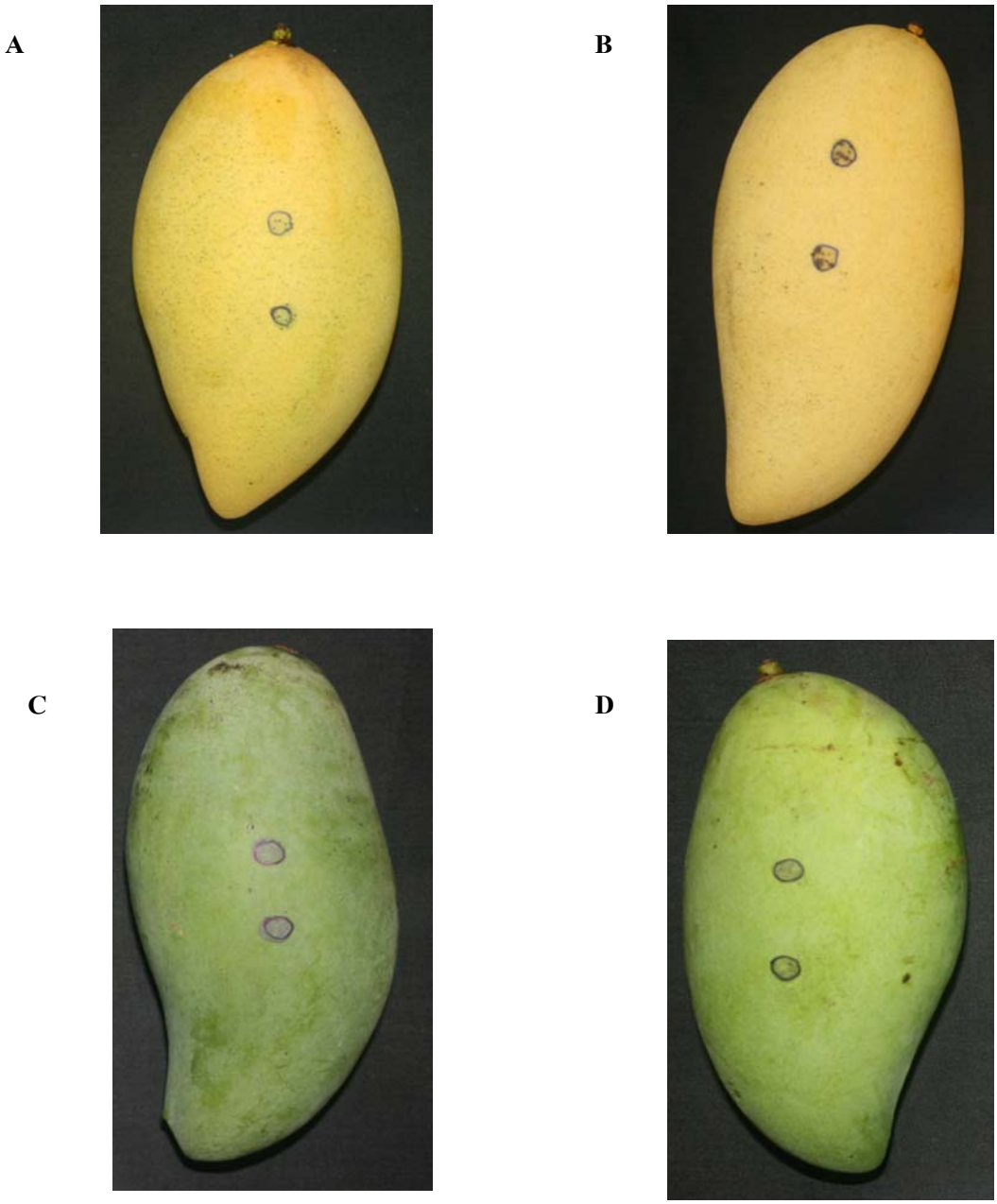
B

C

รูปที่ 4.3 อาการโรคแอนแทรกโนสบนผิวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ภายหลังจากปลูกเชื้อ แล้วบ่มใน moist chamber ที่อุณหภูมิ 25°C นาน 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบวิธีปลูกเชื้อด้วยการหยดสารแขวนลอยสปอร์ (A) จุ่มผลในสารแขวนลอยสปอร์ (B) และไม่ได้ปลูกเชื้อหรือชุดควบคุม (C)

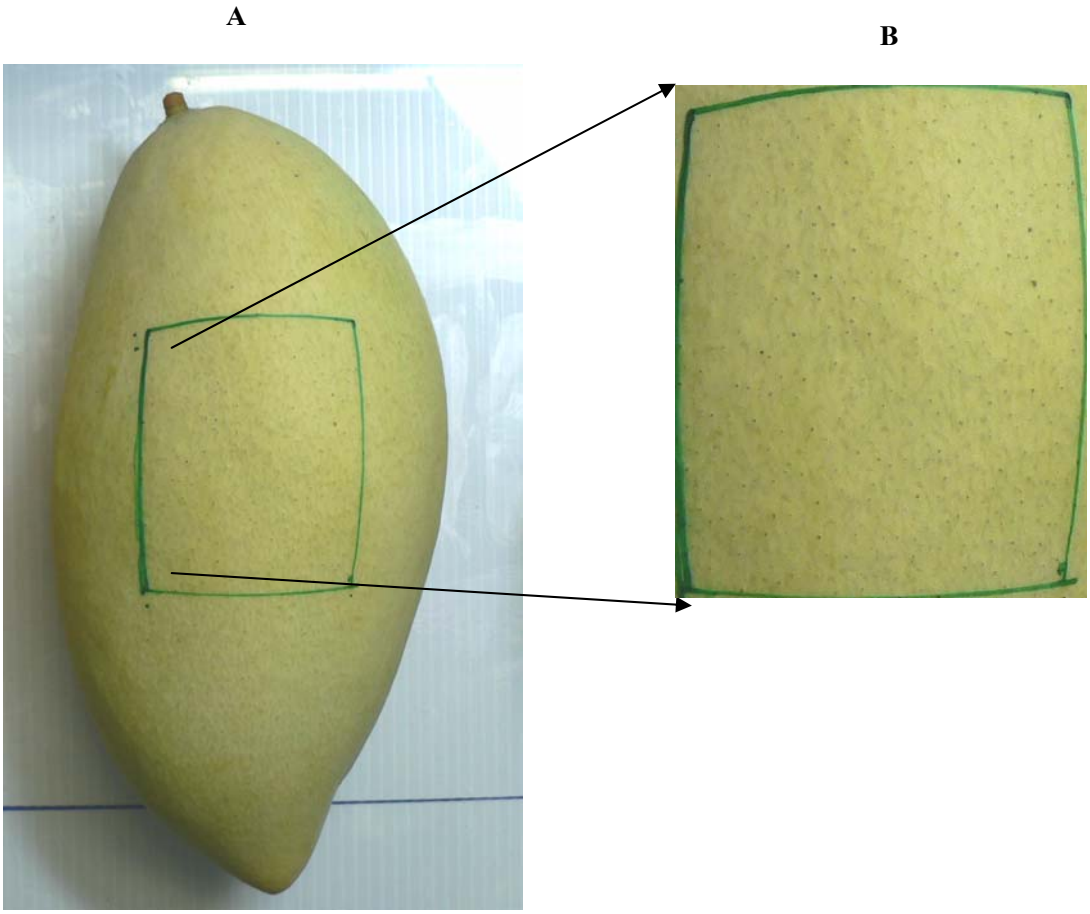


รูปที่ 4.4 อาการโรคแอนแทรกโนสบนผิวผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย (บน) และฟ้าลั่น (ล่าง) ภายหลังจากปลูกเชื้อแล้วบ่มใน moist chamber ที่อุณหภูมิ 25°C นาน 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบวิธีปลูกเชื้อด้วยการหยดสารแขวนลอยสปอร์ (A, C) จุ่มผลในสารแขวนลอยสปอร์ (B, D)



รูปที่ 4.5 อาการโรคแอนแทรกโนสบนผิวผลมะม่วง ด้วยการหยดสารแขวนลอยสปอร์ภายหลังจากปลูกเชื้อ 5 วัน โดยเก็บผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 25°C นาน 2 วัน แล้วย้ายไปไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน เปรียบเทียบมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์สี่ (A) น้ำดอกไม้สีทอง (B) เขียวเสวย (C) และฟ้าลั่น (D)

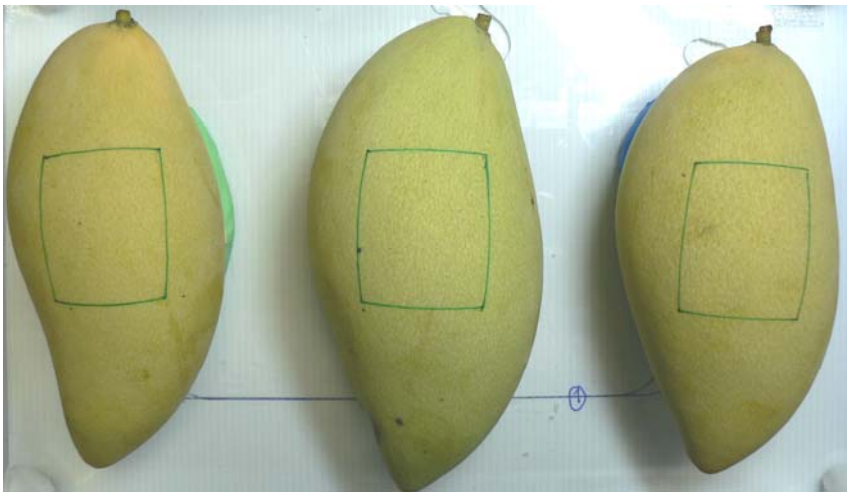
รูปที่ 4.6 อาการโรคแอนแทรกโนสบนผิวผลมะม่วง ด้วยการจุ่มผลในสารแขวนลอยสปอร์ ภายหลังจากปลูกเชื้อ 3 วัน โดยเก็บผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 25°C นาน 2 วัน แล้วย้ายไปไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 วัน เปรียบเทียบมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์สี่ (A) น้ำดอกไม้สีทอง (B) เขียวเสวย (C) และฟ้าลั่น (D)



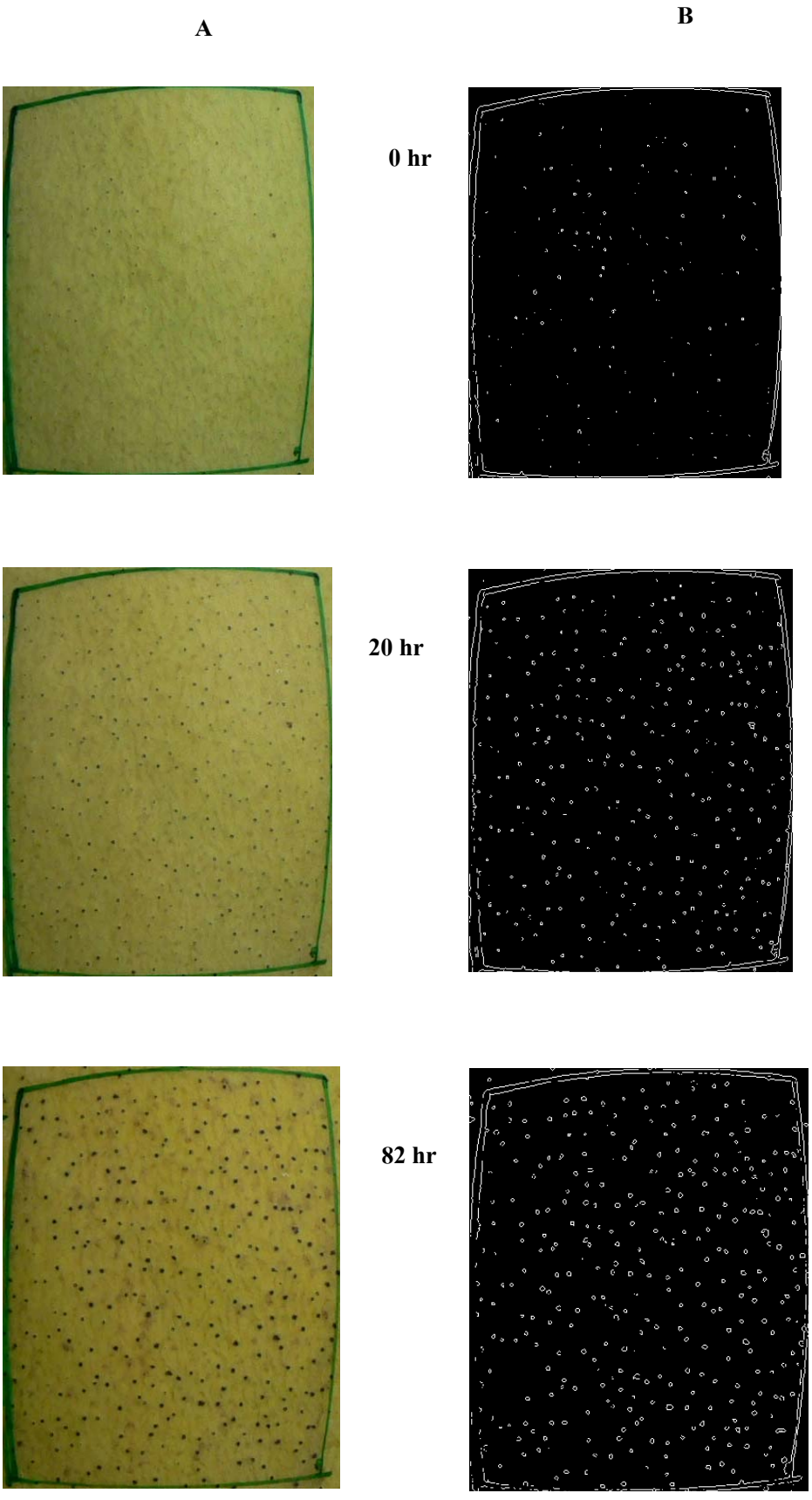
รูปที่ 4.7 สภาพผลมะม่วงที่ได้รับการปลูกเชื้อด้วยการทาสารแขวนลอยสปอร์บ่มผลที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง (A) และภาพขยาย (367x457 pixels) บริเวณที่ทำการปลูกเชื้อ (B)

A

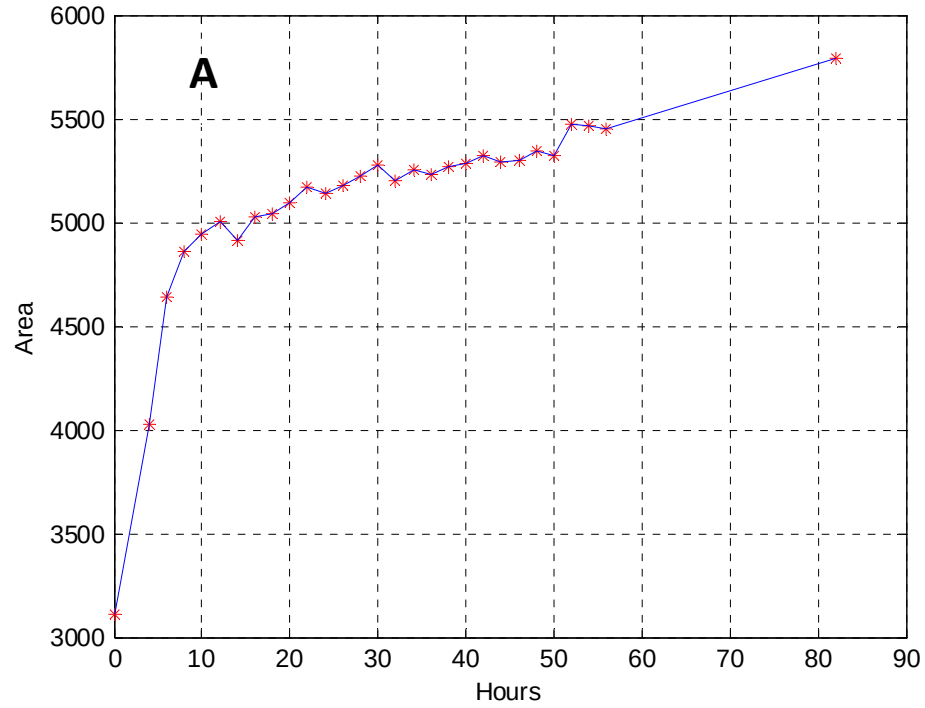
B

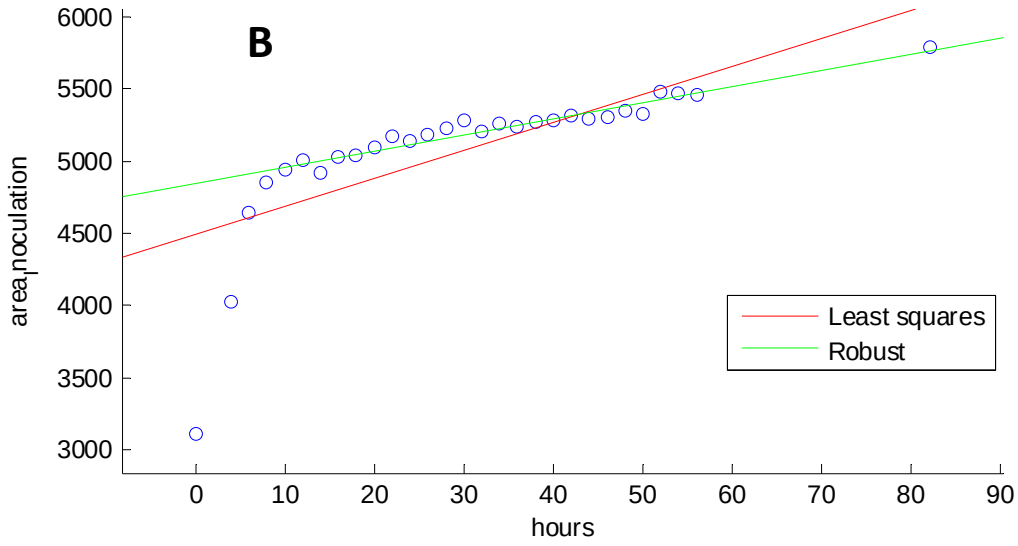


รูปที่ 4.8 สภาพผิวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์สี่ ภายหลังจากปลูกเชื้อด้วยการทาสารแขวนลอยสปอร์บริเวณที่กำหนด แล้วบ่มผลที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 82 ชั่วโมง เปรียบเทียบผลที่ปลูกเชื้อ (A) และผลที่ไม่ได้ปลูกเชื้อหรือชุดควบคุม (B)



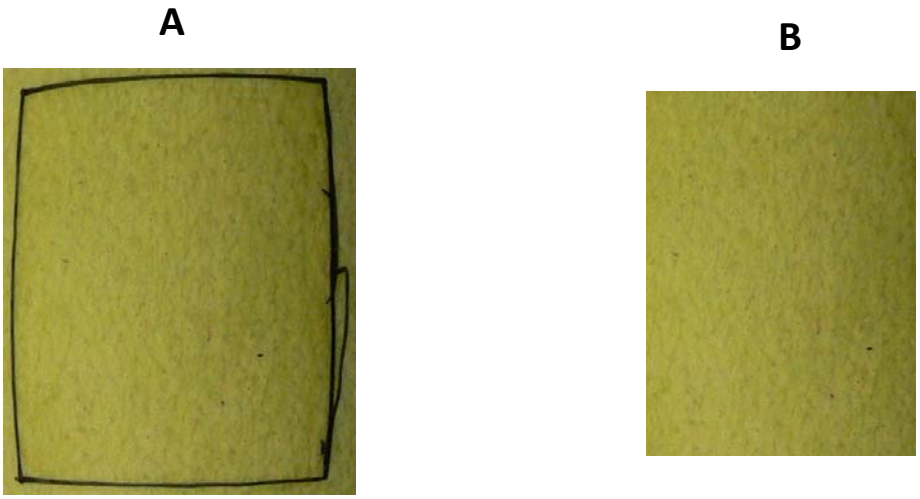
รูปที่ 4.9 ภาพถ่ายบริเวณผิวผลมะม่วงที่ Inoculate เชื้อ (A) และผลการหาขอบของภาพ (B) ภายหลัง จากปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* นาน 0 20 และ 82 ชั่วโมง



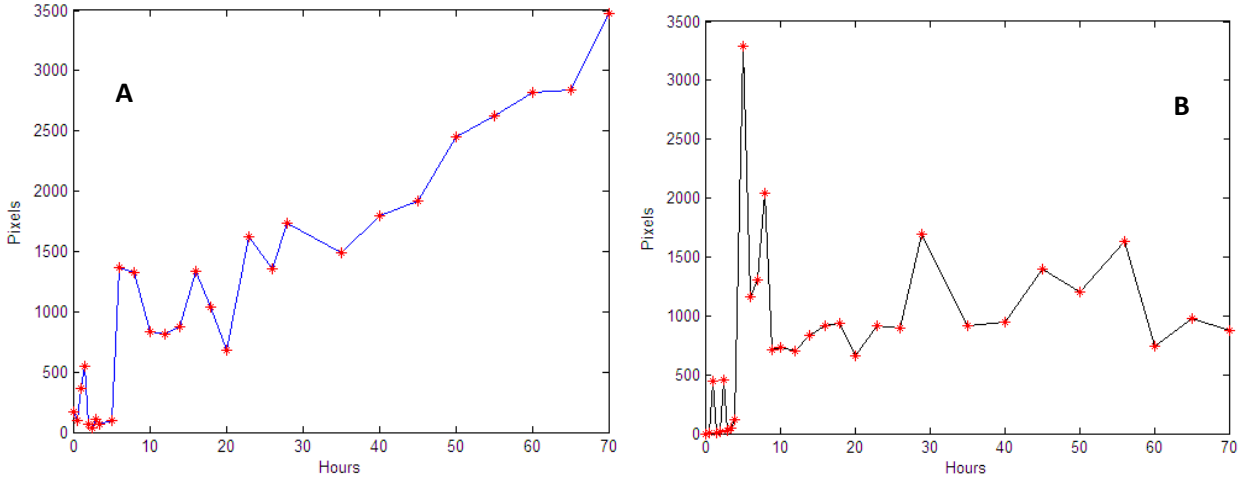


Least squares:	Y = 4495.6 + 19.3847*X	RMS error = 328.743
Robust:	Y = 4848.84 + 11.1455*X	RMS error = 125.015

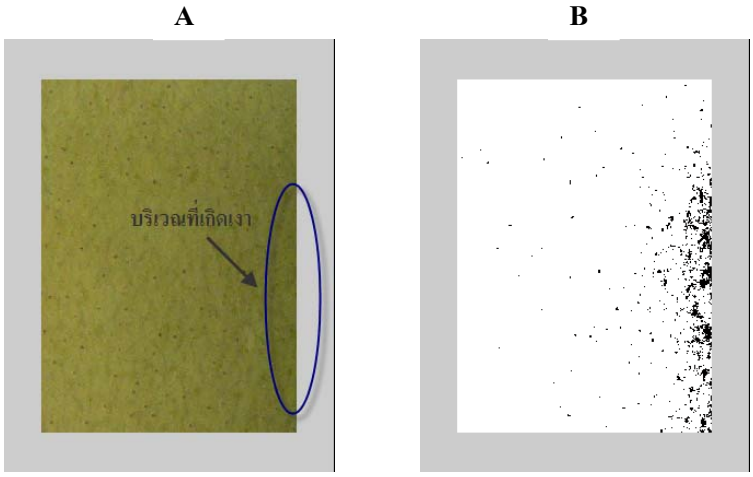
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงพื้นที่ของ edge ในแต่ละภาพชั่วโมง (A) และสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการเกิดเชื้อและพื้นที่การเจริญเติบโตของเชื้อ (B)



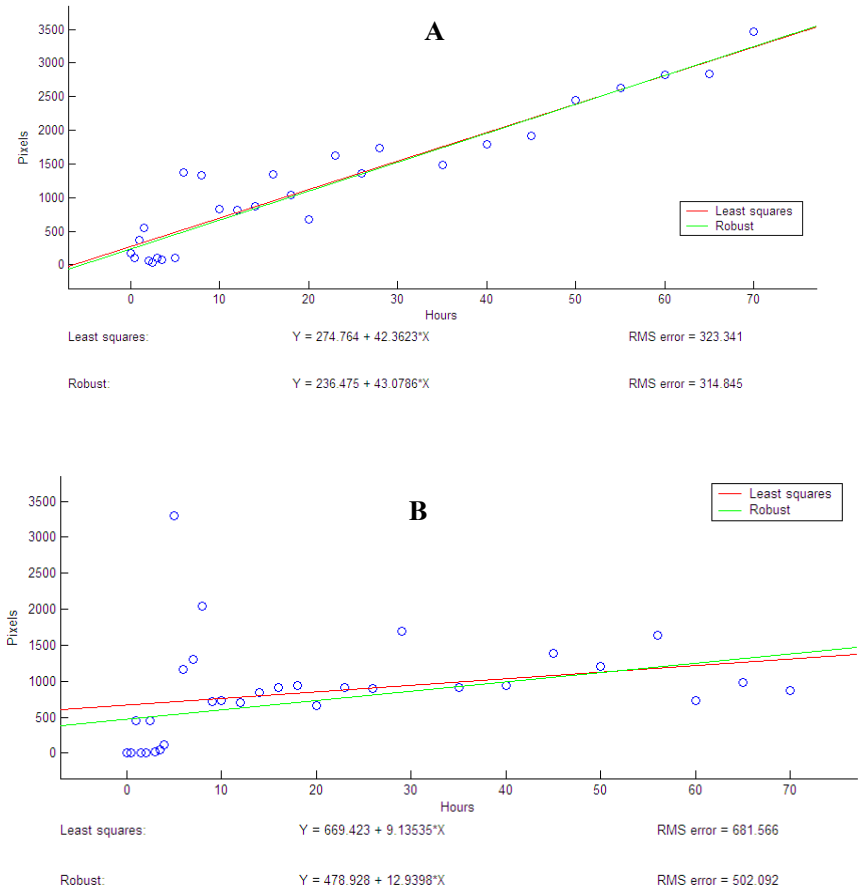
รูปที่ 4.11 พื้นที่ในกรอบสี่เหลี่ยมทั้งหมดที่ได้รับทรีตเมนต์ (A) และภาพในกรอบสี่เหลี่ยมขนาด 310 x 430 พิกเซลที่จะใช้ประมวลผลด้วยเทคนิค image analysis (B)



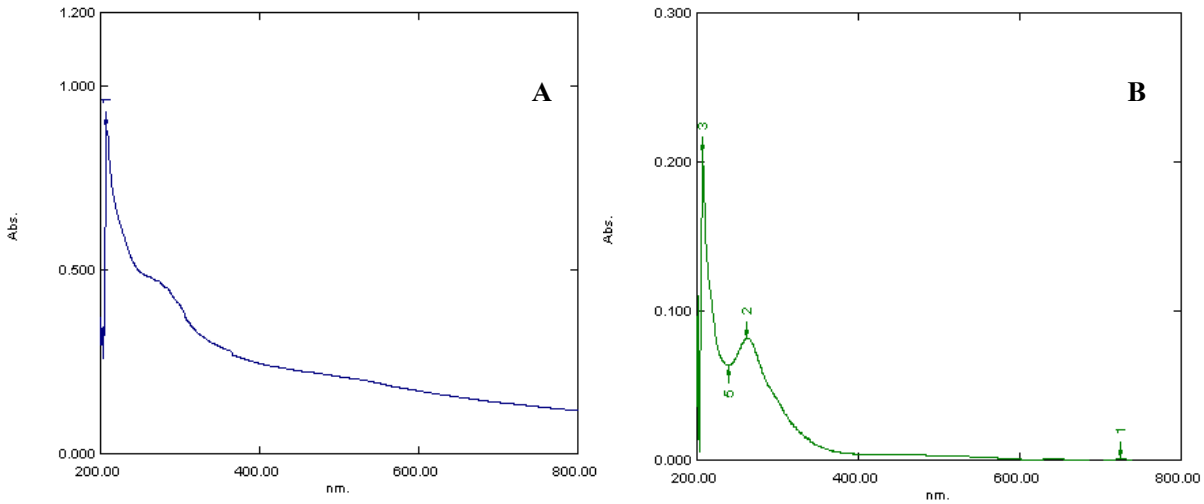
รูปที่ 4.12 ภาพแสดงการนับจำนวนพิกเซลของภาพบนผิวมะม่วงในวิธีปลูกเชื้อ (inoculate) (A) และวิธีควบคุมหรือไม่ปลูกเชื้อ (control/non-inoculate) (B)



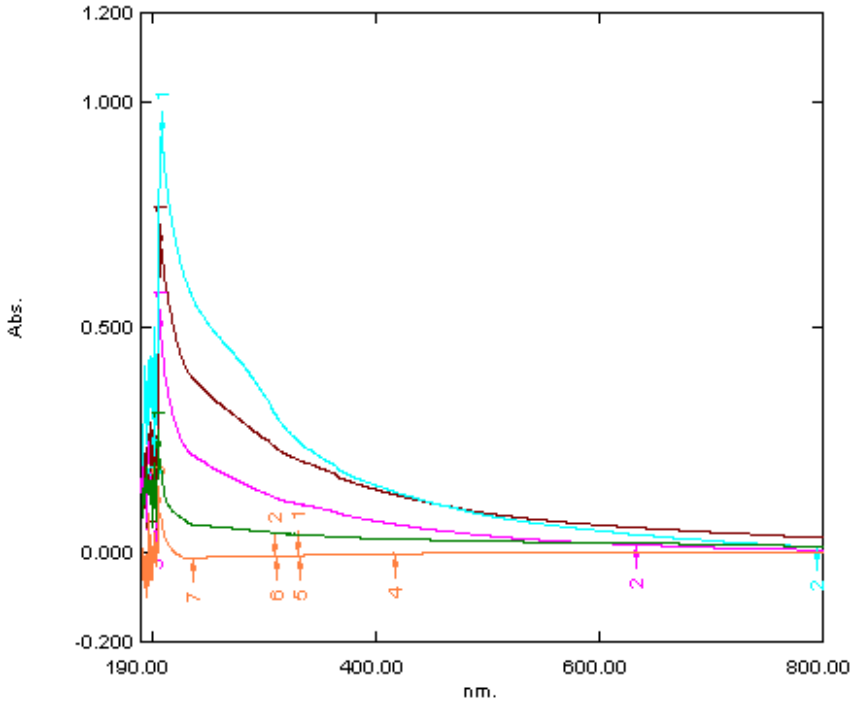
รูปที่ 4.13 ภาพก่อนประมวลผล (A) และหลังประมวลผล (B) ด้วยเทคนิค color image processing



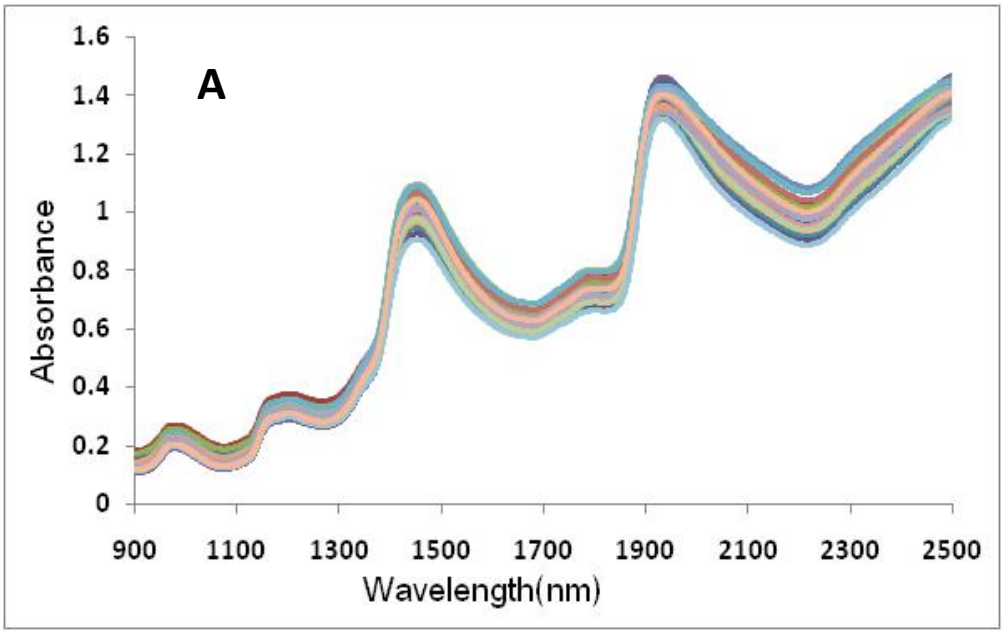
รูปที่ 4.14 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการเกิดเชื้อและจำนวนพิกเซลของภาพบนผิวมะม่วงในวิธีปลูกเชื้อ (inoculate) (A) และวิธีควบคุมหรือไม่ปลูกเชื้อ (control/non-inoculate) (B)

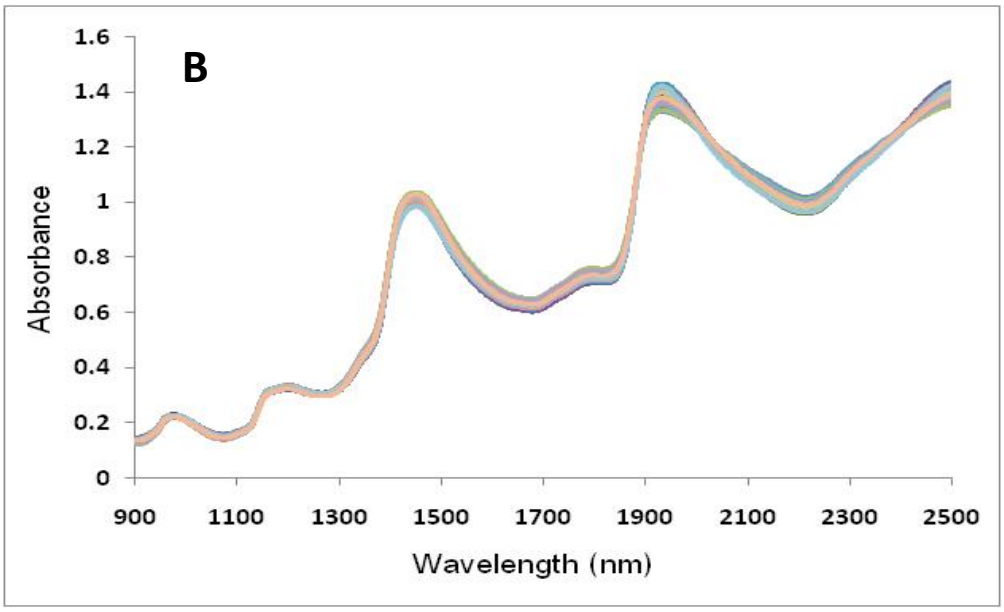


รูปที่ 4.15 ลักษณะสเปกตรัมของสารเมลานินที่สกัดจากเส้นใย (A) และจากเปลือกผลมะม่วงที่ทำการปลูกเชื้อ *C. gloeosporioides* (B) วิเคราะห์ด้วย UV-vis spectrophotometer

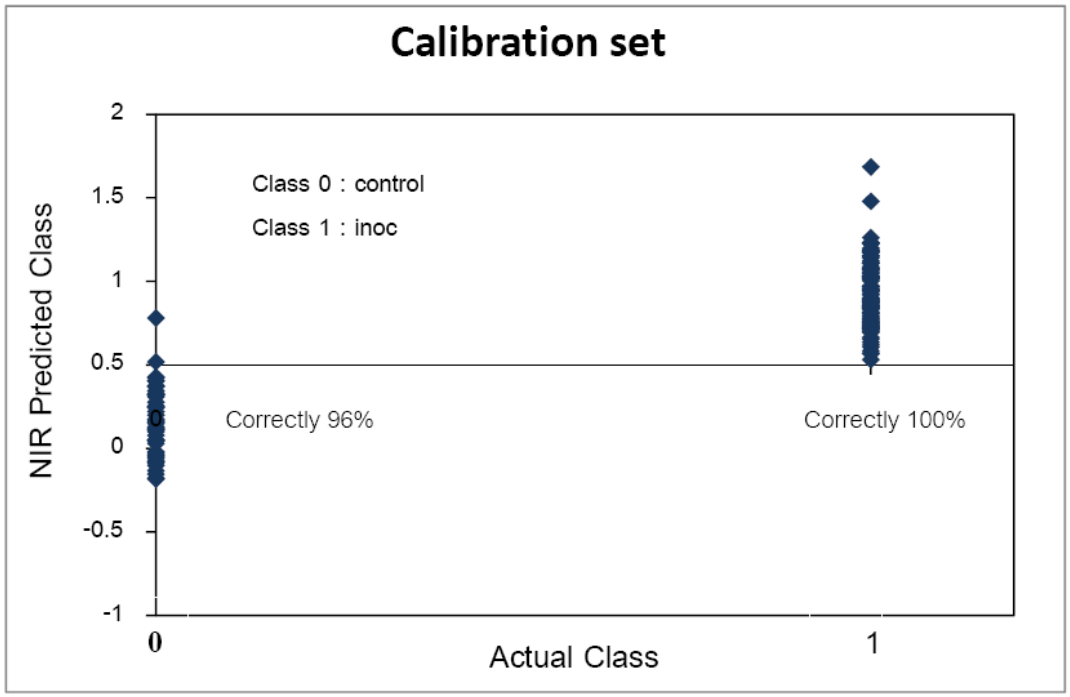


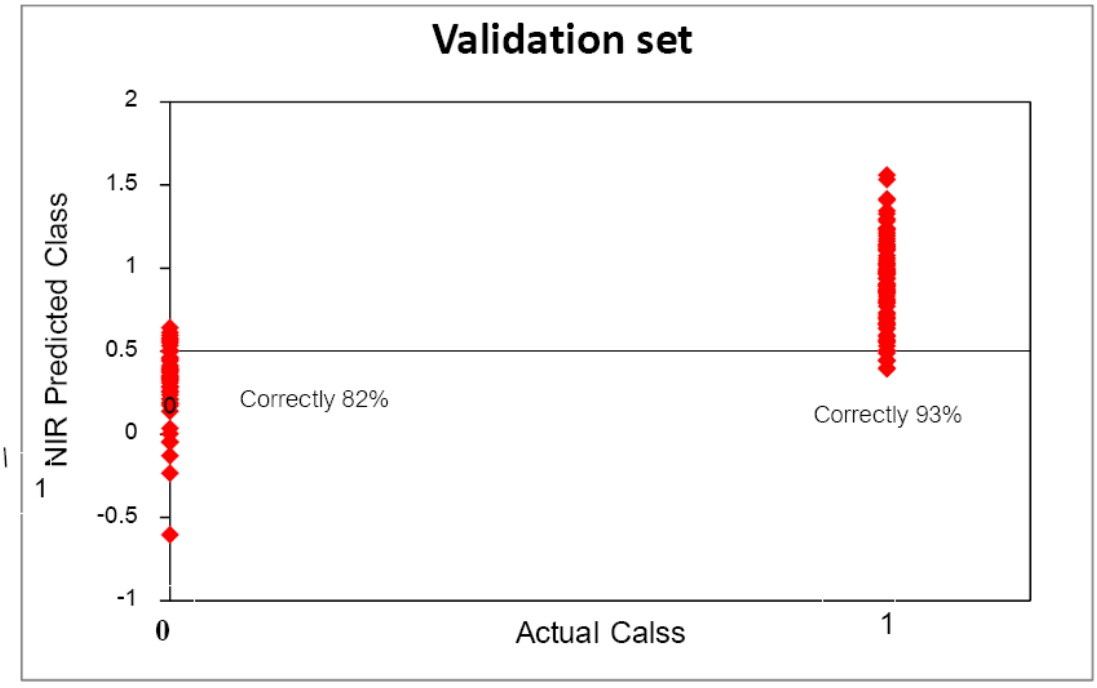
รูปที่ 4.16 ลักษณะสเปกตรัมของสารมาตรฐานเมลานิน (Sigma) ความเข้มข้น 0-12 mg/ml วิเคราะห์ด้วย UV-vis spectrophotometer ดูดกลืนแสงมากที่สุดที่ความยาวคลื่นประมาณ 208 นาโนเมตร





รูปที่ 4.17 ตัวอย่าง Original spectra (A) และหลังการปรับแต่ง (B) สเปคตรัมด้วยวิธี Multiplicative scatter correction ในช่วงความยาวคลื่น 900-2500 นาโนเมตร ของผลมะม่วงกลุ่ม control (0 ชั่วโมง) และกลุ่มติดเชื้อ (3 และ 6 ชั่วโมง)





รูปที่ 4.18 Scatter plots ค่าจริงและค่าทำนายด้วยแบบจำลอง PLSDA ในกลุ่ม calibration set (A) และกลุ่ม validation set (B)

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณเมลานิน (มิลลิกรัมต่อกรัม) จากสารสกัดเปลือกผลมะม่วง

วิธีการ	เวลา (ชั่วโมง)			เฉลี่ย
	0	3	6	
ปลูกเชื้อ (inoc)	1.32[b]	1.26[ab]	1.20a[*]	1.26 [ns]
ไม่ปลูกเชื้อ (non-inoc/control)	1.25a[b]	1.36a[b]	1.17[a]	1.18
เฉลี่ย	1.29 [b]	1.25 [b]	1.12[a]	

*ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์เหมือนกัน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในกลุ่มเดียวกัน ตัวอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

บทที่ 4 วิจารณ์ผลการทดลอง

วิจารณ์ผลการทดลอง-โครงการวิจัยย่อยที่ 1

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออาการเนื้อสีน้ำตาลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีแกมมา

การทดลองที่ 1.1 ศึกษาผลของปริมาณรังสีแกมมาต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลและและการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษาและวางจำหน่าย

จากผลการเก็บรักษามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ 0 400 800 และ 1200 เกรย์ ไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน แล้วย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน พบว่าเนื้อมะม่วงในทุกทรีตเมนท์ไม่ปรากฏอาการเนื้อสีน้ำตาล ดังนั้นจากผลการทดลองนี้จึงพิสูจน์ให้เห็นว่าการเกิดเนื้อสีน้ำตาลของมะม่วง จึงไม่น่าเป็นผลจากมะม่วงได้รับรังสีแกมมาที่ความเข้มข้นระดับสูงและไม่ได้เป็นผลร่วมของการฉายรังสีแกมมาและการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ สำหรับปัจจัยด้านโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยทำการจุ่มผลมะม่วงลงในสารกำจัดเชื้อราโปรคลอราซความเข้มข้น 1,000 ppm พบว่าสามารถป้องกันการเกิดโรคแอนแทรกโนสได้อย่างสมบูรณ์ในระหว่างการเก็บรักษาและวางจำหน่าย แต่ไม่สามารถควบคุมโรคขั้วผลเน่าได้ ทั้งนี้อาจเนื่องจา กสารกำจัดเชื้อราโปรคลอราซ มีประสิ ทธิภาพในการควบคุมเ ชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุของโรคแอนแทรกโนสซึ่งเป็นเชื้อราที่แอบแฝงมาจากแปลงปลูก (Jeffeies และคณะ, 1990) ได้ดี แต่อาจมีประสิทธิภาพต่ำในการควบคุมเชื้อที่เข้าทำลายทางบาดแผล เช่นโรคขั้วผลเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromea* (Johnson และ Coates, 1993) อย่างไรก็ตามระดับความรุนแรงของการเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงหลังจากย้ายออกมาที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน นั้นอยู่ในระดับที่ต่ำมาก สำหรับการปรากฏของเลนติเซลสีดำ พบว่าคะแนนการเกิดเลนติเซลสีดำของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ก็พบว่าคะแนนการเกิดเลนติเซลสีดำมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทุกทรีตเมนท์ โดยเฉพาะมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ระดับสูงจะพบว่าเลนติเซลจะได้รับความเสียหายมากขึ้น หรือปรากฏจุดสีดำมากขึ้น Hofman และคณะ (2009) รายงานว่ามะม่วงพันธุ์ B74 ของออสเตรเลีย ที่ผ่านการล้างทำความสะอาด แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่ 18 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาฉายรังสีแกมมา มีผลทำให้เซลล์รอบๆ เลนติเซลของผิวมะม่วงจะได้รับความเสียหายและทำให้สีผิวเปลี่ยนไป แต่ถ้าหากเก็บเกี่ยวผลมะม่วงมาจากต้นแล้วนำมาฉายรังสีทันทีโดยไม่ผ่านการล้างทำความสะอาด หรือขั้นตอนใดๆ หลังการเก็บเกี่ยว ก่อนนำไปฉายรังสี จะพบว่าผลมะม่วงจะไม่ได้รับความเสียหายใดๆ ทั้งสิ้น Limohpasmanee และคณะ (2005) พบว่าการฉายรังสีให้กับสับปะรดที่ 300 เกย์ หรือมากกว่านั้น จะชักนำให้แกนของสับปะรดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และเมื่อเพิ่มปริมาณรังสีพบว่าความเสียหายจะเกิดเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจะเห็นว่าคะแนนการเกิดเลนติเซลสีดำของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาในปริมาณสูงนั้น อาจเป็นผลมาจากมะม่วงได้รับรังสีแกมมาในปริมาณที่สูงเกินไป นอกจากนี้พบว่าการฉายรังสีแกมมายังมีแนวโน้มว่าสามารถชะลอการอ่อนนิ่ม แต่จากการทดลองนี้พบว่าค่าความแน่นเนื้อของมะม่วงในทุกทรีตเมนท์ที่เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาสั้นๆ เพียง 5 วัน นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน จะพบว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ 400 เกรย์ มีความแน่นเนื้อสูงที่สุด

ในขณะที่มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณสูงคือ 1200 เกรย์ นั้นกลับมีค่าความแน่นเนื้อต่ำ (อ่อนนิ่มมาก) และมีค่าใกล้เคียงกับมะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมา ทั้งนี้อาจเพราะมะม่วงที่ได้รับรังสีในปริมาณที่สูงเกินไปอาจมีผลไปกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวกับการการอ่อนนิ่มให้ทำงานมากขึ้น หรืออาจเกิดเนื่องจากเซลผิวมะม่วงได้รับความเสียหายมาก จึงทำให้มะม่วงเกิดการสูญเสียน้ำและอ่อนนิ่มในที่สุด อย่างไรก็ตาม Maxie และ Kader (1966) ก็ได้รายงานไว้เช่นกันว่ารังสีแกมมาสามารถช่วยชะลอการสุกของผลไม้ได้ ส่วน D'Innocenzo และ Lajolo (2001) ได้รายงานว่า มะละกอที่ผ่านการฉายรังสี 0.5 KGy และทิ้งไว้ให้สุกที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90% สามารถชะลอการนิ่มของผลได้ แต่ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids, TSS) ส่วนในส้มเขียวหวานที่ฉายรังสีแกมมา 0.25-1.0 KGy เก็บรักษาที่ 18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1-4 สัปดาห์ พบว่ารังสีแกมมาไม่มีผลต่อคุณภาพในการรับประทาน เช่น Brix, pH, Citric acid และความแน่นเนื้อของผล (Keawchoung และคณะ, 2003) ส่วนการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและเนื้อของมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาและไม่ฉายรังสีนั้น พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้อาจเพราะในการทดลองนี้ทำการเก็บรักษามะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาสั้นๆ เพียง 5 วัน เท่านั้น จึงไม่พบถึงความแตกต่างของมะม่วงในแต่ละทรีตเมนท์ ในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมามีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สีเปลือกและสีเนื้อต่ำกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา และพบว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีที่สูงจะมีคะแนนการยอมรับต่ำกว่ามะม่วงที่ฉายรังสีในปริมาณรังสีที่ต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะสีเปลือกและเนื้อของมะม่วงไม่สามารถพัฒนาต่อไปได้ ประกอบกับการฉายรังสีมีผลทำให้เกิดเลนติเซลสีดำเพิ่มขึ้น และทำให้สีเปลือกของมะม่วงมีลักษณะคล้ายกับช้ำทั่วทั้งผล สำหรับกลิ่น กลิ่นผิดปกติ และเนื้อสัมผัส (ความอ่อนนิ่ม) ของมะม่วงที่ฉายและไม่ฉายไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับด้านรสชาติและการยอมรับโดยรวม พบว่ามะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมามีแนวโน้มได้คะแนนการยอมรับที่สูงกว่ามะม่วงที่ฉายรังสี ทั้งนี้อาจเนื่องจากลักษณะปรากฏและสีผิวของมะม่วงนั้นไม่สวย จึงทำให้ผู้บริโภคให้การยอมรับมะม่วงที่ฉายรังสีต่ำกว่ามะม่วงที่ไม่ฉายรังสี สำหรับกิจกรรมของเอนไซม์ POD เป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคของพืชและมีบทบาทต่อการสังเคราะห์ลิกนิน (Barkai-Golan, 2001) จากการทดลองพบว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมามีกิจกรรมของเอ็นไซม์ POD สูงกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการฉายรังสีอาจมีผลกระตุ้นความต้านทานโรคของพืช เพื่อต่อต้านการเข้าทำลายของเชื้อโรคได้ ซึ่ง Drake และ คณะ (2003) รายงานว่า การฉายรังสีสามารถป้องกันการเน่าเสียของผลแอปเปิ้ลซึ่งเกิดจากเชื้อสาเหตุ *P. expansum* ได้ที่ความเข้มข้นของรังสีเท่ากับ 0.6 KGy แต่ไม่มีผลต่อเชื้อสาเหตุ *B.cinerea* หรือ *M.piriformis* ส่วนในผลสาลี่พันธุ์ 'Bosc' ที่ได้รับรังสีปริมาณ 0.9 KGy พบว่ามีการเน่าเสียจากเชื้อ *P.expansum* ลดลงเช่นเดียวกัน สำหรับกิจกรรมของเอ็นไซม์ PPO ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลในผักและผลไม้ จากการทดลองพบว่า การฉายรังสีแกมมาอาจไม่มีผลกระทบโดยตรงต่อการทำงานของเอนไซม์ PPO เนื่องจากมะม่วงที่ฉายและไม่ฉายรังสีแกมมามีกิจกรรมของ PPO ในระหว่างการเก็บรักษาไม่แตกต่างกัน แต่พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของมะม่วงที่ฉายและไม่ฉายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาผลของระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลจากผลมะม่วงและระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลและการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา

จากการศึกษาผลของระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลจากผลมะม่วงและระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลและการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา โดยการปล่อยให้ยางไหลหลังการตัดขั้วเป็นเวลา 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปล้างและฉายรังสีแกมมา พบว่าการปล่อยให้ยางไหลออกจากขั้วผลในระยะเวลาสั้นๆ ไม่ได้เป็นปัจจัยที่ทำให้มะม่วงปรากฏอาการสีน้ำตาล ตลอดจนระยะเวลาในการเก็บรักษามะม่วงเป็นเวลานานถึง 21 วัน แล้วย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2-6 วัน ก็ไม่ได้เป็นสาเหตุที่ทำให้มะม่วงแสดงอาการเนื้อสีน้ำตาลที่แข็งคล้ายเนื้อไม้แต่อย่างใด แต่พบว่าการฉายรังสีแกมมามีผลต่อคุณภาพของมะม่วงดังนี้

มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาและเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาสั้น (5 วัน เพื่อจำลองการส่งออกทางอากาศ) จะไม่พบการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว (โรคแอนแทรกโนสและขั้วผลเน่า) แต่เมื่อเก็บรักษานานขึ้น (21 วัน เพื่อจำลองการขนส่งทางเรือ) พบว่ามะม่วงเริ่มแสดงอาการของโรค โดยเฉพาะโรคขั้วผลเน่านั้นมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงกว่าโรคแอนแทรกโนส ทั้งอาจเป็นผลเนื่องจากมะม่วงที่ทดลองมีการจุ่มด้วยสารกำจัดเชื้อราโปรคลอราซที่มีฤทธิ์ในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรกโนสได้ดีกว่าโรคขั้วผลเน่า อย่างไรก็ตามพบว่ามะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคมากกว่ามะม่วงฉายรังสีแกมมา การที่มะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาเกิดโรคน้อยกว่าอาจเนื่องจากการฉายรังสีแกมมามีผลช่วยชะลอการสุกของมะม่วง จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงของสารอาหารที่มีโมเลกุลใหญ่ เช่น แป้ง ถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลได้ช้าลง ซึ่งโดยปกติแล้วเชื้อจุลินทรีย์มักจะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบได้ดีกว่ามีแป้งเป็นองค์ประกอบ ตลอดจนมะม่วงที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ๆ จะมีสารต่อต้านการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์สูง และจะลดลงเมื่อผลผลิตเข้าสู่ขบวนการสุกและชราภาพ (ดารา, 2535; Jeffeies และคณะ, 1990) จากเหตุผลข้างต้น จึงมีผลทำให้มะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมาเกิดโรคสูงกว่านั่นเอง สำหรับผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคุณภาพของมะม่วง พบว่าการฉายรังสีแกมมามีผลช่วยชะลอการอ่อนนิ่มและการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกมะม่วง โดยเฉพาะเมื่อเก็บรักษามะม่วงไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาสั้นๆ (5 วัน) และหลังจากย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน แต่เมื่อวางทิ้งไว้นานมากขึ้นก็จะพบว่ามะม่วงจะเข้าสู่กระบวนการสุกปกติและไม่แตกต่างจากมะม่วงที่ไม่ได้ฉาย อย่างไรก็ตาม พบว่าหากเก็บรักษามะม่วงไว้นานถึง 21 วัน ก็จะพบว่าการฉายรังสีแกมมาจะไม่มีผลช่วยชะลอการอ่อนนิ่มและการพัฒนาของสีเปลือกมะม่วงได้ นอกจากนี้พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับมะม่วงที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีแนวโน้มที่สูงกว่ามะม่วงที่ฉายรังสี เนื่องจากมะม่วงที่ฉายรังสีจะมีลักษณะปรากฏภายนอกและการพัฒนาของสีเปลือกต่ำนั่นเอง

การทดลองที่ 1.3 ศึกษาผลของระยะการสุกแก่ของมะม่วงต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลของมะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา

จากผลการนำมะม่วงที่มีความสุกแก่แตกต่างกัน 2 ระยะ มาฉายรังสีแกมมาที่ 400 เกรย์ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน แล้วย้ายออกมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน โดยเปรียบเทียบกับมะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมา พบว่ามะม่วงในทุกทรีตเมนท์ไม่ปรากฏอาการเนื้อสีน้ำตาล ดังนั้นจากผลการทดลองนี้จึงพิสูจน์ให้เห็นว่าการเกิดเนื้อสีน้ำตาลของมะม่วงของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีแกมมานั้น จึงอาจจะไม่ได้มีสาเหตุมาจากระยะความสุกของมะม่วงที่เก็บเกี่ยวมา อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของคณะผู้วิจัยในปี 2552 พบว่า

มะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่จมน้ำเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดเนื้อสีน้ำตาลสูงมากโดยเฉพาะเมื่อเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นานมากกว่า 21 วัน ซึ่งการศึกษาในครั้งนั้นคณะผู้วิจัยได้เอาผลผลิตมะม่วงที่ปลูกในอำเภอปากช่อง จ.นครราชศรีมา ซึ่งมีระยะสุกแก่จัด (จมน้ำเกลือ) โดยลักษณะทรงผลจะอ้วนและปล่องตรงกลาง หัวและท้ายผลเรียว ในขณะที่มะม่วงที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เพาะปลูกในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีและอ่างทอง และลักษณะทรงผลของมะม่วงจะไม่อ้วนปล่องตรงกลางมากนักและหัว-ท้ายเรียวยาว และจากคำบอกเล่าของบริษัทผู้ส่งออกมะม่วงฉายรังสีแกมมาไปสหรัฐอเมริกาในครั้งแรก ผู้ประกอบการของบริษัทก็ระบุว่า มะม่วงที่ส่งออกไปแสดงอาการเนื้อสีน้ำตาลเช่นกัน และเมื่อสอบถามว่าแหล่งผลิตมะม่วงที่ส่งไปจำหน่ายนั้นมาจากที่ใด ก็พบว่ามะม่วงเหล่านั้นมาจาก จ. นครราชศรีมา เช่นกัน ดังนั้นอาจเป็นไปได้ที่ว่าแหล่งของมะม่วงในแต่ละพื้นที่ซึ่งมีแร่ธาตุอาหารที่แตกต่างกัน มีการดูแลรักษาที่แตกต่างกัน อาจมีผลทำให้คุณภาพของผลมะม่วงเริ่มต้นมีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามจากข้อมูลนี้ยังไม่เป็นที่แน่ชัดว่าสาเหตุที่แท้จริงเกิดจากอะไร ซึ่งต้องทำการพิสูจน์และศึกษาต่อไป

ผลจากการนำมะม่วงที่มีความสุกแก่ 2 ระยะ คือ มะม่วงที่สุกแก่จัด (จมในน้ำเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์) และมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ทางการค้า (ลอยในน้ำเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์) มาฉายรังสีแกมมาที่ 400 เกรย์ และทำการเปรียบเทียบกับมะม่วงที่ไม่ฉายรังสีแกมมา พบว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่สุกแก่จัดจะมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวมากกว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ทางการค้า (ลอยน้ำเกลือ) ทั้งนี้เนื่องจากผลผลิตเมื่อมีการสุกเพิ่มมากขึ้น จะมีผลทำให้สารพิษต่างๆ ภายในผลเริ่มลดน้อยลงด้วย จึงทำให้มะม่วงที่แก่จัดมีการเกิดโรคมากกว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนกว่า นอกจากนี้ยังพบว่า มะม่วงที่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉาย โดยเฉพาะมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อน (ลอยน้ำเกลือ) จะมีการเกิดโรคน้อยกว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวระยะที่แก่จัด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนแล้วนำไปฉายรังสีแกมมา จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ POD ในระดับที่สูงมาก ซึ่งเอนไซม์นี้มีบทบาทเกี่ยวข้องกับความต้านทานโรค โดยทำหน้าที่สังเคราะห์สารประกอบฟีนอล หรือกระตุ้นการสร้าง phytoalexins ที่มีผลต่อต้านการรุกรานของเชื้อราสาเหตุโรคได้ ประกอบกับการฉายรังสีแกมมามีผลไปชะลอขบวนการสุกและการอ่อนนิ่มของผลผลิต ซึ่งเท่ากับเป็นการชะลอการเสื่อมสภาพและชะลอการสลายตัวของสารที่เป็นพิษต่อเชื้อสาเหตุโรค (Barkai-golan, 2001) เช่นเดียวกับผลส้มที่ฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0.3 กิโลเกย์ และเก็บรักษาที่ 3 องศาเซลเซียส พบว่ามีการสังเคราะห์ฟีนอลลิกและกิจกรรมเอนไซม์ phenylalanine ammonialyase (PAL) เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา (Oufedjikh และคณะ, 2000) ในการทดลองนี้ พบว่ามะม่วงที่ทดสอบมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและระดับความรุนแรงของโรคขั้วผลเน่ามากกว่าโรคแอนแทรกโนส อาจเนื่องจากผลของสารกำจัดเชื้อราโปรคลอราซที่ใช้มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคแอนแทรกโนสมากกว่าโรคขั้วผลเน่า

นอกจากนี้การฉายรังสีแกมมายังมีผลทำให้เลนติเซลของมะม่วงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มถึงสีดำ และพบว่าเลนติเซลของมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่สุกแก่จัดจะเกิดความเสียหายมากกว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนกว่า (ลอยน้ำเกลือ) ซึ่งโดยธรรมชาติของผิวมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่แก่จัดจะเห็นเลนติเซลที่ชัดเจนมากกว่ามะม่วงที่อ่อน และเลนติเซลจะเปลี่ยนเห็นสีดำเร็วมากขึ้นเมื่อได้รับรังสีแกมมา เช่นเดียวกับ Hofman และคณะ (2009) ที่พบว่ามะม่วงพันธุ์ B74 เมื่อนำไปฉายรังสีแกมมา มีผลทำให้เซลรอบๆ เลนติเซลของผิวมะม่วงได้รับความเสียหายและทำให้สีผิวเปลี่ยนไป การฉายรังสีแกมมายังมีผลชะลอการอ่อนนิ่มของมะม่วงได้ (ทั้งในมะม่วง ที่เก็บเกี่ยวในระยะที่แก่จัดและอ่อนเล็กน้อย) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลาสั้นๆ หรือ 5 วัน แต่จะไม่มีผลหากเก็บรักษามะม่วงนานมากกว่า 21 วัน เช่นเดียวกับมะละกอและส้มที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาจะมีความแน่นเนื้อสูงกว่ามะละกอและส้มที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมา (D'Innocenzo และ Lajolo, 2001; Keawchoung และคณะ, 2003) สี

เปลือกและเนื้อของมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนกว่า (ลอยน้ำเกลือ) เมื่อนำมาฉายรังสีแกมมา จะมีการพัฒนาของสีเปลือกช้ากว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่แก่จัดโดยเฉพาะเมื่อเก็บรักษามะม่วงไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากมะม่วงที่แก่จัดมีการพัฒนาของสีเปลือกไปมากกว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนกว่านั้นเอง จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาของสีเปลือกและเนื้อของมะม่วงจะเป็นไปตามปกติได้ดีหากเก็บเกี่ยวมะม่วงในระยะที่แก่จัดมาฉายรังสีแกมมา มะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่แก่จัดจะมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สีเปลือก กลิ่น และรสชาติดีกว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่อ่อนกว่า และพบว่ามะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาจะมีคะแนนการยอมรับน้อยกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา ยกเว้นมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะแก่จัด จะพบว่าการฉายรังสีแกมมานั้นไม่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค อย่างไรก็ตามมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่แก่จัด (จมน้ำเกลือ) ทั้งที่ฉายและไม่ฉายจะมีเนื้อสัมผัสที่นิ่มกว่ามะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสี และเนื้อของมะม่วงที่ฉายรังสีจะมีความแน่นเนื้อสูงกว่าที่ไม่ได้ฉาย (อ่อนนิ่มมากกว่า) ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่ากิจกรรมเอนไซม์ Pectin esterase และ Polygalacturonase ซึ่งทำหน้าที่ในการย่อย pectin ที่เป็นองค์ประกอบหลังในชั้น middle lamela ของมะม่วงลดลงเหมือนกับที่เคยมีการรายงานไว้กับผลแอปเปิ้ลที่ผ่านการฉายรังสีและในมะม่วงพันธุ์ Kent ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา (Wang และคณะ, 1993)

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง-โครงการวิจัยย่อยที่ 2

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การลดความเสียหายของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ฉายรังสีแกมมาที่จำลองการขนส่งทางเรือ

การทดลองที่ 2.1 ผลของ Heat treatment และการฉายรังสีแกมมาต่อคุณภาพของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4

จากการทดลองจุ่มผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาทีก่อนการฉายรังสีแกมมา เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ฉายรังสี พบว่าการฉายรังสีแกมมามีแนวโน้มช่วยชะลอการสุกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ได้ โดยมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองช้ากว่ามะม่วงที่ไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมา และสีเนื้อมีสีเหลืองซีดจางกว่า ซึ่งการสูญเสียสีเขียว (ค่า Hue ต่ำกว่า 90) และการพัฒนาสีเหลืองที่เพิ่มขึ้นในมะม่วงสุกจะสัมพันธ์กับการสูญเสียคลอโรฟิลล์และการสร้างแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น (Medlicott และคณะ, 1986) นอกจากนี้ Heat treatment จะเร่งการเกิดสีเหลืองของผิวเปลือกมะม่วงและทำให้สีพัฒนาสม่ำเสมอขึ้น (Jacobi และคณะ, 2001)

การฉายรังสีแกมมาทำให้เนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 เกิดการอ่อนนุ่มช้ากว่าผลที่ไม่ผ่านการฉายรังสี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sabato และคณะ (2009) อาจเนื่องมาจากรังสีแกมมาไปยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสุก เช่น polygalacturonase โดย Chen และคณะ(1981) รายงานว่า การที่ผลมะละกอสุกน้อยลงอาจเนื่องมาจากการยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์ polygalacturonase และในมะเขือเทศพบว่าการใช้ความร้อนสามารถทำลายเอนไซม์ β-galactosidase ทำให้เนื้อมะเขือเทศยังคงแข็ง (Lurie และคณะ, 1996) ดังนั้นการฉายรังสีแกมมาทำให้ยืดอายุการวางจำหน่ายผลพีชได้ (Hussain และคณะ, 2008) แต่ระยะเวลาในการจุ่มไม่มีผลต่อการอ่อนนุ่มของเนื้อมะม่วง ซึ่งการจุ่มน้ำร้อนที่ 50 องศาเซลเซียสจะกระตุ้นให้เนื้อผลมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมามีความอ่อนนิ่มมากกว่าอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส อาจเนื่องมาจากความร้อนกระตุ้นให้มีการสร้างเอทิลีนมากขึ้นส่งผลให้มะม่วงสุกเร็วขึ้น จากรายงานของ Lurie (1998) พบว่าในการกำจัดแมลงศัตรูมะม่วงด้วยความร้อนชักนำให้มะม่วงสุกเร็วขึ้น ซึ่งความร้อนจะสามารถยับยั้งเอทิลีนได้ แต่หลังจากย้ายผลไม้ออกจากความร้อนพบว่ามีการสร้างเอทิลีนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ให้ความร้อน (Klein และ Lurie, 1990) และมีความสัมพันธ์กับการสร้างโปรตีนของ ACC oxidase (Lurie และคณะ, 1996)

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 จุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาทีก่อนการฉายรังสีแกมมามีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลที่ไม่ฉายรังสีแกมมา และการจุ่มร้อนอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสก่อนการฉายรังสีแกมมามีแนวโน้มทำให้มะม่วงเกิดการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

อัตราส่วนระหว่าง TSS/TA ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ เบอร์ 4 ที่จุ่มน้ำร้อนก่อนการฉายรังสีแกมมาและไม่ฉายรังสีแกมมามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษาแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติและความชอบโดยรวมที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ Jacobi และคณะ (1998) รายงานว่ามะม่วงสุกจะมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านกลิ่นและรสชาติ เพราะมีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นแต่มีปริมาณกรดอินทรีย์ลดลง โดยปกติแล้วมะม่วงสุกมีปริมาณกรดอินทรีย์ลดลงเนื่องจากถูกใช้ไปในกระบวนการหายใจ (Mitra และ Baldwin, 1997; Jacobi และคณะ, 2000) แต่การใช้ลมร้อนทำให้ผลเกรฟฟรุตมีปริมาณ TA และ

TSS ไม่แตกต่างจากผลที่ไม่ได้รับความร้อน (Miller และ McDonald, 1992) ดังนั้นการตอบสนองต่อความร้อนจึงขึ้นอยู่กับพันธุ์และวิธีการให้ความร้อน (Lurie, 1998) จากรายงานของ Sabato และ (2009) พบว่าการฉายรังสีแกมมาทำให้มะม่วงมีความหวานน้อยกว่าการใช้ความร้อน และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นมะม่วงฉายรังสีแกมมามีความหวานลดลงมากขึ้น

มะม่วงที่จุ่มน้ำร้อน 45 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีและไม่ผ่านการฉายรังสีแกมมามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่มะม่วงจุ่มน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีก่อนการฉายรังสีแกมมามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามในวันที่ 28 พบว่ามะม่วงจุ่มน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีที่ไม่ฉายรังสีแกมมามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 64.6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนมะม่วงจุ่มน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีก่อนการฉายรังสีแกมมามีเปอร์เซ็นต์การเกิดเพียง 20.6 เปอร์เซ็นต์ ผลของระดับอุณหภูมิน้ำร้อนและระยะเวลาในการจุ่มไม่มีผลต่อการลดการเกิดโรคของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 แต่การฉายรังสีแกมมามีผลทำให้มะม่วงเกิดโรคน้อยกว่าผลที่ไม่ผ่านการฉายรังสีอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องมาจากการฉายรังสีแกมมาทำให้ผลสุกช้าจึงทำให้มีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคได้ดีกว่า

การทดลองที่ 2.2 ศึกษาผลของภาชนะบรรจุและสาร 1-MCP ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ฉายรังสีแกมมา

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm ก่อนหรือหลังการจุ่มน้ำร้อน 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (Heat treatment) หรือจุ่มน้ำร้อนร่วมกับการใช้ถุง active เปรียบเทียบกับผลที่จุ่มน้ำร้อนเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ก่อนการฉายรังสีแกมมา ปริมาณ 400-900 Gy แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส จากการทดลองพบว่า

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ฉายรังสีแกมมาที่ผ่านการรมสาร 1-MCP ก่อนทำ Heat treatment มีแนวโน้มชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อ (b*) และรสชาติ ซึ่งพิจารณาจากอัตราส่วนระหว่าง TSS/TA ได้ดีที่สุด ขณะที่ผลมะม่วงชุดควบคุม มีการเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างจากมะม่วงผ่านการทำ Heat treatment เช่นเดียวกับ Lacroix และคณะ (1992) รายงานว่าการฉายรังสีร่วมกับ Hot water treatment ทำให้ค่า L ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่การจุ่มน้ำร้อนไม่มีผลต่อการพัฒนาสีของเนื้อมะม่วง ‘Tommy Atkins’ (Kim และคณะ, 2007) ซึ่งการลดลงของค่า Hue สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของคาโรทีนอยด์เมื่อผลสุก มะม่วงสุกเกือบทุกสายพันธุ์มีการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นซึ่งมีความสัมพันธ์กับการหายใจที่สูงขึ้นและไปกระตุ้นให้มีการสร้างเอทิลีน (Saltveit, 1999) อย่างไรก็ตามมะม่วงทุกทรีตเมนต์มีการอ่อนนุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sabato และคณะ (2009) และมีรายงานการใช้สาร 1-MCP เพื่อชะลอการสุกของผลมะม่วง (Singh และ Dwivedi, 2008) และจากรายงานพบว่ามีการใช้ Heat treatment เพื่อกำจัดแมลงศัตรู ควบคุมการเน่าเสีย ชะลอการสุกของผลไม้และปรับให้พืชทนต่อสภาวะเครียดต่างๆ แต่ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ได้รับความร้อน (Lurie, 1998) และ Vicente และคณะ (2002) รายงานว่าการใช้ลมร้อนอุณหภูมิ 42-48 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมงสามารถชะลอการสุกของผลสตรอเบอรี่และลดการเข้าทำลายของเชื้อ แต่จากการทดลองพบว่าการทำ Heat treatment ร่วมกับการใช้ถุง active ทำให้มะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 เกิดการสุกช้าที่สุดทำให้มีรสชาติด้อย (TSS/TA มีค่าต่ำที่สุด) และมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด อาจเนื่องจากถุง Active ซึ่งทำให้เกิดสภาพดัดแปลงบรรยากาศส่งผลให้มะม่วงมีการพัฒนาทางชีวเคมีช้ากว่ามะม่วงที่ไม่ได้บรรจุถุง นอกจากนี้ถุง Active ยังทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากผลมะม่วงอีกด้วย MAP สามารถชะลอการสุกของมะม่วงได้ (Kader, 1994; Pesis และคณะ, 2000) Yuen และคณะ (1993) รายงานว่า มะม่วงพันธุ์ Kensington ที่บรรจุ

ถุง PE สามารถชะลอการสุกและผลเปลือกผลยังคงมีสีเขียว แต่มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ Heat treatment ก่อนการฉายรังสีแกมมามีการสูญเสียน้ำหนักไม่ต่างจากผลมะม่วงชุดควบคุม

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ Heat treatment ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm และมะม่วงที่ฉายรังสีแกมมาเพียงอย่างเดียวมีการเกิดโรคไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีการเกิดโรคร้อยละ 1.75-73.10 ขณะที่ Lurie (1998) ได้รายงานว่าการใช้ Heat Treatment สามารถลดการเข้าทำลายของโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวได้

วิจารณ์ผลการทดลอง-โครงการวิจัยย่อยที่ 4

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 การศึกษาเทคนิคการตรวจโรคแอนแทรกโนสในผลมะม่วงระยะแก่เขียว

4.1 การตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรกโนสด้วยการย้อมสี

การย้อมเมลานินเส้นใย สปอร์และ appressorium ของสปอร์ เชื้อ *C. gloeosporioides* ด้วยวิธีการ sulfide-silver staining อาจเหมาะสมกับเชื้อที่มีการสะสมของเม็ดสีเมลานินในปริมาณมาก ในเซลล์ของยีสต์หรือเส้นใยเชื้อราบางชนิด ได้แก่ เซลล์ยีสต์ *Phaeoccomyces* (black yeast) ซึ่งมีการสร้างเม็ดสีเมลานินจำนวนมากในเซลล์ ย้อมติดสปอร์สีดำอย่างชัดเจน เชื้อรา *Cladosporium* และ *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* มีการสะสมเม็ดสีที่บริเวณผนังเซลล์ของเส้นใย และย้อมติดสีที่บริเวณ septum ของเส้นใย (Caesar-Tonthat และคณะ, 1995; Butler และคณะ, 2005) แต่สำหรับเชื้อ *C. gloeosporioides* ที่ทำการศึกษาครั้งนี้ ปกติมีการสะสม หรือการสร้างเมลานินค่อนข้างน้อย ซึ่ง Thoma (2003) กล่าวว่าปกติไม่ค่อยพบว่าเชื้อ *C. gloeosporioides* มีการสร้างเม็ดสีเมลานินในเส้นใย หรือสปอร์ แต่จะมีการสร้างเมลานินเพิ่มขึ้นใน appressorium ของสปอร์ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของเชื้อ จากการสกัดเส้นใย *C. gloeosporioides* อายุ 7 วัน (ผลการทดลองที่ 3) พบว่ามีปริมาณเมลานินเพียง 0.68 มิลลิกรัม ซึ่งอาจมีปริมาณน้อยเกินกว่าที่จะย้อมสีติดด้วยเทคนิคนี้ นอกจากนั้น Muirhead และ Deverall (1984) รายงานว่าเชื้อ *C. musae* ในผิวผลกล้วยดิบอยู่ในรูป appressorium ซึ่งมีทั้ง appressorium ที่สร้างและไม่สร้างเมลานิน ในการทดลองใช้สีย้อมที่มี silver เป็นองค์ประกอบซึ่งเป็นพิษต่อผู้บริโภคและสภาพแวดล้อม ดังนั้นจึงทดสอบสีย้อมที่ไม่เป็นพิษ ได้แก่ acid fuchin (Wharton และ Dieguez-Uribeondo, 2004) ซึ่งรายงานว่าสามาถย้อมติด appressorium หรือเม็ดสีเมลานิน แต่ก็ไม่พบการย้อมติดเมลานินและไม่มีความแตกต่างกับชุดควบคุม (ไม่แสดงผล)

4.2 การตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรกโนสด้วยการใช้ภาพถ่าย

ขยายภาพถ่ายผิวผลมะม่วงก่อนการปลูกเชื้อ บริเวณกลางผลในกรอบพื้นที่ขนาด 5x4 cm^2 พบว่ามีจุดขนาดเล็กๆ มีสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม ในพื้นที่บางบริเวณ ประมาณ 20% ของพื้นที่รวม รอยแผลขนาดเล็กดังกล่าว อาจเป็นเลนติเซลของผลมะม่วง ซึ่งมักจะปรากฏชัดขึ้นเมื่อผลแก่ หรือสุก ภายหลังจากการปลูกเชื้อบนผิวผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์สี่ด้วยการทาสารแขวนลอยสปอร์ และบ่มผลไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง แล้วจึงบันทึกภาพนิ่งด้วยกล้องดิจิตอล พบว่าผิวผลมะม่วงเกิดรอยแผลขนาดเล็กๆ บริเวณที่ทำการปลูกเชื้อ ซึ่งสังเกตด้วยตาเปล่ายังไม่ชัดเจน แต่เมื่อขยายขนาดภาพบริเวณที่ทำการปลูกเชื้อพบว่ามีรอยแผลที่ชัดเจน รอยแผลที่เกิดขึ้นเกิดจากการที่ appressoria สร้าง hypha เป็นผลทำให้ epidermal cell เกิดการตาย หรือ necrosis เป็นการตอบสนองของเซลล์อาศัยเพื่อป้องกันการติดเชื้อ (Wharton และ Dieguez-Uribeondo, 2004) จากผลการทดลองแสดงว่าสปอร์อาจมีการงอกและสร้าง appressoria ก่อนชั่วโมงที่ 4 ซึ่ง Kuo (1999) รายงานว่าสปอร์ของเชื้อ *C. gloeosporioides* เริ่มสร้าง appressorium หลังจากย้ายสปอร์ลงบนแผ่นสไลด์ เพียง 2 ชั่วโมง เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 28°C ซึ่งอาจได้แนวทางใช้คัดผลที่มีการติดเชื้อแบบแฝงออกในระหว่างการคัดบรรจุ เนื่องจากในสภาพความชื้นสูงและมีอุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 25-30°C มีผลต่อการเร่งการงอกของสปอร์ เพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์ *C. gloeosporioides* และ

เปอร์เซ็นต์สปอร์ที่มีการพัฒนา appressorium รวมทั้งเพิ่มเปอร์เซ็นต์ appressorium ที่สร้างเม็ดสีเมลานิน หรือมีการสร้างเมลานินในปริมาณสูงขึ้น (fully melanized) (Estrada และคณะ, 2000)

การประมวลผลด้วยเทคนิคเอนโทรปี จากการหาขอบแผล (edge) มีผลของกรอบสี่เหลี่ยมมากระทบด้วย นอกจากนั้นข้อมูลภาพถ่ายที่ได้มีผลกระทบจากเลื่อนตำแหน่งของภาพและการสเกลหรือการขยายภาพที่ไม่เท่ากันเล็กน้อย ทำให้ผลที่ได้เกิดคาดเคลื่อน ซึ่งในการทดลองครั้งที่สองได้ทำการตัดกรอบภาพออกและกำหนดไม่ให้เกิดการเคลื่อนย้ายตัวอย่าง และกำหนดสเกลหรือการขยายภาพให้เท่ากันทุกช่วงเวลาที่เก็บภาพ แต่อย่างไรก็ตามการคำนวณค่าเอนโทรปีสามารถสร้างกราฟทำนายการเกิดโรคแอนแทรคโนสบนผิวมะม่วงได้

การประมวลผลด้วยเทคนิค Color image processing ทำการศึกษาในช่วงฤดูการผลิต โดยเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ปลูกเชื้อที่อาจมีการติดเชื้อแอนแทรกโนสแบบแฝง นำภาพได้ไปใช้ในการนับจำนวนพิกเซลของรอยแผลขนาดเล็กที่เกิดขึ้นบนผิวมะม่วง พบว่าชุดปลูกเชื้อ (inoc) มีจำนวนพิกเซลเพิ่มขึ้นครั้งแรก จาก 0 เป็น 500 พิกเซลในชั่วโมงที่ 1.5 แล้วค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุม (control) มีจำนวนเพิ่มขึ้นเร็วกว่าในชั่วโมงที่ 1.0 และเพิ่มขึ้นอีกครั้งในชั่วโมงที่ 2.5 นอกจากนั้นในชั่วโมงที่ 5 มีจำนวนพิกเซลเพิ่มสูงสุดถึงประมาณ 3400 พิกเซล ซึ่งเกิดจากความผิดพลาดของการนับจำนวนพิกเซล เนื่องจากความเข้มแสงทำให้เกิดเงา ซึ่งเกิดจากในบางครั้งมีการถ่ายภาพโดยอาศัยแสงจากธรรมชาติและมีการถ่ายภาพในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใช้เทคนิค Color image processing อาจยังไม่เหมาะสมและมีข้อผิดพลาดมากกว่าการใช้เทคนิคเอนโทรปี

4.3 การตรวจวัดการติดเชื้อโรคแอนแทรกโนสด้วยวิธีทาง spectroscopy

จะเห็นได้ว่าการใช้เทคนิคสเปกโตรสโกปีย่านใกล้อินฟราเรดมีความเป็นไปได้ในการคัดแยกผลมะม่วงที่ติดเชื้อ แต่ปริมาณเมลานินไม่สามารถใช้เป็นดัชนีเชิงปริมาณที่บ่งบอกสภาพการติดเชื้อแอนแทรกโนสในผลมะม่วงระยะแก่เขียวได้ นอกจากนั้นปริมาณเมลานินที่วิเคราะห์ได้มีระดับต่ำเกินกว่าการตรวจสอบด้วยเทคนิค NIRs การศึกษาครั้งต่อไปจึงควรมีศึกษาหาข้อมูลการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่น ซึ่งได้แก่ ปริมาณไคติน (chitin) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ของเชื้อราโดยตรง (Roberts และคณะ, 1987) ซึ่งอาจจะมีปริมาณสารมากกว่าสารเมลานินที่ทำการศึกษาในครั้งนี้และน่ามีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อที่มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อของผลมะม่วงเพื่อทำให้การตรวจวัดมีแม่นยำและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง-โครงการย่อยที่ 1

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออาการเนื้อสีน้ำตาลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีแกมมา

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพิสูจน์ว่าปัจจัยใดที่ทำให้มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาจึงปรากฏอาการเนื้อสีน้ำตาล ที่มีลักษณะคล้ายเนื้อไม้ เป็นเสี้ยนสีน้ำตาลแข็ง และมีรสชาติฝาด ซึ่งผู้วิจัยได้ตั้งสมมุติฐานของงานวิจัยไว้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเนื้อสีน้ำตาลนี้ อาจเกิดจาก

สมมติฐานที่ 1. ปริมาณรังสีแกมมาที่มะม่วงได้รับสูงเกินไป เนื่องจากในการฉายรังสีแกมมาให้กับมะม่วงในทางการค้านั้น ปริมาณรังสีที่มะม่วงจะได้รับมีตั้งแต่ 440-960 เกรย์ เนื่องจากการฉายรังสีในทางการค้าซึ่งมีปริมาณสินค้ามากๆ นั้นทางศูนย์ฉายรังสีแกมมาจะไม่สามารถควบคุมปริมาณรังสีในแต่ละจุดให้ได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกันได้ ดังนั้นกล่องมะม่วงที่อยู่ในแต่ละตำแหน่งในขณะที่ทำการฉายจึงได้รับปริมาณรังสีที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาผลของปริมาณรังสีแกมมาที่ระดับต่างๆ คือ 0 400 800 และ 1200 เกรย์ โดยใช้เครื่องกำเนิดรังสีแกมมาขนาดเล็กที่สามารถควบคุมปริมาณรังสีแกมมาได้ค่อนข้างใกล้เคียงกับค่ารังสีที่กำหนดไว้ โดยมีค่าเบนเบี่ยงเพียง ± 10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าการฉายรังสีแกมมาในปริมาณสูงให้กับมะม่วงไม่มีผลต่อการปรากฏของเนื้อสีน้ำตาล แต่จะพบว่าการฉายรังสีแกมมาในความเข้มข้นสูงขึ้น จะมีผลทำให้เลนติเซลได้รับความเสียหายมากขึ้น และทำให้ลักษณะปรากฏของสีเปลือกมะม่วงไม่เป็นที่ยอมรับมากขึ้น

สมมติฐานที่ 2. ระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลออกจากผลมะม่วงที่สั้นอาจทำให้เกิดการสะสมของยางภายในผลมาก เมื่อนำไปฉายรังสีแกมมาจึงมีผลทำให้ยางที่หลงเหลืออยู่ภายในผลเกิดการเปลี่ยนรูปและออกซิไดซ์กับออกซิเจนภายในผล ทำให้เกิดเป็นเนื้อสีน้ำตาลและค่อนข้างแข็งคล้ายเนื้อไม้ ซึ่งจากการศึกษาก่อนหน้านี้ของผู้วิจัยพบว่า การเกิดเนื้อสีน้ำตาลของมะม่วงนั้นจะเริ่มพบเมื่อเก็บรักษามะม่วงเป็นเวลานานถึง 21 วัน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้กำหนดระยะเวลาในการปล่อยให้ยางไหลออกจากมะม่วงเป็น 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำจุ่มสารกำจัดเชื้อราทันที และนำไปฉายรังสีแกมมา จากนั้นนำมาเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน ก่อนย้ายออกมาไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2-6 วัน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า มะม่วงที่ปล่อยให้ยางไหลออกในระยะเวลาที่แตกต่างกันแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำนาน 21 วัน นั้นไม่ได้เป็นสาเหตุของการเกิดเนื้อสีน้ำตาลของมะม่วง

สมมติฐานที่ 3. ระดับความสุกแก่ของผลมะม่วงที่นำมาฉายรังสีแกมมา อาจเป็นสาเหตุของการเกิดเนื้อสีน้ำตาลได้ ทั้งนี้จากการสังเกตของผู้วิจัยในการทดลองก่อนหน้านี้พบว่า ผลมะม่วงที่มีความสุกแก่จัด (คือผลมีลักษณะอ้วนกลม มีปริมาณเนื้อมาก และมีเลนติเซลปรากฏชัดเจน) มักจะปรากฏอาการเนื้อสีน้ำตาลมาก ดังนั้นในการทดลองนี้ ผู้วิจัยจึงกำหนดระยะความสุกแก่ของมะม่วงที่ใช้ทดสอบ เป็น 2 ระยะคือ มะม่วงที่แก่จัด (ซึ่งเมื่อนำมาลอยในน้ำเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์ มะม่วงจะจมในน้ำเกลือ) และมะม่วงที่สุกแก่ทางการค้า (ซึ่งมีความสุกแก่ประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ จากความชำนาญของเกษตรกร หรือเมื่อนำมาจุ่มในน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จะมีพื้นที่ผิว

ของมะม่วงที่ลอยอยู่เหนือน้ำเกลือขนาดประมาณเหรียญสิบบาท) ซึ่งผลการทดลองพบว่า ระยะความสุกแก่ 2 ระยะที่ใช้ในการทดสอบนี้ไม่ได้เป็นปัจจัยที่ทำให้มะม่วงปรากฏอาการเนื้อสีน้ำตาลในระหว่างการเก็บรักษา

อย่างไรก็ตาม รังสีแกมมามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วง พบว่าการฉายรังสีแกมมามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะสุกแก่ทางการค้ามากกว่ามะม่วงที่เก็บเกี่ยวในระยะที่สุกแก่จัดแล้ว และการฉายรังสีแกมมามีผลชะลอการพัฒนาของสีเปลือก สีเนื้อ การอ่อนนิ่ม และการเกิดโรคได้ แต่มีผลทำให้การยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอกของมะม่วงลดลง โดยมีผลทำให้เลนติเซลของมะม่วงได้รับความเสียหาย

สรุปผลการทดลอง-โครงการย่อยที่ 3

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การพัฒนากลิ่นและสีในผลมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ฉายรังสีระหว่างการเก็บรักษา

1. การฉายรังสีไม่มีผลทำให้การผลิตเอทิลีนแตกต่างจากผลที่ไม่ได้รับการฉายสีระหว่างการเก็บรักษา
2. การพัฒนาสีเนื้อผลไม่มีความแตกต่างกันระหว่างผลที่ฉายและไม่ฉายรังสี แต่สีเปลือกของผลที่ได้รับการฉายรังสีไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลืองเมื่อสุก โดยสารเบต้าแคโรทีนในเปลือกผลที่ฉายรังสีมีเมื่อสุกมีปริมาณน้อยกว่าผลที่ไม่ได้ฉายรังสี
3. การฉายรังสีมีผลต่อการสะสมกลิ่นในกลุ่ม Terpene จำพวก αPinene, Caryophyllene และ Germacrene D ในเนื้อของมะม่วง
4. วิธีการบ่มโดยการจุ่มเอทิฟอนทั้งก่อนและหลังการฉายรังสีไม่มีความแตกต่างในการกระตุ้นการสุกของผลที่ได้รับรังสี

สรุปผลการทดลอง-โครงการย่อยที่ 4

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 การศึกษาเทคนิคการตรวจโรคแอนแทรกโนสในผลมะม่วงระยะแก่เขียว

1. การศึกษาเพื่อพัฒนาเทคนิคเพื่อการตรวจวัดโรคแอนแทรกโนสในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ในระยะแก่เขียวด้วยการย้อมสีเมลลานินยังไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องจากการศึกษา ในสภาพ in-vitro ย้อมไม่ติดสีเมลลานินในเส้นใยหรือสปอร์ของเชื้อ *C. gloeosporioides*
2. การตรวจวัดการติดเชื้อแอนแทรกโนสโดยการใช้วิธีทางกายภาพ ด้วยการขยาย จากการทดลองผลที่ได้รับจากภาพที่ถูกบันทึกจำนวนหลายๆ ชั่วโมง สามารถนำภาพมาประมวลผลขอบภาพแล้วทำการคำนวณค่าเอนโทรปีเพื่อสร้างกราฟทำนายการเกิดโรคแอนแทรคโนสบนผิวมะม่วงได้ แต่อย่างไรก็ตามขอบภาพที่ได้บางส่วนมาจากขอบภาพของกรอบที่ล้อมรอบบริเวณที่ทำการ inoculate เชื้อด้วยทำให้ผลดังกล่าวอาจคาดเคลื่อนบ้าง แต่มีความเป็นไปได้เชิงเทคนิค เนื่องจากภายหลังจากปลูกเชื้อเพียง 4 ชั่วโมง มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์สี่ มีการตอบสนองต่อเชื้อเกิดรอยแผลขนาดเล็ก โดยมีพื้นที่ของขอบของภาพ (edge) สัมพันธ์กับระยะเวลาในการปลูกหรือติดชื้อ เป็นสมการแบบเส้นตรง ส่วนการใช้เทคนิค color image processing ยังไม่สามารถใช้ตรวจวัดการติดเชื้อของผลมะม่วงเนื่องจากมีปัญหาเชิงเทคนิค
3. การใช้เทคนิคสเปกโตรสโกปีย่านใกล้อินฟราเรด มีความเป็นไปได้ในการคัดแยกผลผลมะม่วงกลุ่มติดเชื้อแอนแทรกโนส (inoc) กับมะม่วงกลุ่มไม่ติดเชื้อ (control) โดยสามารถคัดแยกผลมะม่วงกลุ่ม control และกลุ่ม inoc ได้ด้วยความถูกต้องรวม 89% สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารเมลานินในเปลือกผลมะม่วงหลังการปลูกเชื้อที่เวลาต่างกัน พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อแอนแทรกโนสของผลมะม่วง

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550, **การส่งออกและนำเข้าสินค้าพืชสวนของไทย**, กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร.

กาญจนา กุลวิทิต, 2536, **ผลของการหุ้มด้วยฟิลม์พลาสติกต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลส้มตรา**, ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 28หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ, 2549, **โรคหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้**, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพ 208 หน้า.

ดารา พวงสุวรรณ, 2535, **การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน**, กรมวิชาการเกษตร, 63 หน้า.

ดารา พวงสุวรรณ, ประวัติ ตันบุญเอก, เกียรติ ลีละเศรษฐกุล, วัลลภา ธีระภวะ, สุชาติ วิจิตรานนท์, สุภา สุขเกษม, วาณี ปรีย์มาโนช, ณรงค์ ทองธรรมชาติ และมาโนช ทศพล, 2535, **การปรับปรุงคุณภาพผลไม้และผักเพื่อการส่งออก**, กรมวิชาการเกษตร, หน้า 38-104.

ธิติมา วงษ์ชีรี, 2538, "ผลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการควบคุมการเน่าเสียเนื่องจากเชื้อ *Colletrotrichum gloeosporioides* ของผลมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว" วิทยานิพนธ์ปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิพนธ์ วิสารธานนท์, 2542, **โรคไม้ผลเขตร้อนและการป้องกันกำจัด**, บริษัทเจฟิล์มโปรเซสจำกัด, 172 หน้า.

ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์, 2539, **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการสูญเสียของมะขามหวานในระหว่างการเก็บรักษา**, นิวเคลียร์ปริทัศน์, ฉบับที่ 1, หน้า 17-22.

วิจิตร วังใน, 2529, **มะม่วง**, ศรีสมบัติการพิมพ์, กรุงเทพฯ, 285 หน้า.

สมศิริ แสงโชติ, 2531, **โรคภายหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วง**, หน้า 34-43, *ใน* รวมเล่มเอกสารประกอบการอบรมเรื่องเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้เพื่อการส่งออก, ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน.

สายชล เกตุษา และเบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช, 2537, **การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยว การลดอุณหภูมิ การบรรจุ และการเก็บรักษากระเจี๊ยบฝักเขียว**, การประชุมสรุปผลงานวิจัยผักและถั่ว ครั้งที่ 2 ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชเขตร้อน สถาบันวิจัยและพัฒนาและศูนย์ภูมิภาคของศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักแห่งเอเชีย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 434-446.

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ, 2540, **การฉายรังสีอาหาร : ความเป็นไปได้ในปัจจุบัน**, นิวเคลียร์ปริทัศน์, ฉบับที่ 4, หน้า 4-7.

สุชาติ วิจิตรานนท์, ขจรศักดิ์ ภวกุล และดารา พวงสุวรรณ, 2531, **โรคของมะม่วง**, หน้า9-12, *ใน* มะม่วงเพื่อการส่งออก, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

อรุณี พวงมี, 2532, **การควบคุมโรคผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ระยะก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว**, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อังสุมา ชยสมบัติ, 2530, **โรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงที่เกิดจากเชื้อรา *Collectotrichum gleosporioides* (Penz.) Sacc. และการควบคุม**, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อุรภรณ์ สอาดสุด, วิชชา สะอาดสุด และโสภณ สิงห์แก้ว, 2548, "การประเมินความเสียหายในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้หลังการเก็บเกี่ยว", **Postharvest Newsletter**, ปี 4 ฉบับ 3 ก.ค.-ก.ย. 2548.

Aggelis A., John I. and Grierson D., 1997, "Analysis of physiological and molecular changes in melon (*Cucumis melo* L.) varieties with different rates of ripening", **Journal of Experimental Botany**. 48:769-778.

Andrade E. H. A., Maia J. G. S. and Zoghbi M. d. G. B., 2000, "Aroma Volatile Constituents of Brazilian Varieties of Mango Fruit", **Journal of Food Composition and Analysis**, 13: 27-33.

APHIS, 2000, "Irradiation phytosanitary treatment of imported fruits and vegetables (proposed rule)", US. Dept. Agriculture, **Animal and Plant Health Inspection Service**, Fed. Reg., 65: 34113-34125.

Barkai-Golan, R., Kahan, R.S. and Padova, R., 1969, "Synergistic effects of gamma radiation and heat on the development of *Penicillium digitatum in vitro* and in stored citrus fruits", **Phytopathology**, 59:922-924.

Barkai-Golan, R., Ben-Yehoshua, S. and Aharoni, N., 1971, "The development of *Botrytis cinerea* in irradiated strawberries during storage", **Int. J. Appl. Radiat. Isot**., 20:577-583.

Barkai-Golan, R., Kahan, R.S., Padova, R. and Ben-Arie, R., 1977, "Combines treatments of heat or chemicals with radiation to control decay in stored fruit", **Biological Science**, Proc., Workshop on the use of ionizing radiation agriculture, Wageningen, EUR 581EN, pp. 157-169.

Barkai-Golan, R., 2001, **Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables: Development and Control**, Elsevier. ISBN: 0-444-50584-9.

Bell, A. A., M. H. Wheeler., 1986, "Biosynthesisi and functions of fungal melanins", **Annual Reviews Phytopathology**, 24: 411-451.[www.annualreviews.org/aronline]

Bengochea T., Dodds J.H., Evans D.E., Jerie P.H., Niepel. A.R. and Hall M.A., 1980, "Studies on ethylene binding by cell-free preparations from cotyledons of *Phaseolus vulgaris* L", **Planta**, 148:397-406.

Blasco, J., N. Aleixos, J. Gomez and E. Molto., 2007, "Citrus sorting by identification of the most common defects using multispectral computer vision", **Journal of Food Engineering**, 83: 384-393.

Boylston, T.D., Reimeier, C.A., Moy, J.H., Mosher, G.A. and Taladriz, L., 2002, "Sensory quality and nutrient composition of three Hawaiian fruits treated by X-ray", **J. Food Quality**, 25: 419-433.

Brodrick, H.T. and Thomas, A.C., 1978, **Radiation preservation of subtropical fruits in South Africa**, In: Food preservation by irradiation, Vol 1, Int. Atomic Energy Agency, Viena, pp. 167-178.

Butler, M.J., A.W. Day, J.M. Henson and N.P. Money., 2001, "Pathogenic properties of fungi melanins", **Mycologia**, 93(1): 1-8.

Butler, M.J., R. B .Gardier, A.W. Day., 2005, "Fungal melanin detection by the use of copper sulfide-silver", **Mycologia**, 97(2): 312-319.

Chaiprasert, P., Gamma, H. and Iwahori, S., 2001, "Changes in chlorophyll fluorescence and enzyme activity for scavenging of free radicals in banana fruits stored at low temperatures", **Japaness Journal of Tropical Agricultural**, 45: 181-191.

Chen, Yud-Ren, K. Chao, M. S. Kim., 2002, "Machine vision technology for agricultural applications", **Computers and Electronics in Agriculture**, 36: 173-191.

Chongo, G., B. D. Gossen, C. C. Bernier., 2002, Infection by *Collectrotrichum truncatum* in resistant and susceptible lentil genotypes", **Canada Journal Plant Pathology**, 24: 81-85.

Cooper T. M., D.L. Bolton, S.T. Schuschereba, E.T. Schmeisser., 1986, **Spectroscopic studies of melanin**, Final report Feb-Mar 86, DTIC's Public STINNET. [http;//stinet.dtic.mil/oia]

Corkidi, G., K. A. Balderas-Ruíz, B. Taboada, L. Serrano-Carreón and E. Galindo., 2006, "Assessing mango anthracnose using a new three-dimensional image-analysis technique to quantify lesions on fruit", **Plant Pathology**, 55(2): 250-257.

Denis, P., 1993, **Disease of Fruit Crops**, Department of Primary Industries, Queensland, 332 p.

Dharkar, S.D. and Sreenivasan, A., 1972 "Irraduation as method for improved storage and transportation of mangoes", **Acta Hort.**, 24:259.

Dinh, Son-Quang, J. Chongwungse, P. Pongam and S. Sangchote., 2003, "Fruit infection by *Colletotrichum gloeosporioides* and anthracnose resistance of some mango cultivars in Thailand", **Australia Plant Pathology**, 32(4): 533-538.

Dínnocenzo, M. and Lajolo, F.M., 2001, "Effect of gamma irradiation on softening changes and enzyme activities during ripening of papaya", **J. Food Biochem**, 25: 425-438.

Du Venage, C.A., 1985, **Strawberry radiation on a commercial scale**, SAFFOST '85 Congr., Pretoria, Vol.2, pp: 463-467.

Dudareva N., Murfitt L.M., Mann C.J., Gorenstein N., Kolosova N., Kish C.M., Bonham C. and Wood K., 2000, "Developmental regulation of methyl benzoate biosynthesis and emission in snapdragon flowers", **Plant Cell**, 12: 949-961.

El-Goorani, M.A. and N.F. Sommer, 1997, "Suppression of postharvest plant pathogenic fungi by carbon monoxide", **Phytopathology**, 69:834-838.

Estrada, A.B., J. C. Dodd , P. Jeffries., 2000, "Effect of humidity and temperature on conidial germination and appressorium development of two Philippine isolates if the mango anthracnose pathogen *Colletrotrichum gloeosporioides*", **Plant Pathology**, 49: 608-618.

Fallik E., Alkali-Tuvia S., Horev B., Copel A., Rodov V., Aharoni Y., Ulrich D. and Schulz H., 2001, Characterisation of 'Galia' melon aroma by GC and mass spectrometric sensor measurements after prolonged storage", **Postharvest Biology and Technology**, 22: 85–91.

Follett, P.A. and Sanxter, S.S., 2000, "Comparison of rambutan quality after hot forced air and irradiation quarantine treatments", **HortSci**, 35: 1315-1318.

Frylinck, L. Dubery, I.A. and Schabort, J.C., 1987, "Biochemical changes involved in stress response and ripening behaviour of gamma-irradiated mango fruit", **Phytochemistry**, 26: 681-686.

Gladon, R.J., Reitmeier, C.A, Gleason, M.L., Nonnecke, G.R., Agnew, N.H. and Olsen, D.G., 1997, "Irradiation of horticultural crops at Iowa State University", **HortSci**, 32: 582-585.

Golding, B.J., Shearer, D., Wyllie, S.G. and McGlasson, W.B., 1998, "Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit", **Postharvest Biology and Technology**, 14: 87-98.

Hahn, F., 2007, **Automatic detection of black pulp mango in a sorting system**, ASAE Annual meeting 073110, [Published by the American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan www.asabe.org]

Hamilton, A.J., B.L. Gomez., 2002, "Melanin in fungal pathogens", **Journal of Medical Microbiology**, 51: 189-191.

Hofman, P.J., Marques, J.R., Taylor, L.M., Stubbing, B., Ledger, S.N. and Jordan, R.A., 2009, **Skin damage to several mango cultivars during irradiation and cold storage**, 6th International Postharvest Symposium, Book of asbracts. 8-12 April 2009, p.26.

Inone, K., H. Nasu, S. Kasuyama., 2001, "Selection for fruit core of Japanese pear by a non-destructive inspection mechane", **Acta Horticulture**, 587: 691-693.

Jacobi, K.K., Macrae, E.A. and Hetherington, S.E., 1998, "Early detection of abnormal skin ripening characteristics of 'Kensington' mango (*Mangifera indica* L.)", **Sci. Hort.**, 72:215-225.

Jacobi, K.K., Macrae, E.A. and Hetherington, S.E., 2000, "Effect of hot air conditioning of 'Kensington' mango fruit on the response to hot water treatment", **Postharvest. Biol. Tech.**, 21:39-49

Jacobi, K.K., Macrae, E.A. and Hetherington, S.E., 2001, "Review: Postharvest heat disinfestation treatments of mango fruit", **Sci. Hort.**, 89: 171-193.

Jeffeies, P., Doodd, J.C., Jeger, M.J. and R.A. Plumbley., 1990, "The Biology and Control of *Collectotrichum* spices on Tropical Fruit Crops", **Plant Pathology**, Vol. 39:343-366.

Jitareerat, P., C. Wong-Aree and S. Sangchote., 2006, "Detection of quiescent infection of *Colletrotrichum gloeosporioides* on Green Mango Fruit by polymerase chain reaction", **Acta Horticulture**, 712: 927-935.

Kader, A.A., 1994, "Modified and controlled atmosphere storage of tropical fruits", In: Champ, B.R., Highley, E. and Johnson, G.I. (eds.). **ACIAR Proceeding**, vol. 50: 239-249.

Kanna P., D. Ganjewlal., 2009, "Preliminary characterization of melanin isolated from fruits and seeds of *Nyctanthes arbor-tristis*", **Journal of Scientific Research**, 3: 655-661. [www.banglajol.inflo/index.php/JSR]

Keawchoung, P., Segsanviriya, S., Limophasmanee, W., Malakrong, A., Pransopon, P. and Kongratarporn, T., 2003, **Irradiation as a quarantine treatment for fruit fly in tangerine**, Proceeding of 41st Kasetsart University Annual Conference, 3-7 February, 2003, pp. 241-250.

Kim, Y., Brecht, J.K. and Talcott, S.T., 2007, "Antioxidant phytochemical and fruit quality changes in mango (*Mangifera indica* L.) following hot water immersion and controlled atmosphere storage" **Food Chem.**, 105:1327-1334.

Klomklieng, W., 2008, **Mapping and matching for innovation in mango and coconut sub-sectors**, Progress report No. 2, April- June 2008, TMC & T-G PEC/ GTZ project.

Koomen, I. and P. Jeffries, 1993, "Effects of antagonistic microorganism on the postharvest development of *Collectotrichum gleosporioides* on mango", **Plant Pathology**, Vol. 42(2): 230-237.

Ku, V.V.V., Wills, R.B.H. and Ben-Yehosua, S., 1999, "1-methylcyclopropene can differentially affect the postharvest life of strawberries exposed to ethylene", **HortScience**, 34: 119-120.

Kuo, K. C., 1999, "Germination and apressorim formation in *Colletrotrichum gloeosporioides*", **Proceedings of the National Science Council, Republic of China, Part B, Life sciences**, 23: 126-132

Lalel H. J. D., Singh Z. and Tan S. C., 2003a, "Aroma volatiles production during fruit ripening of `Kensington Pride' mango", **Postharvest Biology and Technology**, 27: 323-336.

Lalel H. J. D., Singh Z. and Tan S. C., 2003b, "Maturity stage at harvest affects fruit ripening, quality and biosynthesis of aroma volatile compounds in `Kensington Pride' mango", **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, 78: 225-233.

Lavid N., Wang J., Shalit M., Guterman I., Bar E., Beuerle T., Menda N., Shafir S., Zamir D., Adam Z., Vainstein A., Weiss D., Pichersky E. and Lewinsohn E., 2002, "O-methyltransferases involved in the biosynthesis of volatile phenolic derivatives in rose petals", **Plant Physiol**, 129: 1899-1907.

Limohpasmanee, W., Keawchoung, P., Segsarnviriya, S., Malakrong, A., Kongratarpon, T., Vongcherree, S. and Pransophon, P., 2005, "Irradiation as a Quarantine Treatment of Fruits", **International Symposium on New Frontier of the Irradiated Food and Non Food Products**, 22-23 September 2005, Miracle Grand Hotel, Bangkok, Thailand.

Lizada M. C. C., 1993, **Mango**, pp. 255-271, In Biochemistry of Fruit Ripening, Seymour G.B., Taylor J. E. and Tucker G. A. (eds)., Chapman & Hall, New York.

Lurie, S., 1998, "Postharvest heat treatments" **Postharvest Biology and Technology**, 14:257-269.

Mathooko, F. M., Tsunashima, Y., Owino, W.Z.O., Kubo, Y. and Inaba, A., 2001, "Regulation of genes encoding ethylene biosynthetic enzymes in peach (*Prunus persica* L.) fruit by carbon dioxide and 1-methylcyclopropene", **Postharvest Biology and Technology**, 21: 265-281.

Maxie, E.C., Sommer, N.F. and Rae, H.L., 1964, "Effect of gamma irradiation on Shasta strawberries under marketing condition", **Food irradiation**, 2: 50-54.

Maxie, E.C. and Kader, A., 1966, "Food irradiation – Physiology of fruits and related to the feasibility of the technology", In:C.O. Chichester, E.M. Mrak and G.F. Stewart (eds.), **Advances in Food Research**, Vol 15. Academic Press, New Yoork, pp. 105-145.

Medlicott, A.P., Bhogal, M. and Raynolds, S.B., 1986, "Changes in peel pigmentation during ripening of mango fruit (*Mangifera indica* L. var. Thommy Atkins)", **Ann. Appl. Biol.**, 109:651-656.

Mills, P.R., Sreenivasaprasad, S., and A.E. Brown., 1992, "Detection and differentiation of *Collectotrichum gleosporioides* isolates using PCR", **FEMS Microbial. Lett.**, 77 (1-3):137-143.

Mitra, S.E. and Baldwin, E.A., 1997, "Mango: In Mitra, S.K. (ed.) Postharvest Physiology and storage of Tropical and Subtropical fruits", **CAB international**, New York, PP. 85-122.

Moy , J.H., McElhaney, T. Matsuzaki, C. and Piedrahita, C., 1978, "Combined treatment of UV and gamma-irradiation of papaya for decay control", In: Proc. Int. Symp., **Food preservation irradiation**, Vol I, ST1/Pub/470, IAEA, Viena, pp.361-368.

Muirched, I.F., B. J. Deverall., 1984, "Role of appressoria in latent infections of banana fruits by *Colletotrichum musae*", **Physiological Plant pathology**, 19: 77-84.

Mukherjee, P.K., Thomas, P. and Raghu, K., 1995, "Shelf-life enhancement of fresh ginger rhizomes at the ambient temperature by combination of gamma-irradiation, biocontrol and closed polyethylene bag storage" **Ann. Appl. Biol.**, 127:375-384.

Nakhasi, S., Schlimme, D. and Solomos, T., 1991, "Storage Potential of Tomatoes Harvested at The Breaker Stage Using Modified Atmosphere Packaging", **Journal of Food Science**, Vol. 56, No. 1, pp. 55-59.

Nunes, C., Usall, J., Teixido, N., Torres, R., and I. Vinas., 2002, "Control of *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* on apples and pears with the combination of *Candida sake* and *Pantoes agglomerans*", **J. Food Prot**, 65:178-184.

Oufedjikh, H., Mahrouz, M., Amiot, M.J. and Lacroix, M., 2000, Effect of gamma irradiation on phenolic compounds and phenylalanine ammonialyase activity during storage in relation to peel injury from peel of Citrus clementina Hort. Ex. Tanaka., **J. Agri. Food Chem**., 48: 559-565.

Persis, E., Aharoni, D., Aharon, Z., Ben-Arie, R., Aharoni, N. And Fuchs, Y., 2000, "Modified atmosphere and modified humidity packaging alleviates chilling injury symptoms in mango fruit", **Postharvest. Biol.Tech.**, 19: 93-101.

Person,T.C. , D. T. Wicklow., 2006, "**Detection of corn kernels infected by fungi**", Transactions of the ASABE 49(4): 1235-1245. [Abstract]

Plonka, P. M., M. Grabacka., 2006, "Melanin synthesis in microorganisms-biotechnological and medical aspects", **Acta Biochimica Polonica**, 53: 429-443. [www.actabp.pl]

Roberts, C.A., M.J. Moore, D.W. Graffis, H.W. Kuirby, R.P. Walgenbach., 1987, "Quantification of mold in hay by near infrared reflectance spectroscopy", **Dairy Science**, 70: 2560-2564.

Rodov, V., Ben-Yehoshua, S., Fishman, S., Gotlieb, S., Fierman, T. and Fang, D.Q., 1993, **Reducing Decay and Extending Shelf Life of Bell-Peppers and Mangoes by Modified Atmosphere Packaging**, in Postharvest Handling of Tropical Fruits, ACIAR Proceeding, No. 50, Canberra, Arawang Information Bureau Pty Ltd, pp. 416-418.

Sabato, S.F., da Silva, J.M., da Cruz, J.N., Salmieri, S., Rela, P.R. and Lacroix, M., 2009, "Study of physical-chemical and sensorial properties of irradiated Tommy Atkins mangoes (*Mangifera indica* L.) in an international consignment" **Food control**, 20:284-288.

Saltveit, M.E., 1999, "Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables", **Postharvest. Biol.Tech**, 15:279-292.

Sangchote, S. and Chayasombat, A., 1986, "Relationhship between physiological changing and anthracnose incidence on 'Num Dok Mai' Mango fruit", **Kasetsart Journal**, Vol. 20: 280-248.

Sangchote, S. and Pongpisutta, R., 1998, "Fruit rots of mangosteen and their control", **Proceeding of ICCP (Abstract)**, www.bspp.org.uk/icpp98/3.7/39.html สืบค้นเมื่อวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2551.

Seidman M., 1979, "Sensory methods in the work of the flavour chemist**"**, pp. 15-26. In Land D.G. and Nursten H.E., ed., **Progress in Flavour Research**, Applied Publishers Ltd. London.

Servakaranpalayam S. S., 2006, "Potential applications of hyperspectral imaging for the determination of total soluble solids, water content and firmness in mango", Thesis MS. McGill University Montreal, Quebec, Canada.

Shellie, K.C. and Mangan, R., 1994, "Disinfestation: effect of non-chemical treatments on market quality of fruit", **Proceeding of an international conference**, Chiang Mai, Thailand, 19-23 July, pp. 304-310.

Singh, R. and Dwivedi, U., 2008, "Effect if Ethrel and 1-methylcyclopropene (1-MCP) on antioxidants in mango (*Mangifera indica* L.) during fruit ripening", **Food. Chem**, 111: 951-956

Sritananan, S., Uthairatanakij, A., Jitareerat, P., Photchanachai, S. and Vongcheeree, S., 2005, "Effects of irradiation and chitosan coating on physiological changes of mangosteen fruit stored at room temperature", **International Symposium on New Frontier of the Irradiated Food and Non Food Products**, 22-23 September 2005, Miracle Grand Hotel, Bangkok, Thailand.

Suryanarayanan, T.S., J.P. Ravishankar,G. Venkatesan, T.S. Murali., 2004, "Characterization of the melanin pigment of a cosmopolitan fungal endophyte", **Mycological Research**, 108(8): 974-978.

Taylor A.J., 1996, " Volatile flavor release from foods during eating", **Critic. Rev. Food Science and Nutrition,** 36: 765-784.

Taylor A.J. and Linforth R.S.T., 2000, "Techniques for measuring volatile release in vivo during consumption of food", pp. 8-21, In Taylor A.J.,ed., Flavor release, Vol. 763, **American Chemical Society**, Washington D.C.

Thoma, Barth P. H. J., 2003, "*Alternaria* spp. : from general saprophyte to specific parasite", **Molecular Plant Physiology**, 4(4): 225-236. [Doi: 10.1046/J.1364-3703.2003.00173.X]

Vicente, A.R., Martinez, G.A., Chaves, A.R. and Civello, P.M., 2006, "Effect of heat treatment on strawberry fruit damage and oxidative metabolism during storage", **Postharvest Biology and Technology**, 40:116-122.

Viljanen, K., Sundberg, S., Ohshima, T. and Heinonen, M., 2002, "Carotenoids as antioxidants to prevent photooxidation", **European Journal of Liquid Science and Technology**, 104: 353-359.

Wang, C., Jiang, M., Gao, M., Ma, X., Zhang, S. and Liu, S., 1993, "A study of the physiological changes and the nutritional qualities of irradiated apples and the effect of irradiation on apples stored at room temperature", **Radiat. Phys. Chem.**, 42: 347-350.

Wharton, P. S., J. Dieguez-Uribeondo., 2004, "The biology of *Collectotrichum acutatum*", Anales del Jarjin Botanico de Madrid 61(1): 3-22 [www.rjb.csic.es]

Wyllie S.G. and Fellman J. K., 2000, "Formation of volatile branched chain esters in bananas (*Musa sapientum* L.)", **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 48: 3493-3496.

Yahyaoui F.E., Wongs-Aree C., Latche' A., Hackett R., Grierson D. and Pech J. C., 2002, "Molecular and biochemical characteristics of a gene encoding an alcohol acyl-transferase involved in the generation of aroma volatile esters during melon ripening", **European Journal of Biochemistry**, 269: 2359-2366.

Yang Q., Reinhard K., Schiltz E. and Martern U., 1997, "Characterization and heterologous expression of hydroxy-cinnamoyl/benzoyl-CoA:anthranilate *N*-hydroxycinnamoyl/benzoyltransferase from elicited cell cultures of carnation *Dianthus caryophyllus* L., **Plant Molecular Biology**, 35: 777-789.

Yuen, C. M. C., Tan, S.C., Joyce, D. and Chettri, P., 1993, "Effect of postharvest calcium and polymeric films on ripening and peel injury in 'Kensington Pride' mango", **ASEAN Food J**, 8: 110-113.

ตารางภาคผนวก

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 1.1.1 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดของโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment	Disease incidence of stem end rot (%)[1/]					
	13°C (days)			25°C (days)		
	BF-Ir	1	5	5+2	5+4	5+6
0 Gy (control)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
400 Gy	0.00	0.00	0.00	0.00	61.73	61.73
800 Gy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.68
1200 Gy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.	-	-	-	-	173.21	164.79

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

BF-Ir = หมายถึงมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.1.2 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อระดับความรุนแรงการเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment	Disease severity of stem end rot (Score)[1/]					
	13°C (days)			25°C (days)		
	BF-Ir	1	5	5+2	5+4	5+6
0 Gy (control)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
400 Gy	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
800 Gy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
1200 Gy	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

BF-Ir = หมายถึงมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.1.3 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อการปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment	Black Lenticel (Score)[1/]					
	13°C (days)			25°C (days)		
	BF-Ir	1	5	5+2	5+4	5+6
0 Gy (control)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.27
400 Gy	1.00	1.06	1.61	1.72	2.06	2.22
800 Gy	1.00	1.20	1.58	2.18	2.31	2.60
1200 Gy	1.00	1.07	1.76	1.88	2.47	2.88
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.	-	17.49	40.77	42.86	42.96	40.22

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

BF-Ir = หมายถึงมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.1.4 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment	Texture Analysis[1/]					
	13°C (days)			25°C (days)		
	BF-Ir	1	5	5+2	5+4	5+6
0 Gy (control)	89.63	63.14	67.71	106.58	5.04[b]	2.70
400 Gy	89.63	57.81	53.96	69.91	9.64[a]	3.99
800 Gy	89.63	46.12	48.78	74.53	6.50[ab]	3.56
1200 Gy	89.63	47.88	43.51	53.32	5.13[b]	3.59
F-test	NS	NS	NS	NS	*	NS
C.V.	4.33	14.35	19.36	38.15	26.06	23.53

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

BF-Ir = หมายถึงมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.1.5 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า L* ของเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment	L*value[1/]					
	13°C (days)			25°C (days)		
	BF-Ir	1	5	5+2	5+4	5+6
0 Gy (control)	70.09	69.77	68.55	69.49	70.62	73.01[a]
400 Gy	70.09	69.28	69.66	68.86	69.84	70.24[b]
800 Gy	70.09	69.72	71.18	70.92	69.95	69.95[b]
1200 Gy	70.09	69.75	71.91	70.13	68.25	68.69[b]
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	**
C.V.	1.02	1.57	2.91	2.88	2.63	1.68

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

BF-Ir = หมายถึงมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.1.6 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า L* ของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment	L*value[1/]					
	13°C (days)			25°C (days)		
	BF-Ir	1	5	5+2	5+4	5+6
0 Gy (control)	86.28	86.71	84.86	83.49	81.24	77.85
400 Gy	86.28	86.14	85.19	84.76	82.23	78.14
800 Gy	86.28	85.62	85.47	83.73	80.98	77.65
1200 Gy	86.28	86.31	85.55	83.69	80.02	76.61
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.	0.44	1.31	1.45	1.24	1.62	1.28

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

BF-Ir = หมายถึงมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.1.7 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า a* ของเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment	a*value[1/]					
	13°C (days)			25°C (days)		
	BF-Ir	1	5	5+2	5+4	5+6
0 Gy (control)	-6.46	-9.49	-9.47[b]	-7.64	-2.74	-1.19
400 Gy	-6.46	-7.37	-5.35[a]	-4.95	-5.50	-0.03
800 Gy	-6.46	-7.74	-4.70[a]	-4.01	-2.19	-1.57
1200 Gy	-6.46	-6.20	-3.52[a]	-3.25	-1.89	-1.08
F-test	NS	NS	**	NS	NS	NS
C.V.	-7.78	-25.98	-23.09	-41.90	-71.76	-202.45

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

BF-Ir = หมายถึงมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.1.8 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า a* ของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment	a*value[1/]					
	13°C (days)			25°C (days)		
	BF-Ir	1	5	5+2	5+4	5+6
0 Gy (control)	-2.57	-1.87	-4.59[b]	-4.19[b]	-0.21	2.83
400 Gy	-2.57	-2.64	-3.36[ab]	-1.65[a]	0.09	4.39
800 Gy	-2.57	-2.13	-2.62[a]	-1.79[a]	0.79	4.08
1200 Gy	-2.57	-2.13	-2.38[a]	-1.97[a]	1.72	3.93
F-test	NS	NS	*	*	NS	NS
C.V.	-17.56	-45.46	-25.11	-35.96	135.03	22.09

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

BF-Ir = หมายถึงมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.1.9 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า b* ของเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment	b*value[1/]					
	13°C (days)			25°C (days)		
	BF-Ir	1	5	5+2	5+4	5+6
0 Gy (control)	33.59	32.21	31.65	32.15	38.38	40.16
400 Gy	33.59	32.21	33.64	35.22	36.17	40.39
800 Gy	33.59	32.92	34.01	34.62	37.09	39.23
1200 Gy	33.59	31.82	34.88	36.54	38.29	38.35
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.	2.33	4.11	4.49	3.30	3.11	3.58

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

BF-Ir = หมายถึงมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.1.10 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า b* ของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment	b*value[1/]					
	13°C (days)			25°C (days)		
	BF-Ir	1	5	5+2	5+4	5+6
0 Gy (control)	20.96	22.08	27.38	30.52	48.34	53.63
400 Gy	20.86	22.82	31.54	35.58	43.92	54.50
800 Gy	20.86	25.47	28.07	32.99	43.78	52.07
1200 Gy	20.86	24.39	27.89	34.76	49.67	52.58
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.	1.01	17.81	7.67	8.04	8.05	3.68

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

BF-Ir = หมายถึงมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.1.11 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า Hue angle ของเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment	Hue angle[1/]					
	13°C (days)			25°C (days)		
	BF-Ir	1	5	5+2	5+4	5+6
0 Gy (control)	100.90	106.42	106.68	104.07	94.50	92.08
400 Gy	100.90	105.72	99.06	98.13	98.71	90.19
800 Gy	100.90	103.25	97.88	96.58	93.42	92.41
1200 Gy	100.90	101.20	95.80	95.03	92.95	91.78
F-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.	1.00	2.97	2.30	3.64	3.68	3.64

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

BF-Ir = หมายถึงมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.1.12 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า Hue angle ของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment	Hue angle[1/]					
	13°C (days)			25°C (days)		
	BF-Ir	1	5	5+2	5+4	5+6
0 Gy (control)	96.86	95.65	99.76[a]	98.36[a]	90.48	87.09
400 Gy	96.86	96.35	95.96[b]	92.73[b]	89.94	85.39
800 Gy	96.86	94.67	95.22[b]	93.14[b]	89.01	81.81
1200 Gy	96.86	95.07	94.89[b]	93.21[b]	88.04	85.78
F-test	NS	NS	**	**	NS	NS
C.V.	1.31	1.59	1.31	1.87	1.22	3.91

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

BF-Ir = หมายถึงมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.1.13 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอก สีเปลือก สีเนื้อ กลิ่น กลิ่นผิดปกติ ความอ่อนนิ่ม รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 6 วัน

Treatment	Appearance	Peel color	Pulp color	Flavor	Off-flavor	Softening	Taste	Overall
	Score[1/]							
	Stored at 21 days and transferred to 25ºC for 2 days							
จม Ir	8.20[a]	8.40[a]	7.80[a]	6.90	7.50	6.90	7.10[a]	7.50[a]
จม non-Ir	4.40[c]	3.60[c]	6.70[ab]	6.90	6.70	6.20	6.10[ab]	6.50[ab]
ลอย Ir	6.30[b]	6.30[b]	5.90[b]	6.50	6.90	5.60	5.00[b]	5.70[b]
ลอย non-Ir	3.10[d]	3.00[c]	5.40[b]	6.60	6.90	6.30	6.10[ab]	6.30[ab]
F-test	**	**	**	NS	NS	NS	*	*
C.V.	22.88	27.80	24.10	21.70	28.61	25.44	25.84	21.02

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

BF-Ir = หมายถึงมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.1.14 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อกิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment	POD activity (Unit/mg protein)[1/]					
	13°C (days)			25°C (days)		
	BF-Ir	1	5	5+2	5+4	5+6
0 Gy (control)	0.08	0.14[ab]	0.08[b]	0.09	2.15	2.75
400 Gy	0.08	0.06[b]	0.86[a]	0.54	1.73	1.50
800 Gy	0.08	0.22[a]	0.59[a]	2.18	3.43	4.17
1200 Gy	0.08	0.20[a]	0.52[a]	0.39	2.75	2.89
F-test	NS	*	*	NS	NS	NS
C.V.	24.96	19.31	29.35	69.07	36.25	42.86

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

*, ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และ 99 ตามลำดับ

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

BF-Ir = หมายถึงมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.1.15 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 0 (Control) 400 800 และ 1,200 เกรย์ ก่อนเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment	PPO activity (Unit/mg protein)[1/]					
	13°C (days)			25°C (days)		
	BF-Ir	1	5	5+2	5+4	5+6
0 Gy (control)	0.54	0.66	0.36[b]	0.49	0.84	1.07[b]
400 Gy	0.54	0.54	0.62[ab]	0.78	0.92	0.58[b]
800 Gy	0.54	0.58	0.42[b]	1.07	1.61	1.25[b]
1200 Gy	0.54	0.57	0.73[a]	0.85	0.66	2.52[a]
F-test	NS	NS	*	NS	NS	**
C.V.	3.89	19.94	17.59	17.14	36.26	21.06

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

BF-Ir = หมายถึงมะม่วงก่อนการฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.1 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Disease incidence (%)					F-test	C.V.
	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)				
	0	21	21+2	21+4	21+6		
Non-Ir	0.00	33.33[a]	33.33[a]	33.33[a]	33.33[c]	**	1.99
0 min R-Ir	0.00	0.00[b]	11.11[b]	11.11[b]	50.00[a]	**	15.51
10 min R-Ir	0.00	0.00[b]	0.00[c]	11.11[b]	11.11[d]	**	4.17
20 min R-Ir	0.00	0.00[b]	0.00[c]	0.00[c]	11.11[d]	**	7.00
30 min R-Ir	0.00	0.00[b]	0.00[c]	0.00[c]	38.46[b]	**	1.67
F-test	NS	**	**	**	**		
C.V.	-	3.98	3.19	2.70	7.83		

หมายเหตุ (จำนวนมะม่วงที่ไว้ใช้ในการตรวจนับการเกิดโรค คือ 9 ผลต่อทรีตเมนท์)

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.2 ความรุนแรงของการเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Disease severity (score)					F-test	C.V.
	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)				
	0	21	21+2	21+4	21+6		
Non-Ir	0.00	0.33[a]	0.44	0.67	0.33	NS	199.97
0 min R-Ir	0.00	0.00[b]	0.00	0.44	0.22	NS	370.80
10 min R-Ir	0.00[B]	0.00[b, B]	0.00[B]	0.11[AB]	0.33[A]	*	302.33
20 min R-Ir	0.00	0.00[b]	0.00	0.00	0.33	NS	670.82
30 min R-Ir	0.00[B]	0.00[b, B]	0.00[B]	0.00[B]	0.66[A]	**	290.47
F-test	-	**	NS	NS	NS		
C.V.	-	335.41	365.50	267.56	203.13		

หมายเหตุ (จำนวนมะม่วงที่ไว้ใช้ในการตรวจนับการเกิดโรค คือ 9 ผลต่อทรีตเมนท์)

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.3 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Disease incidence (%)					F-test	C.V.
	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)				
	0	21	21+2	21+4	21+6		
Non-Ir	0.00^{D}	0.00^{D}	66.66$^{a, C}$	77.77$^{a, B}$	100.00$^{a, A}$	**	4.83
0 min R-Ir	0.00^{C}	0.00^{C}	22.22$^{c, B}$	22.22$^{c, B}$	50.00$^{c, A}$	**	11.88
10 min R-Ir	0.00^{C}	0.00^{C}	0.00$^{d, C}$	11.11$^{d, B}$	33.33$^{d, A}$	**	3.19
20 min R-Ir	0.00	0.00	0.00^{d}	0.00^{e}	0.00^{e}	NS	-
30 min R-Ir	0.00^{C}	0.00^{C}	33.33$^{b, B}$	33.33$^{b, B}$	61.54$^{b, A}$	**	2.02
F-test	NS	NS	**	**	**		
C.V.	-	-	2.92	1.65	6.49		

หมายเหตุ (จำนวนมะม่วงที่ไว้ใช้ในการตรวจนับการเกิดโรค คือ 9 ผลต่อทรีตเมนท์)

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.4 ความรุนแรงของการเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Disease severity (score)					F-test	C.V.
	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)				
	0	21	21+2	21+4	21+6		
Non-Ir	0.00^{C}	0.00^{C}	1.00$^{a, B}$	0.56$^{a, A}$	2.44$^{a, A}$	**	75.11
0 min R-Ir	0.00	0.00	0.33^{b}	0.33	0.56^{b}	NS	243.93
10 min R-Ir	0.00^{B}	0.00^{B}	0.00$^{b, B}$	0.22^{AB}	0.67$^{b, A}$	*	302.33
20 min R-Ir	0.00	0.00	0.00^{b}	0.00	0.00^{b}	-	-
30 min R-Ir	0.00	0.00	0.56^{a}	0.56	0.44^{b}	NS	207.48
F-test	-	-	**	NS	**		
C.V.	-	-	168.57	201.24	91.55		

หมายเหตุ (จำนวนมะม่วงที่ไว้ใช้ในการตรวจนับการเกิดโรค คือ 9 ผลต่อทรีตเมนท์)

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.5 การปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นย้ายมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[2]/	Black Lenticel (Score) [1]/ Shelf life (days)					C.V.	F-test
	0	5	5+2	5+4	5+6		
Non-Ir	1.22^{bc}	2.00	1.22	1.67	1.22b	49.01	NS
0 min R-Ir	1.78^{a}	1.89	1.44	1.78	1.78^{a}	46.31	NS
10 min R-Ir	1.00^{c}	1.22	1.00	1.11	1.00^{b}	23.18	NS
20 min R-Ir	1.44^{ab}	1.44	1.22	1.33	1.33^{ab}	36.89	NS
30 min R-Ir	1.00^{c,B}	1.67^{A}	1.00^{B}	1.44^{AB}	1.33^{ab,AB}	35.18	*
C.V.	33.22	47.79	36.35	46.57	35.79		
F-test	**	NS	NS	NS	*		

หมายเหตุ (จำนวนมะม่วงที่ไว้ใช้ในการตรวจนับการเกิดโรค คือ 9 ผลต่อทรีตเมนท์)

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.6 การปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นย้ายมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[2]/	Black Lenticel (Score)[1]/ Shelf life (days)					C.V.	F-test
	0	21	21+2	21+4	21+6		
Non-Ir	1.22[bc]	1.11	1.00	1.33	1.11	37.05	NS
0 min R-Ir	1.78[a]	1.11	1.44	2.00	1.33	46.88	NS
10 min R-Ir	1.00[c]	1.22	1.22	1.33	1.11	37.97	NS
20 min R-Ir	1.44[ab]	1.56	1.00	1.44	1.44	34.21	NS
30 min R-Ir	1.00[c]	1.44	1.00	1.44	1.33	41.06	NS
C.V.	33.22	34.21	33.53	51.73	39.47		
F-test	**	NS	NS	NS	NS		

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.7 ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	5	5+2	5+4	5+6		
Non-Ir	80.92^{A}	65.19^{B}	20.53^{b,C}	5.14^{b,D}	2.31^{D}	**	33.16
0 min R-Ir	77.10^{A}	61.31^{A}	26.75^{ab,B}	12.57^{ab,C}	3.63^{C}	**	25.50
10 min R-Ir	80.18^{A}	65.25^{B}	44.83^{a,C}	15.54^{a,D}	4.69^{E}	**	23.14
20 min R-Ir	85.56^{A}	63.73^{B}	41.76^{a,C}	13.78^{a,D}	3.43^{D}	**	28.04
30 min R-Ir	85.02^{A}	58.00^{B}	32.65^{ab,C}	11.57^{ab,D}	3.80^{D}	**	21.23
F-test	NS	NS	*	*	NS	-	-
C.V.	15.49	15.82	37.33	47.67	36.31	-	-

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.8 ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	21	21+2	21+4	21+6		
Non-Ir	80.92^{A}	3.79^{b,B}	8.11^{B}	1.73^{b,B}	2.13^{B}	42.49	**
0 min R-Ir	77.10^{A}	8.05^{a,B}	6.20^{B}	2.45^{a,C}	2.58^{C}	18.69	**
10 min R-Ir	80.18^{A}	9.01^{ab,C}	4.76^{B}	2.35^{a,C}	2.47^{C}	25.83	**
20 min R-Ir	85.56^{A}	9.43^{ab,C}	5.01^{B}	2.33^{a,C}	2.90^{C}	25.65	**
30 min R-Ir	85.02^{A}	7.92^{b,C}	4.35^{B}	2.19^{a,C}	2.60^{C}	15.82	**
F-test	NS	*	NS	**	NS	-	-
C.V.	13.45	31.86	20.76	18.41	22.45	-	-

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.9 ค่า L* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	5	5+2	5+4	5+6		
Non-Ir	61.34^{C}	62.51^{C}	64.23^{C}	68.31^{a,B}	75.54^{a,A}	**	4.91
0 min R-Ir	63.66	59.99	61.27	61.08^{b}	64.09^{b}	NS	4.37
10 min R-Ir	61.27	62.69	62.79	62.01^{b}	61.43^{b}	NS	4.68
20 min R-Ir	62.44	63.34	60.14	61.78^{b}	61.35^{b}	NS	5.56
30 min R-Ir	62.67	60.86	60.27	62.77^{b}	63.19^{b}	NS	7.86
F-test	NS	NS	NS	**	**	-	-
C.V.	8.54	5.61	5.39	4.89	4.16	-	-

หมายเหตุ
[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์
[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย
NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา
R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.10 ค่า L* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	21	21+2	21+4	21+6		
Non-Ir	61.34^{C}	64.54^{BC}	74.26^{a,A}	68.76^{AB}	65.06^{BC}	**	8.26
0 min R-Ir	63.66	64.51	66.11^{b}	65.91	66.12	NS	4.07
10 min R-Ir	61.27^{B}	67.07^{A}	66.43^{b,A}	66.55^{A}	67.41^{A}	**	6.53
20 min R-Ir	62.44^{B}	65.80^{A}	66.74^{b,A}	65.94^{A}	66.69^{A}	*	3.91
30 min R-Ir	62.67^{C}	64.84^{B}	68.35^{b,A}	67.03^{AB}	65.06^{B}	**	4.29
F-test	NS	NS	**	NS	NS	-	-
C.V.	8.45	7.88	3.37	4.18	4.53	-	-

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.11 ค่า L* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2, 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	5	5+2	5+4	5+6		
Non-Ir	82.06^{AB}	83.90^{A}	80.95^{B}	75.54^{c,C}	70.59^{c,D}	**	2.57
0 min R-Ir	80.78^{A}	81.09^{A}	80.65^{A}	78.26^{b,A}	73.96^{ab,B}	**	3.53
10 min R-Ir	80.34^{A}	81.54^{A}	82.27^{A}	80.39^{ab,A}	76.14^{a,B}	**	3.00
20 min R-Ir	80.05^{B}	82.11^{A}	82.74^{A}	81.35^{a,AB}	75.03^{a,C}	**	2.51
30 min R-Ir	78.97^{C}	81.33^{AB}	81.96^{A}	79.66^{ab,BC}	72.74^{b,D}	**	2.12
F-test	NS	NS	NS	**	**	-	-
C.V.	2.62	3.46	2.43	2.85	2.97	-	-

หมายเหตุ
[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์
[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย
NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา
R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.12 ค่า L* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2, 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	21	21+2	21+4	21+6		
Non-Ir	82.06^{A}	69.31^{c,B}	66.81^{BC}	65.66^{BC}	63.65^{b,C}	**	6.25
0 min R-Ir	80.78^{A}	71.85^{bc,B}	69.71^{B}	70.08^{B}	70.78^{a,B}	**	3.60
10 min R-Ir	80.34^{A}	73.98^{ab,B}	68.56^{C}	70.41^{C}	68.34^{a,C}	**	3.71
20 min R-Ir	80.05^{A}	76.81^{a,A}	69.23^{B}	68.40^{B}	68.85^{a,B}	**	7.16
30 min R-Ir	78.97^{A}	72.42^{b,B}	66.90^{C}	69.81^{BC}	68.47^{a,BC}	**	5.71
F-test	NS	**	NS	NS	**	-	-
C.V.	2.62	4.23	5.98	7.34	5.74	-	-

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.13 ค่า a* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2, 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	5	5+2	5+4	5+6		
Non-Ir	-16.42^{C}	-16.63^{b,C}	-10.36^{B}	-2.45^{a,A}	-2.85^{a,A}	**	-39.57
0 min R-Ir	-15.53^{B}	-15.46^{ab,B}	-9.58^{B}	-2.32^{a,A}	-10.95^{c,B}	**	-48.97
10 min R-Ir	-14.66^{B}	-13.85^{a,B}	-10.40^{A}	-10.87^{b,A}	-9.55^{c,A}	**	-13.86
20 min R-Ir	-15.25^{B}	-14.40^{a,B}	-10.36^{A}	-11.13^{b,A}	-9.88^{c,A}	**	-18.73
30 min R-Ir	-14.59^{B}	-13.78^{a,B}	-7.05^{A}	-7.71^{b,A}	-6.80^{b,A}	**	-51.09
F-test	NS	*	NS	**	**	-	-
C.V.	-10.28	-7.34	-44.83	-64.84	-33.46	-	-

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.14 ค่า a* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	21	21+2	21+4	21+6		
Non-Ir	-12.70^{D}	-1.55^{a,C}	4.93^{a,B}	4.76^{a,A}	6.36^{a,A}	**	-222.64
0 min R-Ir	-15.53^{D}	-9.47^{b,C}	-4.68^{c,B}	-2.59^{bc,A}	-1.07^{bc,A}	**	-30.90
10 min R-Ir	-14.66^{D}	-9.13^{b,C}	-6.23^{c,B}	-3.96^{c,AB}	-2.28^{c,A}	**	-38.03
20 min R-Ir	-15.25^{D}	-11.74^{b,C}	-2.66^{b,B}	-2.04^{b,B}	0.90^{b,A}	**	-40.56
30 min R-Ir	-14.59^{D}	-10.37^{b,C}	-5.15^{c,B}	-3.04^{bc,A}	-1.23^{bc,A}	**	-32.02
F-test	NS	**	**	**	**	-	-
C.V.	-10.28	-29.28	-58.13	-122.39	1012.98	-	-

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.15 ค่า a* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	5	5+2	5+4	5+6		
Non-Ir	-12.70^{D}	-10.58^{D}	-2.57^{C}	3.00^{a,B}	6.73^{a,A}	**	-175.21
0 min R-Ir	-12.32^{D}	-10.44^{D}	-4.75^{C}	-1.96^{bc,B}	2.13^{bc,A}	**	-43.34
10 min R-Ir	-13.15^{E}	-10.40^{D}	-4.69^{C}	-2.65^{c,B}	1.43^{c,A}	**	-29.60
20 min R-Ir	-13.08^{E}	-10.07^{D}	-4.68^{C}	-1.26^{bc,B}	1.84^{b,A}	**	-48.75
30 min R-Ir	-13.61^{E}	-10.67^{D}	-3.91^{C}	-0.66^{b,B}	3.52^{bc,A}	**	-37.24
F-test	NS	NS	NS	**	**	-	-
C.V.	-10.75	-14.60	-38.77	-268.73	54.49	-	-

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.16 ค่า a* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	21	21+2	21+4	21+6		
Non-Ir	-12.70^{D}	-1.55^{a,C}	4.93^{B}	4.76^{A}	6.36^{a,A}	**	105.07
0 min R-Ir	-12.32^{C}	-3.22^{bc,B}	4.83^{A}	4.15^{A}	5.27^{b,A}	**	208.88
10 min R-Ir	-13.15^{D}	-4.37^{cd,C}	5.83^{A}	4.05^{B}	4.54^{b,B}	**	537.94
20 min R-Ir	-13.08^{D}	-5.68^{d,C}	4.62^{AB}	3.61^{B}	4.82^{b,A}	**	-378.47
30 min R-Ir	-13.61^{C}	-2.68^{ab,B}	4.99^{A}	4.23^{A}	5.14^{b,A}	**	206.17
F-test	NS	**	NS	NS	**	-	-
C.V.	-10.75	-45.33	26.33	23.15	20.58	-	-

หมายเหตุ
[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์
[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย
NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา
R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.17 ค่า b* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	5	5+2	5+4	5+6		
Non-Ir	26.99^{C}	24.82^{C}	34.92^{B}	40.57^{a,A}	42.16^{a,A}	**	9.96
0 min R-Ir	23.56^{C}	22.88^{C}	33.87^{B}	35.18^{b,B}	37.74^{b,A}	**	4.13
10 min R-Ir	23.14^{C}	23.51^{C}	34.05^{B}	35.33^{b,B}	36.27^{b,A}	**	5.13
20 min R-Ir	24.03^{C}	25.21^{C}	33.86^{B}	34.50^{b,B}	37.39^{b,A}	**	6.09
30 min R-Ir	23.20^{C}	22.65^{C}	34.34^{B}	35.27^{b,AB}	37.83^{b,A}	**	6.35
F-test	NS	NS	NS	**	**	-	-
C.V.	11.45	6.27	7.25	6.15	4.43	-	-

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.18 ค่า b* เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	21	21+2	21+4	21+6		
Non-Ir	26.99^{A}	$29.70^{b,C}$	$45.57^{b,B}$	$40.91^{b,B}$	$36.78^{c,B}$	**	48.21
0 min R-Ir	23.56^{C}	$26.15^{a,B}$	$40.70^{a,A}$	$41.75^{a,A}$	$41.22^{b,A}$	**	7.16
10 min R-Ir	23.14^{D}	$27.25^{a,c}$	$40.58^{a,B}$	$42.80^{a,B}$	$45.77^{a,A}$	**	7.37
20 min R-Ir	24.03^{D}	$27.02^{a,C}$	$40.66^{a,B}$	$42.00^{a,AB}$	$43.43^{ab,A}$	**	4.03
30 min R-Ir	23.20^{B}	$27.41^{a,B}$	$39.05^{a,A}$	$41.78^{a,A}$	$42.62^{b,A}$	**	14.54
F-test	NS	**	**	**	**	-	-
C.V.	11.45	8.70	15.95	6.28	8.67	-	-

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.19 ค่า b* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	5	5+2	5+4	5+6		
Non-Ir	26.12	26.24	41.05[a]	54.81[a]	56.24[a]	**	7.48
0 min R-Ir	24.00	25.50	31.19[c]	38.86[c]	46.22[c]	**	8.41
10 min R-Ir	24.86	23.63	29.62[c]	37.72[c]	45.81[c]	**	6.72
20 min R-Ir	24.77	23.13	30.22[c]	37.26[c]	46.96[c]	**	8.78
30 min R-Ir	25.35	26.85	34.69[b]	43.95[b]	51.10[b]	**	7.84
F-test	NS	NS	**	**	**	-	-
C.V.	5.65	8.17	10.25	7.97	6.20	-	-

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.20 ค่า b* เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	21	21+2	21+4	21+6		
Non-Ir	26.12	33.81^{b}	46.76^{c}	45.03^{c}	45.43^{c}	**	21.36
0 min R-Ir	24.00	31.65^{a}	48.43^{b}	45.46^{b}	46.88^{a}	**	5.52
10 min R-Ir	24.86	31.94^{a}	48.28^{b}	45.77^{b}	42.41^{b}	**	7.69
20 min R-Ir	24.77	34.31^{a}	46.92^{a}	45.62^{a}	43.38^{ab}	**	15.54
30 min R-Ir	25.35	32.28^{a}	46.23^{b}	43.94^{b}	44.23^{ab}	**	9.48
F-test	NS	**	**	**	**	-	-
C.V.	5.64	11.95	7.22	15.40	16.12	-	-

หมายเหตุ
[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์
[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย
NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99
Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา
R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.21 ค่า Hue angle เปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	5	5+2	5+4	5+6		
Non-Ir	116.52^{A}	117.77^{A}	106.71^{B}	93.73^{c,C}	93.95^{b,C}	**	4.51
0 min R-Ir	118.03^{A}	115.47^{A}	105.51^{B}	101.27^{b,B}	106.73^{a,B}	**	4.12
10 min R-Ir	116.82^{A}	115.08^{A}	107.02^{B}	107.06^{a,B}	104.79^{a,B}	**	2.45
20 min R-Ir	116.68^{A}	114.43^{A}	106.78^{B}	107.83^{a,B}	104.77^{a,B}	**	2.82
30 min R-Ir	116.80^{A}	116.63^{A}	105.71^{B}	105.90^{a,B}	104.02^{a,B}	**	2.94
F-test	NS	NS	NS	**	**	-	-
C.V.	2.08	1.35	4.12	4.21	3.12	-	-

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.22 กิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	21	21+2	21+4	21+6		
Non-Ir	116.52^{A}	96.53^{c,B}	87.09^{b,C}	83.88^{b,D}	82.44^{c,D}	**	2.51
0 min R-Ir	118.03^{A}	105.71^{ab,B}	99.18^{a,C}	94.94^{a,D}	94.47^{a,D}	**	2.19
10 min R-Ir	116.82^{A}	104.02^{b,B}	98.76^{a,C}	95.31^{a,CD}	92.97^{ab,D}	**	3.81
20 min R-Ir	116.68^{A}	108.29^{a,B}	97.76^{a,C}	96.47^{a,C}	93.03^{ab,D}	**	2.76
30 min R-Ir	116.80^{A}	105.71^{ab,B}	97.00^{a,C}	94.18^{a,CD}	91.50^{b,D}	**	2.89
F-test	NS	**	**	**	**	-	-
C.V.	2.08	3.57	2.84	2.74	2.83	-	-

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.23 ค่า Hue angle เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	5	5+2	5+4	5+6		
Non-Ir	112.25^{A}	108.97^{B}	93.95^{a,C}	86.94^{c,D}	83.14^{c,E}	**	2.72
0 min R-Ir	113.58^{A}	109.67^{AB}	73.96^{b,C}	91.74^{b,BC}	87.96^{a,C}	**	17.70
10 min R-Ir	114.15^{A}	110.46^{B}	98.86^{a,C}	94.07^{a,D}	88.41^{a,E}	**	1.96
20 min R-Ir	114.03^{A}	110.40^{B}	98.72^{a,C}	94.54^{a,D}	87.79^{a,E}	**	1.75
30 min R-Ir	114.25^{A}	109.03^{B}	97.05^{a,C}	90.94^{b,D}	85.87^{b,E}	**	1.93
F-test	NS	NS	**	**	**	-	-
C.V.	1.45	2.51	16.11	1.93	2.22	-	-

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.24 ค่า Hue angle เนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผล และปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาประมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[1]/	Storage[2]/ at 13°C (days)		Shelf life[2]/ at 25°C (days)			F-test	C.V.
	0	21	21+2	21+4	21+6		
Non-Ir	112.25^{A}	91.87^{c,B}	83.89^{C}	83.95^{b,C}	82.03^{a,D}	**	2.03
0 min R-Ir	113.58^{A}	94.12^{cb,B}	84.31^{C}	84.80^{ab,C}	83.57^{a,C}	**	1.64
10 min R-Ir	114.15^{A}	95.87^{ab,B}	83.09^{C}	85.00^{ab,C}	83.80^{a,C}	**	2.56
20 min R-Ir	97.49^{A}	90.39^{a,B}	90.99^{C}	88.88^{a,C}	85.25^{b,D}	**	10.77
30 min R-Ir	114.25^{A}	93.29^{c,B}	83.79^{C}	84.50^{ab,C}	83.32^{a,C}	**	16.1
F-test	NS	**	NS	*	**	-	-
C.V.	1.46	2.48	2.16	1.22	11.42	-	-

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.25 คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน

Treatment[2]/	Appearance (score)[1]/ Shelf life (days)			C.V.	F-test
	5+6	21+2	21+6		
Non-Ir	5.35	5.95[a]	4.28	38.30	NS
0 min R-Ir	3.00	4.02[b]	4.11	30.82	NS
10 min R-Ir	3.30[B]	4.27[b,AB]	5.41[A]	30.85	*
20 min R-Ir	3.67	4.38[b]	3.65	34.75	NS
30 min R-Ir	3.88	3.65[b]	4.55	39.57	NS
C.V.	39.41	28.42	39.11		
F-test	NS	*	NS		

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.26 คะแนนการยอมรับด้านสีเปลือกของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน

Treatment[2]/	Peel color (score)[1]/ Shelf life (days)			C.V.	F-test
	5+6	21+2	21+6		
Non-Ir	4.47^{a,B}	6.45^{a,A}	6.48^{a,A}	23.18	*
0 min R-Ir	3.31^{ab}	2.95^{b}	3.92^{b}	42.13	NS
10 min R-Ir	3.62^{a}	4.00^{b}	4.70^{b}	38.63	NS
20 min R-Ir	3.54^{a}	3.82^{b}	3.82^{b}	36.67	NS
30 min R-Ir	2.31^{ab,B}	4.75^{b,A}	4.84^{b,A}	25.19	**
C.V.	29.56	35.22	30.53		
F-test	**	**	**		

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.27 คะแนนการยอมรับด้านสีเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน

Treatment[2]/	Pulp color (score)[1]/ Shelf life (days)			C.V.	F-test
	5+6	21+2	21+6		
Non-Ir	5.60[a]	6.11	7.28	22.30	NS
0 min R-Ir	4.02[b]	4.70	5.17	38.03	NS
10 min R-Ir	3.47[b,B]	5.48[A]	5.94[A]	25.13	**
20 min R-Ir	3.60[b,B]	5.34[A]	6.15[A]	21.25	**
30 min R-Ir	4.30[b]	4.97	6.25	27.92	NS
C.V.	26.59	30.54	29.19		
F-test	**	NS	NS		

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.28 คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน

Treatment[2]/	Flavor (score)[1]/ Shelf life (days) [2]/			C.V.	F-test
	5+6	21+2	21+6		
Non-Ir	5.12	4.45	5.02	33.44	NS
0 min R-Ir	4.28	3.87	2.87	46.86	NS
10 min R-Ir	3.97	3.81	3.02	39.64	NS
20 min R-Ir	3.51	4.07	3.92	47.28	NS
30 min R-Ir	3.37	3.24	3.57	42.74	NS
C.V.	34.59	37.77	52.27		
F-test	NS	NS	NS		

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.29 คะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน

Treatment[2]/	Off-flavor (score)[1]/ Shelf life (days)[2]/			C.V.	F-test
	5+6	21+2	21+6		
Non-Ir	2.74	3.58	1.80	77.81	NS
0 min R-Ir	3.01	3.27	2.21	74.36	NS
10 min R-Ir	2.58	3.41	3.18	50.04	NS
20 min R-Ir	1.92	3.71	2.04	66.21	NS
30 min R-Ir	2.07[B]	3.03[A]	1.50[B]	28.48	**
C.V.	64.37	64.60	53.95		
F-test	NS	NS	NS		

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

N = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.30 คะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัส (ความอ่อนนิ่ม) ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน

Treatment[2]/	Softening (score)[1]/ Shelf life (days)			C.V.	F-test
	5+6	21+2	21+6		
Non-Ir	4.01	4.23	5.02	39.46	NS
0 min R-Ir	2.79	4.44	4.46	47.76	NS
10 min R-Ir	3.17	3.53	4.83	37.57	NS
20 min R-Ir	3.29	3.76	3.61	54.57	NS
30 min R-Ir	3.54	3.61	4.03	47.30	NS
C.V.	45.21	41.23	47.57		
F-test	NS	NS	NS		

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.31 คะแนนการยอมรับด้านรสชาติของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน

Treatment[2]/	Teste (score)[1]/ Shelf life (days)[2]/			C.V.	F-test
	5+6	21+2	21+6		
Non-Ir	5.96[a]	5.97	5.9๓	29.77	NS
0 min R-Ir	3.51[b]	4.77	3.79	39.02	NS
10 min R-Ir	3.16[b]	4.00	4.51	48.41	NS
20 min R-Ir	2.77[b]	4.79	3.83	44.89	NS
30 min R-Ir	3.54[b]	3.46	4.26	48.69	NS
C.V.	42.49	43.31	36.68		
F-test	**	NS	NS		

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.32 คะแนนความชอบโดยรวมของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน และ 21 วัน จากนั้นนำมะม่วงมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 หรือ 6 วัน

Treatment[2]/	Overall acceptance (score)[1]/ Shelf life (days)[2]/			C.V.	F-test
	5+6	21+2	21+6		
Non-Ir	6.36	6.20	5.79	28.44	NS
0 min R-Ir	3.53	4.97	3.87	35.73	NS
10 min R-Ir	3.57	3.99	4.87	53.82	NS
20 min R-Ir	3.46	4.91	4.48	39.33	NS
30 min R-Ir	3.66	3.24	4.59	40.04	NS
C.V.	34.73	38.86	41.80		
F-test	NS	NS	NS		

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.33 กิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[2]/	POD activity (Unit/mg protein)[1]/ Shelf life (days)[2]/				F-test	C.V.
	5	5+2	5+4	5+6		
0 min R-Ir	$0.32^{a,B}$	0.15^{B}	$2.44^{a,B}$	$4.63^{a,C}$	*	43.81
10 min R-Ir	$0.12^{b,B}$	0.33^{B}	$0.26^{c,B}$	$2.03^{b,A}$	**	35.64
20 min R-Ir	$0.10^{b,B}$	0.12^{B}	$0.53^{bc,B}$	$1.73^{b,A}$	**	31.53
30 min R-Ir	$0.18^{b,C}$	0.26^{C}	$1.50^{ab,B}$	$4.69^{a,A}$	**	22.15
F-test	*	NS	*	*		
C.V.	20.27	26.31	34.33	26.39		

<u>หมายเหตุ</u>

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.34 กิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[2]/	POD activity (Unit/mg protein)[1]/ Shelf life (days)[2]/				F-test	C.V.
	21	21+2	21+4	21+6		
0 min R-Ir	$5.10^{a,B}$	$5.68^{b,B}$	$8.56^{b,A}$	5.70^{B}	*	10.09
10 min R-Ir	$3.22^{b,C}$	$9.90^{a,B}$	$13.64^{a,A}$	2.15^{C}	**	16.39
20 min R-Ir	$6.33^{a,AB}$	$6.37^{b,AB}$	$9.64^{b,AB}$	2.81^{B}	NS	26.24
30 min R-Ir	$6.21^{a,B}$	$7.31^{b,AB}$	$7.94^{b,AB}$	8.72^{A}	NS	10.34
F-test	*	*	**	NS		
C.V.	12.02	11.87	8.84	37.02		

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.35 กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[2]/	PPO activity (Unit/mg protein)[1]/ Shelf life (days)[2]/				F-test	C.V.
	21	21+2	21+4	21+6		
0 min R-Ir	1.55^{B}	1.35^{B}	1.38^{B}	3.34^{a,A}	**	17.26
10 min R-Ir	0.95	1.72	1.35	0.98^{c}	NS	37.13
20 min R-Ir	1.37^{A}	0.78^{B}	1.67^{A}	0.89^{c,B}	*	14.61
30 min R-Ir	1.58	0.89	2.28	1.73^{b}	NS	42.94
F-test	NS	NS	NS	**		
C.V.	51.09	28.72	26.80	10.93		

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางที่ 1.2.36 กิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ทำการตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลนาน 0 10 20 และ 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณ 400 เกรย์ และเก็บรักษาไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน จากนั้นนำมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 4 และ 6 วัน

Treatment[2]/	PPO activity (Unit/mg protein)[1]/ Shelf life (days)[2]/				F-test	C.V.
	21	21+2	21+4	21+6		
0 min R-Ir	3.38^{B}	2.27^{C}	4.14^{b,AB}	4.33^{A}	**	8.30
10 min R-Ir	2.32	3.21	6.39^{a}	2.95	NS	40.57
20 min R-Ir	3.07	3.41	6.63^{a}	2.31	NS	34.18
30 min R-Ir	2.85^{C}	4.34^{B}	2.99^{b,C}	6.37^{A}	**	11.56
F-test	NS	NS	*	NS		
C.V.	9.50	22.97	13.44	44.93		

หมายเหตุ

[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการวางจำหน่าย

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

R-Ir = หมายถึงมะม่วงหลังจากตัดขั้วผลและปล่อยให้ยางไหลในระยะเวลาต่างๆ ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.1 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	Disease incidence of Anthracnose (%)[1/]			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	0.00	0.00	0.00	31.74
จม non-Ir	0.00	0.00	0.00	38.89
ลอย Ir	0.00	0.00	0.00	24.60
ลอย non-Ir	0.00	0.00	0.00	20.63
F-test	NS	NS	NS	NS
C.V.	-	-	-	41.08

หมายเหตุ
[1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์
NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา
Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.2 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อระดับความรุนแรงการเกิดโรคแอนแทรกโนสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	Disease severity of Anthracnose (Score) [1/]			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	0.00	0.00	0.00	1.00
จม non-Ir	0.00	0.0	2.00	1.29
ลอย Ir	0.00	0.00	0.00	1.00
ลอย non-Ir	0.00	0.00	0.00	1.00
F-test	NS	NS	NS	NS
C.V.	-	-	-	25.82

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.3 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	Disease incidence of stem end rot (%)[1/]			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	0.00	11.11	100.00	42.86
จม non-Ir	0.00	0.00	55.89	88.89
ลอย Ir	0.00	0.00	71.43	80.95
ลอย non-Ir	0.00	0.00	78.57	61.90
F-test	NS	NS	NS	NS
C.V.	-	-	65.72	46.15

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.4 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อ ระดับความรุนแรงการเกิดโรคขั้วผลเน่าของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	Disease severity of stem end rot (Score)[1/]			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	0.00	0.00	2.29	2.38
จม non-Ir	0.00	0.00	2.81	3.13
ลอย Ir	0.00	0.00	1.86	1.94
ลอย non-Ir	0.00	0.00	2.30	2.33
F-test	NS	NS	NS	NS
C.V.	-	-	54.39	52.19

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.5 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อการปรากฏของเลนติเซลสีดำของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	Black Lenticel (Score) [1/]			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	1.00	1.47[a]	2.53[a]	2.89[a]
จม non-Ir	1.00	1.06[b]	1.83[b]	2.33[b]
ลอย Ir	1.00	1.00[b]	1.70[b]	2.10[b]
ลอย non-Ir	1.00	1.00[b]	1.30[c]	1.80[b]
F-test	NS	**	**	**
C.V.	-	28.71	29.73	35.23

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.6 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	Texture Analysis [1]/			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	59.87	33.55[a]	3.20[ab]	3.05
จม non-Ir	59.87	18.59[b]	3.35[a]	2.53
ลอย Ir	58.90	35.19[a]	3.68[a]	2.85
ลอย non-Ir	58.90	15.19[b]	2.55[b]	2.32
F-test	NS	**	*	NS
C.V.	6.91	25.47	11.84	10.39

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.7 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	Total soluble solids (°Brix)[1/]			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	8.05	13.23[a]	16.47[a]	17.77
จม non-Ir	7.77	12.43[a]	13.67[a]	19.10
ลอย Ir	6.33	11.53[ab]	15.10[a]	17.70
ลอย non-Ir	7.03	10.30[b]	9.83[b]	14.97
F-test	NS	*	**	NS
C.V.	18.38	8.36	12.87	13.23

หมายเหตุ [1/] = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.8 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า L* ของปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	L*value[1/]			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	68.80	70.47	69.43[c]	70.32
จม non-Ir	68.80	71.53	71.63[b]	71.74
ลอย Ir	69.64	70.51	69.89[bc]	70.85
ลอย non-Ir	69.64	72.15	73.87[a]	69.67
F-test	NS	NS	**	NS
C.V.	2.88	1.69	1.27	2.29

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.9 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า L* ของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	L*value[1/]			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	83.23	83.45[ab]	72.91[ab]	73.28
จม non-Ir	83.23	81.92[b]	71.30[b]	74.60
ลอย Ir	81.95	83.93[a]	75.00[a]	74.80
ลอย non-Ir	81.95	82.09[b]	70.63[b]	73.29
F-test	NS	*	**	NS
C.V.	1.43	1.05	1.43	1.68

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.10 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า a* ของเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	a*value[1/]			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	-7.65	-3.86	2.72[b]	5.56[b]
จม non-Ir	-7.65	-2.91	0.00[c]	8.59[a]
ลอย Ir	-8.84	-5.45	-0.25[c]	5.11[b]
ลอย non-Ir	-8.84	-3.36	4.20[a]	9.27[a]
F-test	NS	NS	**	**
C.V.	-20.07	-38.88	22.19	13.77

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.11 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า a* ของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	a*value[1/]			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	-2.97	-1.21	4.74[a]	7.02
จม non-Ir	-2.97	-1.15	4.21[a]	6.46
ลอย Ir	-3.85	-1.70	3.03[b]	6.07
ลอย non-Ir	-3.85	-0.70	5.13[a]	7.72
F-test	NS	NS	**	NS
C.V.	-41.04	-48.47	11.77	11.33

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.12 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า b* ของเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	b*value[1/]			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	32.18	36.54[a]	43.44[a]	41.54[b]
จม non-Ir	32.18	34.86[ab]	40.27[b]	46.24[a]
ลอย Ir	30.80	32.89[b]	37.63[c]	43.81[ab]
ลอย non-Ir	30.80	35.88[a]	43.16[a]	46.01[a]
F-test	NS	*	**	**
C.V.	2.48	3.39	1.94	3.33

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.13 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า b* ของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	b*value[1/]			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	29.24[a]	37.80[b]	52.44[b]	54.12
จม non-Ir	29.24[a]	46.45[a]	51.31[b]	55.80
ลอย Ir	23.14[b]	35.75[b]	47.16[c]	54.00
ลอย non-Ir	23.14[b]	47.53[a]	54.00[a]	56.17
F-test	**	**	**	NS
C.V.	5.03	7.58	1.49	3.58

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.14 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า Hue angle ของเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	Hue angle[1/]			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	103.33	96.57	86.49[b]	82.37[a]
จม non-Ir	103.3	95.44	90.82[a]	79.49[b]
ลอย Ir	106.15	99.46	90.41[a]	83.31[a]
ลอย non-Ir	106.15	95.98	84.26[c]	78.51[b]
F-test	NS	NS	**	**
C.V.	2.38	2.54	0.70	1.62

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.15 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อค่า Hue angle ของเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	Hue angle[1/]			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	96.39	92.56	84.89[c]	82.63
จม non-Ir	96.39	91.99	88.73[a]	83.43
ลอย Ir	99.22	92.83	86.37[b]	83.57
ลอย non-Ir	99.22	91.47	84.58[c]	82.24[c]
F-test	NS	NS	**	NS
C.V.	3.12	1.45	0.69	0.81

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.16 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อกิจกรรมของเอนไซม์ POD ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	POD activity (Unit/mg protein)[1/]			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	17.29[a]	24.93[a]	15.79[c,D]	21.42[b]
จม non-Ir	11.21[c]	12.95[d]	52.93[a]	16.38[c]
ลอย Ir	12.61[b]	14.01[b]	41.83[b]	57.96[a]
ลอย non-Ir	11.64[c]	13.64[c]	11.26	10.46[d]
F-test	**	**	**	**
C.V.	2.15	1.19	1.22	1.55

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.17 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	PPO activity (Unit/mg protein)[1/]			
	13°C (days)		25°C (days)	
	initial	5	21	21+2
จม Ir	24.76[d]	17.81[d]	12.49[c]	23.02[a]
จม non-Ir	34.86[c]	22.61[c]	13.46[a]	22.90[b]
ลอย Ir	36.39[b]	41.58[b]	22.00[b]	11.14[c]
ลอย non-Ir	60.26[a]	68.48[a]	4.58[d]	5.45[d]
F-test	**	**	**	**
C.V.	0.46	0.57	1.10	1.51

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 1.3.18 ผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏภายนอก สีเปลือก สีเนื้อ กลิ่น กลิ่นผิดปกติ ความอ่อนนิ่ม รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความสุกแก่ 2 ระดับ คือ มะม่วงที่จมและที่ลอยเหนือน้ำเกลือความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 21 วัน และย้ายมาวางไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน

Treatment	Appearance	Peel color	Pulp color	Flavor	Off-flavor	Softening	Taste	Overall
	Score[/1]							
	Stored at 21 days and transferred to 25ºC for 2 days							
จม Ir	7.57[b]	7.86[a]	7.00	7.14	3.59	5.71	7.57[ab]	7.71
จม non-Ir	8.57[a]	8.29[a]	7.00	7.43	2.26	4.57	8.57[a]	7.14
ลอย Ir	7.00[b]	3.14[b]	6.29	6.71	2.21	5.86	6.00[c]	6.43
ลอย non-Ir	7.29[b]	8.29[a]	7.71	6.86	3.19	6.71	7.00[bc]	7.43
F-test	**	**	NS	NS	NS	NS	**	NS
C.V.	8.84	15.27	15.66	16.63	62.80	26.11	16.20	16.51

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

Non-Ir = หมายถึงมะม่วงที่ไม่ได้ฉายรังสีแกมมา

Ir = หมายถึงมะม่วงฉายรังสีแกมมา

ตารางภาคผนวกที่ 2.1.1 ค่า L* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	L* value of peel				
	Days of storage				
	0	7	14	21	28
Irradiation					
Irradiation	63.46	64.99	68.85[a]	68.04[b]	69.72[b]
Non-Irradiation	62.48	64.51	66.33[b]	71.39[a]	72.50[a]
F-test	NS	NS	**	**	*
Temperature					
45°C	64.05	65.38[a]	67.79	70.10	71.46
50°C	61.90	64.12[b]	67.39	69.33	70.76
F-test	NS	*	NS	NS	NS
Duration					
5 min	63.64	65.43[a]	68.36[a]	70.18[a]	71.64[a]
10 min	62.31	64.08[b]	66.81[b]	69.25[b]	70.58[b]
F-test	NS	*	*	*	*
Irradiation × 45°C × 5 min	65.15	66.60	68.26[abc]	69.73[bc]	70.41[bcd]
Irradiation × 45°C × 10 min	63.28	64.70	66.03[cd]	67.23[d]	68.91[cd]
Irradiation × 50°C × 5 min	63.02	64.21	65.67[d]	68.15[cd]	70.84[bc]
Irradiation × 50°C × 10 min	62.40	64.46	65.36[d]	67.06[d]	68.72[d]
Non-Irradiation × 45°C × 5 min	65.33	66.27	69.83[a]	71.50[ab]	73.44[a]
Non-Irradiation × 45°C × 10 min	62.44	63.97	67.02[bc]	71.96[a]	73.10[a]
Non-Irradiation × 50°C × 5 min	61.08	64.62	69.70[a]	71.33[ab]	71.88[ab]
Non-Irradiation × 50°C × 10 min	61.11	63.21	68.84[ab]	70.77[ab]	71.60[ab]
F-test	NS	NS	**	**	**
C.V. (%)	4.46	3.88	3.86	2.94	2.89

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.1.2 ค่า a* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	a* value of peel				
	Days of storage				
	0	7	14	21	28
Irradiation					
Irradiation	-14.55	-12.15^{a}	-9.89	-7.10^{b}	-2.31^{b}
Non-Irradiation	-15.12	-13.23^{b}	-9.54	-2.29^{a}	2.93^{a}
F-test	NS	**	NS	**	**
Temperature					
45°C	-14.42	-12.67	-9.70	-5.36^{b}	0.19
50°C	-15.26	-13.21	-8.73	-4.03^{a}	0.42
F-test	NS	NS	NS	**	NS
Duration					
5 min	-14.82	-12.99	-9.21^{a}	-4.93	0.64
10 min	-14.86	-12.88	-10.22^{b}	-4.46	-0.01
F-test	NS	NS	*	NS	NS
Irradiation × 45°C × 5 min	-14.04	-11.96^{ab}	-8.10^{a}	-7.17^{bc}	-0.81^{b}
Irradiation × 45°C × 10 min	-14.82	-11.57^{a}	-11.01^{b}	-7.64^{c}	-3.59^{c}
Irradiation × 50°C × 5 min	-15.23	-12.29^{abc}	-10.43^{b}	-6.52^{bc}	-2.74^{c}
Irradiation × 50°C × 10 min	-14.14	-12.77^{abcd}	-10.03^{ab}	-7.10^{bc}	-2.13^{bc}
Non-Irradiation × 45°C × 5 min	-14.02	-13.36^{bcd}	-9.98^{ab}	-5.50^{b}	2.44^{a}
Non-Irradiation × 45°C × 10 min	-14.83	-13.78^{cd}	-9.72^{ab}	-1.13^{a}	2.71^{a}
Non-Irradiation × 50°C × 5 min	-15.99	-14.38^{d}	-8.31^{ab}	-0.53^{a}	3.66^{a}
Non-Irradiation × 50°C × 10 min	-15.67	-13.40^{bcd}	-10.15^{ab}	-1.99^{a}	2.90^{a}
F-test	NS	**	*	**	**
C.V. (%)	7.39	12.59	21.42	41.89	648.17

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.1.3 ค่า b* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	b* value of peel				
	Days of storage				
	0	7	14	21	28
Irradiation					
Irradiation	33.79	35.88[a]	39.62	42.51[b]	44.01[b]
Non-Irradiation	33.84	34.82[b]	39.01	44.13[a]	45.81[a]
F-test	NS	**	NS	**	**
Temperature					
45°C	33.74	35.08	38.29[b]	42.88	45.58[a]
50°C	33.89	35.64	40.25[a]	43.67	44.14
F-test	NS	NS	**	NS	**
Duration					
5 min	33.57	35.28	39.27	42.88[b]	44.47
10 min	34.06	35.43	39.34	43.74[a]	45.28
F-test	NS	NS	NS	*	NS
Irradiation × 45°C × 5 min	33.50	35.47[b]	39.65	41.83[c]	43.06
Irradiation × 45°C × 10 min	34.14	35.10[bc]	38.45	42.59[bc]	43.62
Irradiation × 50°C × 5 min	33.33	36.88[a]	39.34	42.31[bc]	44.09
Irradiation × 50°C × 10 min	34.22	36.06[ab]	41.07	43.18[bc]	45.26
Non-Irradiation × 45°C × 5 min	33.54	34.73[bc]	38.11	43.19[bc]	44.06
Non-Irradiation × 45°C × 10 min	33.81	35.00[bc]	37.35	44.05[ab]	46.53
Non-Irradiation × 50°C × 5 min	33.91	34.04[c]	40.11	44.11[ab]	46.86
Non-Irradiation × 50°C × 10 min	34.10	35.57[ab]	40.48	45.13[a]	46.15
F-test	NS	**	NS	**	NS
C.V. (%)	1.83	3.94	3.72	3.99	4.05

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.1.4 ค่า Hue angle ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	Hue angle of peel				
	Days of storage				
	0	7	14	21	28
Irradiation					
Irradiation	111.82	108.72[b]	101.94[b]	99.82[a]	93.04[a]
Non-Irradiation	112.36	112.52[a]	103.78[a]	92.90[b]	85.89[b]
F-test	NS	*	**	**	*
Temperature					
45°C	111.61	110.39	102.08[b]	97.77[a]	89.46
50°C	112.58	110.85	103.64[a]	94.94[b]	89.47
F-test	NS	NS	*	**	NS
Duration					
5 min	111.72	110.57	100.99[b]	97.24[a]	89.19
10 min	112.46	110.67	104.73[a]	95.48[b]	89.74
F-test	NS	NS	**	**	NS
Irradiation × 45°C × 5 min	110.07	108.86[b]	103.28[ab]	101.33[a]	91.05[b]
Irradiation × 45°C × 10 min	112.82	108.18[b]	106.36[a]	99.97[ab]	94.76[a]
Irradiation × 50°C × 5 min	112.35	108.35[b]	104.80[ab]	98.61[b]	93.67[ab]
Irradiation × 50°C × 10 min	112.06	109.47[b]	104.01[ab]	99.36[ab]	92.69[ab]
Non-Irradiation × 45°C × 5 min	111.05	112.17[a]	104.84[ab]	98.34[b]	86.80[c]
Non-Irradiation × 45°C × 10 min	112.50	112.35[a]	104.55[ab]	91.46[c]	85.22[c]
Non-Irradiation × 50°C × 5 min	113.43	112.89[a]	101.76[b]	90.68[c]	85.26[c]
Non-Irradiation × 50°C × 10 min	112.48	112.69[a]	103.98[ab]	91.13[c]	86.27[c]
F-test	NS	**	**	**	**
C.V. (%)	1.40	2.33	2.78	2.80	3.24

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.1.5 ค่า L* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	L* value of pulp				
	Days of storage				
	0	**7**	**14**	**21**	**28**
Irradiation					
Irradiation	84.40	82.40	80.79[a]	76.21	66.73[b]
Non-Irradiation	83.76	81.96	78.57[b]	75.29	64.54[b]
F-test	NS	NS	**	NS	**
Temperature					
45°C	83.38	82.09	79.36	75.96	67.05[a]
50°C	83.78	82.27	79.99	75.54	64.22[b]
F-test	NS	NS	NS	NS	**
Duration					
5 min	83.40	81.95	79.91	76.16	65.62
10 min	83.76	82.41	79.44	75.34	65.65
F-test	NS	NS	NS	NS	NS
Irradiation × 45°C × 5 min	83.47	82.83	80.84[a]	77.82[a]	68.36[a]
Irradiation × 45°C × 10 min	83.55	82.40	81.48[a]	75.67[bc]	67.50[ab]
Irradiation × 50°C × 5 min	82.61	81.95	79.93[ab]	75.11[bc]	65.83[abc]
Irradiation × 50°C × 10 min	83.98	82.44	80.90[a]	76.25[ab]	65.23[bc]
Non-Irradiation × 45°C × 5 min	83.32	80.20	79.99[ab]	76.61[ab]	66.17[abc]
Non-Irradiation × 45°C × 10 min	83.21	82.96	75.14[c]	73.75[c]	66.19[abc]
Non-Irradiation × 50°C × 5 min	84.22	82.83	78.87[b]	75.10[bc]	62.14[d]
Non-Irradiation × 50°C × 10 min	84.32	81.84	80.26[ab]	75.69[bc]	63.69[cd]
F-test	NS	NS	**	**	**
C.V. (%)	1.00	2.67	2.23	2.78	4.25

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.1.6 ค่า a* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	a* value of pulp				
	Days of storage				
	0	7	14	21	28
Irradiation					
Irradiation	-6.89	-5.31	-2.38[a]	1.43	5.01[b]
Non-Irradiation	-6.27	-5.30	-2.97[b]	1.89	5.58[a]
F-test	NS	NS	**	NS	*
Temperature					
45°C	-6.91	-4.97	-3.27[b]	-1.09[a]	4.75[b]
50°C	-6.87	-5.66	-2.08[a]	-2.23[b]	5.85[a]
F-test	NS	NS	**	**	**
Duration					
5 min	-6.87	-5.09	-2.48	1.46	5.29
10 min	-6.30	-5.50	-2.87	1.86	5.31
F-test	NS	NS	NS	NS	NS
Irradiation × 45°C × 5 min	-7.10	-4.14	-2.44[ab]	0.28[d]	4.60[b]
Irradiation × 45°C × 10 min	-7.15	-5.67	-2.52[ab]	1.52[abc]	4.32[b]
Irradiation × 50°C × 5 min	-8.15	-6.29	-2.46[ab]	1.96[abc]	5.21[ab]
Irradiation × 50°C × 10 min	-5.20	-6.03	-2.11[a]	1.96[abc]	5.96[a]
Non-Irradiation × 45°C × 5 min	-6.39	-5.68	-3.24[b]	1.18[cd]	5.27[ab]
Non-Irradiation × 45°C × 10 min	-7.03	-4.38	-4.90[c]	1.38[bc]	4.82[b]
Non-Irradiation × 50°C × 5 min	-5.84	-5.91	-1.80[a]	2.40[ab]	6.08[a]
Non-Irradiation × 50°C × 10 min	-6.84	-5.25	-1.96[a]	2.60[a]	6.15[a]
F-test	NS	NS	**	**	**
C.V. (%)	14.42	38.76	35.87	69.78	20.53

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.1.7 ค่า b* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	b* value of pulp				
	Days of storage				
	0	7	14	21	28
Irradiation					
Irradiation	24.31	28.47	38.06[b]	44.28[b]	45.71[b]
Non-Irradiation	24.21	27.11	41.99[a]	46.05[a]	47.62[a]
F-test	NS	NS	**	**	**
Temperature					
45°C	24.15	26.86	37.92[b]	44.16[b]	46.18
50°C	24.37	28.76	42.15[a]	45.94[a]	47.23
F-test	NS	NS	**	*	NS
Duration					
5 min	23.86	27.19	40.16	45.43	46.86
10 min	24.66	28.37	39.62	44.79	46.55
F-test	NS	NS	NS	NS	NS
Irradiation × 45°C × 5 min	25.39	26.27	35.00[d]	43.94	45.51[b]
Irradiation × 45°C × 10 min	23.09	29.49	36.45[cd]	43.72	45.35[b]
Irradiation × 50°C × 5 min	21.98	28.78	41.47[ab]	45.64	46.83[ab]
Irradiation × 50°C × 10 min	26.78	28.99	39.30[bc]	44.22	45.51[b]
Non-Irradiation × 45°C × 5 min	23.76	26.54	39.65[bc]	45.10	46.76[ab]
Non-Irradiation × 45°C × 10 min	24.36	24.89	40.58[bc]	45.15	47.18[ab]
Non-Irradiation × 50°C × 5 min	24.32	27.01	45.61[a]	47.54	48.31[a]
Non-Irradiation × 50°C × 10 min	24.42	29.75	43.25[ab]	47.02	48.16[a]
F-test	NS	NS	**	NS	*
C.V. (%)	9.89	11.54	10.95	6.09	5.19

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.1.8 ค่า Hue angle ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	Hue angle value of pulp				
	Days of storage				
	0	7	14	21	28
Irradiation					
Irradiation	106.20	101.08^{b}	93.70^{b}	88.23	83.26^{a}
Non-Irradiation	105.28	103.37^{a}	94.461^{a}	87.84	82.54^{b}
F-test	NS	**	**	NS	*
Temperature					
45°C	105.82	101.32^{b}	95.27^{a}	88.71^{a}	83.54^{a}
50°C	105.66	103.14^{a}	92.89^{b}	87..35^{b}	82.87^{b}
F-test	NS	**	**	**	**
Duration					
5 min	105.78	102.45	93.69^{b}	88.30	82.87
10 min	105.71	102.01	95.42^{a}	87.76	82.92
F-test	NS	NS	**	NS	NS
Irradiation × 45°C × 5 min	105.64	99.47^{e}	94.03^{bc}	89.70^{a}	84.23^{a}
Irradiation × 45°C × 10 min	106.19	100.83^{cde}	94.08^{bc}	88.06^{bcd}	83.70^{ab}
Irradiation × 50°C × 5 min	107.45	102.30^{bcd}	93.49^{bcd}	87.60^{bcd}	82.73^{bc}
Irradiation × 50°C × 10 min	105.54	101.73^{cde}	93.20^{cd}	87.57^{bcd}	82.36^{bc}
Non-Irradiation × 45°C × 5 min	105.05	104.64^{ab}	94.93^{b}	88.67^{ab}	82.70^{bc}
Non-Irradiation × 45°C × 10 min	106.42	100.33^{de}	98.04^{a}	88.43^{abc}	83.51^{ab}
Non-Irradiation × 50°C × 5 min	104.96	103.39^{abc}	92.30^{d}	87.25^{cd}	81.85^{c}
Non-Irradiation × 50°C × 10 min	104.69	105.14^{a}	92.56^{cd}	87.00^{d}	82.11^{c}
F-test	NS	**	**	**	**
C.V. (%)	1.24	2.66	1.72	1.54	1.67

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.1.9 อัตราการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	Weight loss (% per fruit)				
	Days of storage				
	0	7	14	21	28
Irradiation					
Irradiation	0.00	2.16[a]	3.86[a]	5.66	8.04
Non-Irradiation	0.00	1.76[b]	3.48[b]	5.84	8.08
F-test	-	*	*	NS	NS
Temperature					
45°C	0.00	2.04	3.84[a]	5.89	8.41[a]
50°C	0.00	1.88	3.51[b]	5.61	7.64[b]
F-test	-	NS	*	NS	*
Duration					
5 min	0.00	1.89	3.60	5.70	7.85
10 min	0.00	2.04	3.75	5.81	8.27
F-test	-	NS	NS	NS	NS
Irradiation × 45°C × 5 min	0.00	2.36[a]	4.35[a]	5.99	8.43
Irradiation × 45°C × 10 min	0.00	2.34[a]	4.01[ab]	6.03	8.78
Irradiation × 50°C × 5 min	0.00	1.93[ab]	3.16[d]	5.10	7.42
Irradiation × 50°C × 10 min	0.00	2.02[ab]	3.94[abc]	5.47	7.68
Non-Irradiation × 45°C × 5 min	0.00	1.46[b]	3.56[bcd]	5.73	7.82
Non-Irradiation × 45°C × 10 min	0.00	2.03[ab]	3.43[bcd]	5.85	8.54
Non-Irradiation × 50°C × 5 min	0.00	1.83[ab]	3.32[cd]	5.96	7.94
Non-Irradiation × 50°C × 10 min	0.00	1.77[ab]	3.60[bcd]	5.85	8.30
F-test	-	*	**	NS	NS
C.V. (%)	-	45.76	24.07	17.34	14.48

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.1.10 ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	Firmness (N)				
	Days of storage				
	0	7	14	21	28
Irradiation					
Irradiation	66.70	50.86	5.73	4.47[a]	2.21[a]
Non-Irradiation	66.33	56.38	6.34	3.99[b]	1.84[b]
F-test	NS	NS	NS	*	**
Temperature					
45°C	66.52	54.27	6.42	4.57[a]	2.17[a]
50°C	66.51	52.97	5.66	3.90[b]	1.88[b]
F-test	NS	NS	NS	**	**
Duration					
5 min	67.01	57.28	6.58	4.28	2.05
10 min	66.03	49.56	5.49	4.19	2.01
F-test	NS	NS	NS	NS	NS
Irradiation × 45°C × 5 min	66.33	48.46	6.10	5.33[a]	2.55[a]
Irradiation × 45°C × 10 min	70.73	49.91	5.75	4.53[b]	2.14[b]
Irradiation × 50°C × 5 min	59.42	54.25	5.98	3.94[b]	1.96[bc]
Irradiation × 50°C × 10 min	70.36	50.80	5.12	4.10[b]	2.19[ab]
Non-Irradiation × 45°C × 5 min	68.40	69.36	8.49	3.96[b]	2.09[b]
Non-Irradiation × 45°C × 10 min	60.65	49.36	5.36	4.45[b]	1.91[bc]
Non-Irradiation × 50°C × 5 min	73.90	57.06	5.79	3.88[b]	1.59[c]
Non-Irradiation × 50°C × 10 min	62.39	49.76	5.75	3.67[b]	1.78[bc]
F-test	NS	NS	NS	**	**
C.V. (%)	12.74	34.52	53.69	20.18	21.26

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.1.11 อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	TSS/TA Ratio				
	Days of storage				
	0	7	14	21	28
Irradiation					
Irradiation	2.94	6.26	8.67	36.83	74.66
Non-Irradiation	2.94	6.26	8.67	37.80	74.66
F-test	NS	NS	NS	NS	NS
Temperature					
45°C	2.80	5.05	9.06	34.97	74.37
50°C	3.09	7.57	8.28	39.00	75.00
F-test	NS	**	NS	NS	NS
Duration					
5 min	3.12	6.73	8.02	35.40	75.29
10 min	2.77	5.82	9.01	39.34	74.33
F-test	NS	NS	NS	NS	NS
Irradiation × 45°C × 5 min	4.27	7.46[c]	18.47	54.06	69.44
Irradiation × 45°C × 10 min	5.85	7.57[c]	26.60	60.64	79.53
Irradiation × 50°C × 5 min	4.27	7.46[a]	18.47	54.06	69.44
Irradiation × 50°C × 10 min	5.85	7.57[b]	26.60	60.64	79.53
Non-Irradiation × 45°C × 5 min	4.71	6.43[c]	20.39	62.04	79.30
Non-Irradiation × 45°C × 10 min	6.98	8.35[c]	21.80	50.08	70.47
Non-Irradiation × 50°C × 5 min	4.71	6.43[a]	24.08	61.61	79.30
Non-Irradiation × 50°C × 10 min	6.98	8.35[b]	21.80	50.08	70.47
F-test	NS	**	NS	NS	NS
C.V. (%)	11.06	10.83	30.14	28.90	18.04

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.1.12 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	Disease incidence (%)				
	Days of storage				
	0	7	14	21	28
Irradiation					
Irradiation	0.00	6.75^{b}	15.45^{b}	22.92^{b}	31.27^{b}
Non-Irradiation	0.00	9.87^{a}	28.14^{a}	41.57^{a}	60.27^{a}
F-test	-	*	**	**	**
Temperature					
45°C	0.00	9.38	21.11	33.02	46.66
50°C	0.00	7.24	22.48	31.47	45.50
F-test	-	NS	NS	NS	NS
Duration					
5 min	0.00	8.17	23.04	30.54	43.01
10 min	0.00	8.45	20.55	33.95	48.85
F-test	-	NS	NS	NS	NS
Irradiation × 45°C × 5 min	0.00	11.13^{ab}	16.60	22.16^{de}	29.58^{bc}
Irradiation × 45°C × 10 min	0.00	5.79^{bc}	13.43	29.36^{bcd}	39.30^{b}
Irradiation × 50°C × 5 min	0.00	1.52^{c}	11.05	12.57^{e}	20.59^{c}
Irradiation × 50°C × 10 min	0.00	5.26^{ab}	15.79	21.05^{cd}	36.84^{b}
Non-Irradiation × 45°C × 5 min	0.00	13.29^{a}	32.14	41.50^{ab}	58.50^{a}
Non-Irradiation × 45°C × 10 min	0.00	7.32^{abc}	22.28	39.08^{abc}	59.28^{a}
Non-Irradiation × 50°C × 5 min	0.00	6.75^{bc}	32.37	45.96^{a}	64.56^{a}
Non-Irradiation × 50°C × 10 min	0.00	12.11^{ab}	25.79	39.74^{abc}	58.77^{a}
F-test	-	**	NS	**	**
C.V. (%)	-	39.64	40.10	21.50	16.37

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.1.13 ลักษณะปรากฏของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	Appearance (score)	
	Days of storage	
	14	21
Irradiation		
Irradiation	4.9[b]	6.5
Non-Irradiation	5.6[a]	6.8
F-test	**	NS
Temperature		
45°C	5.6[a]	6.9
50°C	4.9[b]	6.4
F-test	**	NS
Duration		
5 min	5.4	6.7
10 min	5.1	6.5
F-test	NS	NS
Irradiation × 45°C × 5 min	5.7[b]	7.0
Irradiation × 45°C × 10 min	5.0[bcd]	6.5
Irradiation × 50°C × 5 min	4.3[d]	6.3
Irradiation × 50°C × 10 min	4.6[cd]	6.0
Non-Irradiation × 45°C × 5 min	6.2[a]	7.0
Non-Irradiation × 45°C × 10 min	5.7[b]	7.0
Non-Irradiation × 50°C × 5 min	5.5[abc]	6.5
Non-Irradiation × 50°C × 10 min	5.2[cd]	6.7
F-test	**	NS
C.V. (%)	14.23	9.45

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.1.14 เนื้อสัมผัสของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	Softening (score)	
	Days of storage	
	14	21
Irradiation		
Irradiation	1.5	3.5
Non-Irradiation	1.4	3.3
F-test	NS	NS
Temperature		
45°C	1.4	3.3
50°C	1.5	3.4
F-test	NS	NS
Duration		
5 min	1.3	3.2
10 min	1.5	3.6
F-test	NS	NS
Irradiation × 45°C × 5 min	1.3	3.5
Irradiation × 45°C × 10 min	1.5	3.5
Irradiation × 50°C × 5 min	1.3	3.2
Irradiation × 50°C × 10 min	1.7	3.8
Non-Irradiation × 45°C × 5 min	1.3	3.0
Non-Irradiation × 45°C × 10 min	1.3	3.3
Non-Irradiation × 50°C × 5 min	1.5	3.0
Non-Irradiation × 50°C × 10 min	1.3	3.7
F-test	NS	NS
C.V. (%)	39.91	18.34

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 2.1.15 รสชาติของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	Taste (score)	
	Days of storage	
	14	21
Irradiation		
Irradiation	2.8	5.5
Non-Irradiation	2.3	5.3
F-test	NS	NS
Temperature		
45°C	2.0	5.3
50°C	2.2	5.5
F-test	NS	NS
Duration		
5 min	2.2	5.3
10 min	2.2	5.5
F-test	NS	NS
Irradiation × 45°C × 5 min	1.7	5.5
Irradiation × 45°C × 10 min	1.8	5.7
Irradiation × 50°C × 5 min	2.2	5.2
Irradiation × 50°C × 10 min	2.7	5.5
Non-Irradiation × 45°C × 5 min	2.7	5.2
Non-Irradiation × 45°C × 10 min	1.8	5.0
Non-Irradiation × 50°C × 5 min	2.3	5.5
Non-Irradiation × 50°C × 10 min	2.3	6.0
F-test	NS	NS
C.V. (%)	36.26	11.28

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 2.1.16 ความชอบโดยรวมของผู้บริโภคของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 45 และ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมาเปรียบเทียบกับที่ไม่ฉายรังสี แล้วนำไปเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	Consumer acceptance (score)	
	Days of storage	
	14	21
Irradiation		
Irradiation	4.1	6.4
Non-Irradiation	4.0	6.5
F-test	NS	NS
Temperature		
45°C	3.9[b]	6.3
50°C	4.1[a]	6.5
F-test	*	NS
Duration		
5 min	4.3	6.5
10 min	3.8	6.4
F-test	NS	NS
Irradiation × 45°C × 5 min	3.8[bcd]	6.5
Irradiation × 45°C × 10 min	4.3[abc]	6.5
Irradiation × 50°C × 5 min	4.2[a]	5.2
Irradiation × 50°C × 10 min	3.3[d]	6.5
Non-Irradiation × 45°C × 5 min	4.0[abcd]	6.3
Non-Irradiation × 45°C × 10 min	3.5[cd]	5.8
Non-Irradiation × 50°C × 5 min	4.5[ab]	6.7
Non-Irradiation × 50°C × 10 min	3.8[bcd]	6.7
F-test	*	NS
C.V. (%)	17.66	11.56

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.2.1 ค่า L* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	L* value of peel				
	Days of storage				
	Before Irradiation	7	14	21	28
Control	69.67	71.01[a]	72.69[a]	72.58[a]	71.90[a]
H + Active	69.67	68.35[b]	69.15[b]	69.38[b]	68.01[b]
H + 1-MCP	69.67	71.23[a]	72.82[a]	72.03[a]	73.00[a]
1-MCP + H	69.67	70.42[a]	72.36[a]	72.41[a]	72.04[a]
F-test	NS	**	**	**	**
C.V. (%)	2.33	2.88	2.16	2.18	2.81

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.2.2 ค่า a* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	a* value of peel				
	Days of storage				
	Before Irradiation	7	14	21	28
Control	-9.23	-4.67[a]	-0.45[a]	2.40[a]	4.86[a]
H + Active	-9.23	-8.05[c]	-6.62[b]	-6.43[b]	-3.65[c]
H + 1-MCP	-9.23	-4.98[ab]	0.03[a]	3.34[a]	3.58[ab]
1-MCP + H	-9.23	-6.02[b]	-0.68[a]	3.59[a]	2.32[b]
F-test	NS	**	**	**	**
C.V. (%)	16.10	28.38	98.88	265.14	112.07

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.2.3 ค่า b* ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	b* value of peel				
	Days of storage				
	Before Irradiation	7	14	21	28
Control	30.87	31.58[a]	36.33[a]	39.92[a]	40.55[a]
H + Active	30.87	29.66[b]	31.70[b]	33.53[b]	37.14[b]
H + 1-MCP	30.87	31.46[a]	36.99[a]	41.30[a]	41.17[a]
1-MCP + H	30.87	32.29[a]	37.53[a]	40.02[a]	40.84[a]
F-test	NS	**	**	**	**
C.V. (%)	3.05	5.83	5.20	5.28	4.59

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.2.4 ค่า Hue angle ของสีเปลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	Hue angle of peel				
	Days of storage				
	Before Irradiation	7	14	21	28
Control	106.61	98.43[b]	90.75[b]	86.54[b]	83.16[c]
H + Active	106.61	105.19[a]	101.84[a]	100.91[a]	95.67[a]
H + 1-MCP	106.61	99.00[b]	89.98[b]	85.38[b]	85.04[bc]
1-MCP + H	106.61	100.58[b]	91.15[b]	84.94[b]	86.81[b]
F-test	NS	**	**	**	**
C.V. (%)	2.29	3.05	3.34	3.28	4.02

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.2.5 ค่า L* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	L* value of pulp				
	Days of storage				
	Before Irradiation	7	14	21	28
Control	82.47	82.74[b]	79.02[b]	77.81[b]	75.32[a]
H + Active	82.47	84.56[a]	81.84[a]	79.51[a]	64.61[c]
H + 1-MCP	82.47	83.79[a]	79.55[b]	77.34[bc]	75.23[a]
1-MCP + H	82.47	83.85[a]	80.18[b]	76.20[c]	72.06[b]
F-test	NS	**	**	**	**
C.V. (%)	2.29	1.70	2.74	2.20	3.29

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.2.6 ค่า a* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	a* value of pulp				
	Days of storage				
	Before Irradiation	7	14	21	28
Control	-6.46	-1.02[a]	2.07[a]	5.10[a]	5.49
H + Active	-6.46	-3.07[b]	-2.28[c]	-0.65[b]	4.39
H + 1-MCP	-6.46	-1.36[a]	2.32[a]	5.54[a]	5.62
1-MCP + H	-6.46	-1.50[a]	1.03[b]	5.13[a]	5.72
F-test	NS	**	**	**	NS
C.V. (%)	21.23	63.64	164.58	33.06	26.68

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.2.7 ค่า b* ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	b* value of pulp				
	Days of storage				
	Before Irradiation	7	14	21	28
Control	25.92	36.18[a]	50.24[a]	54.25[a]	53.49[ab]
H + Active	25.92	30.42[b]	39.12[b]	43.67[b]	41.14[c]
H + 1-MCP	25.92	35.37[a]	50.90[a]	54.89[a]	54.83[a]
1-MCP + H	25.92	35.82[a]	49.68[a]	52.84[a]	52.34[b]
F-test	NS	*	**	**	**
C.V. (%)	10.73	16.57	7.53	5.39	5.15

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.2.8 ค่า Hue angle ของสีเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	Hue angle of pulp				
	Days of storage				
	Before Irradiation	7	14	21	28
Control	103.88	91.66[b]	87.70[bc]	84.66[b]	84.16
H + Active	103.88	96.02[a]	93.54[a]	90.96[a]	83.81
H + 1-MCP	103.88	91.60[b]	87.43[c]	84.24[b]	84.20
1-MCP + H	103.88	92.55[b]	88.84[b]	84.50[b]	83.78
F-test	NS	**	**	**	NS
C.V. (%)	1.45	1.63	1.93	1.57	2.04

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.2.9 ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	Firmness (N)				
	Days of storage				
	Before Irradiation	7	14	21	28
Control	77.75	21.38	4.85	5.00	1.79
H + Active	77.75	16.97	5.19	5.05	1.44
H + 1-MCP	77.75	21.27	4.19	5.22	1.74
1-MCP + H	77.75	24.47	5.43	4.71	1.75
F-test	NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	24.45	56.41	52.22	22.43	23.44

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 2.2.10 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	Total soluble solids (°Brix)				
	Days of storage				
	Before Irradiation	7	14	21	28
Control	10.4	11.1	14.6[a]	15.1	13.2[a]
H + Active	10.4	12.1	12.1[bc]	14.8	11.0[bc]
H + 1-MCP	10.4	11.5	13.2[b]	14.5	11.6[b]
1-MCP + H	10.4	11.8	11.2[c]	14.0	10.6[c]
F-test	NS	NS	**	NS	**
C.V. (%)	4.23	16.47	12.06	8.87	10.55

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.2.11 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	Titratable acidity (% citric acid)				
	Days of storage				
	Before Irradiation	7	14	21	28
Control	1.9	0.9	0.4[b]	0.2[b]	0.3
H + Active	1.9	1.0	1.1[a]	0.6[a]	0.2
H + 1-MCP	1.9	1.0	0.4[b]	0.2[a]	0.1
1-MCP + H	1.9	0.9	0.3[b]	0.2[a]	0.2
F-test	NS	NS	**	**	NS
C.V. (%)	8.18	16.08	16.35	9.36	31.43

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.2.12 อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	TSS/TA (%)				
	Days of storage				
	Before Irradiation	7	14	21	28
Control	5.59	12.45	32.67[a]	88.96[a]	52.08
H + Active	5.59	11.99	11.40[b]	23.15[c]	50.86
H + 1-MCP	5.59	11.76	37.70[a]	85.28[ab]	78.07
1-MCP + H	5.59	12.75	33.39[a]	77.60[b]	57.22
F-test	NS	NS	**	**	NS
C.V. (%)	9.47	14.88	14.87	8.39	29.11

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.2.13 อัตราการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	Weight loss (% per box)				
	Days of storage				
	Before Irradiation	7	14	21	28
Control	0.00	2.27[a]	3.59[a]	4.98[a]	6.33[a]
H + Active	0.00	0.12[c]	0.45[b]	0.62[b]	0.87[b]
H + 1-MCP	0.00	1.91[b]	3.43[a]	4.75[a]	6.16[a]
1-MCP + H	0.00	2.23[a]	3.60[a]	4.88[a]	6.20[a]
F-test	-	**	**	**	**
C.V. (%)	-	8.70	10.23	15.61	17.49

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่ปรากฏอยู่ในแต่ละคอลัมน์แตกต่างกัน หมายถึงข้อมูลดังกล่าวมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางภาคผนวกที่ 2.2.14 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ผ่านการทำ heat treatment อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (H) ร่วมกับการใช้ถุง active หรือการรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppm เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้ทำ heat treatment (control) จากนั้นนำไปฉายรังสีแกมมา แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

Treatment	Disease incidence (%)				
	Days of storage				
	Before Irradiation	7	14	21	28
Control	0.00	0.00	3.51	26.18	48.25
H + Active	0.00	0.00	16.28	24.04	73.10
H + 1-MCP	0.00	1.75	12.21	28.56	39.69
1-MCP + H	0.00	0.00	1.85	30.51	55.56
F-test	-	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)	-	346.41	95.84	22.95	26.87

หมายเหตุ NS คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 3.1.1 การผลิตเอทิลีนของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน

Treatment[1/]	Ethylene production (µl C_2H_4/Kg.hr)[2/]								
	Days in storage								
	Day 0	Day 5	Day 10	Day 15	Day 20	Day 30	Day 35	F-test	C.V. (%)
Irradiated	[a]0.572^{AB}	0.051^{CD}	0.00^{D}	0.251^{BCD}	0.146^{CD}	0.368^{BC}	0.773^{A}	*	58.89
Non irradiated	[b]0.00^{C}	0.00^{C}	0.00^{C}	0.355^{BC}	0.369^{BC}	0.752^{AB}	1.11^{A}	*	83.48
T-test	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS		\
C.V. (%)	11.05	162.47	-	35.06	73.10	47.23	60.91		

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษา

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางภาคผนวกที่ 3.1.2 ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน

Treatment[1/]	Firmness (Newtons)[2/]							
	Days in storage							
	Day 0	Day 5	Day 10	Day 15	Day 20	Day 30	F-test	C.V. (%)
Irradiated	50.066^{B}	58.002^{A}	54.278^{AB}	$^{b}33.178^{C}$	$^{a}7.984^{D}$	3.036^{D}	**	12.03
Non irradiated	53.282^{AB}	51.23B	57.466^{A}	$^{a}49.066^{B}$	$^{b}5.588^{C}$	2.564^{C}	**	11.60
T-test	NS	NS	NS	**	*	NS		\
C.V. (%)	12.86	10.23	4.91	11.11	17.19	15.89		

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษา

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางภาคผนวกที่ 3.1.3 ค่า L Hunter scales ของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน

Treatment	L values[2/]							
	Days in storage							
	Day 0	Day 5	Day 10	Day 15	Day 25	Day 35	F-test	C.V. (%)
Flesh[1/]								
Irradiated	77.988^{AB}	78.046^{AB}	75.946^{B}	80.194^{A}	72.822^{C}	68.014^{D}	**	2.97
Non irradiated	78.024^{AB}	75.514^{B}	75.794^{B}	78.852^{A}	71.180^{C}	69.774^{C}	**	2.51
T-test	NS	NS	NS	NS	NS	NS		\
C.V. (%)	2.09	2.55	3.11	2.24	3.92	2.29		
Peel[1/]								
Irradiated	55.346	55.796	54.756	56.772	^{b}57.836	^{b}58.696	NS	5.38
Non irradiated	55.654^{C}	56.374^{C}	54.840^{C}	58.312^{C}	^{a}92.99^{A}	^{a}65.130^{B}	**	4.68
T-test	NS	NS	NS	NS	**	**		\
C.V. (%)	4.53	6.53	6.75	5.24	3.99	2.83		

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษา

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางภาคผนวกที่ 3.1.4 ค่า hue angles ของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน

Treatment	Hue angle values[2/]							
	Days in storage							
	Day 0	Day 5	Day 10	Day 15	Day 25	Day 35	F-test	C.V. (%)
Flesh[1/]								
Irradiated	103.278^{A}	^{b}101.446^{A}	100.384^{A}	^{b}95.020^{B}	89.972^{C}	88.984^{C}	**	3.02
Non irradiated	103.926^{A}	^{a}105.464^{A}	104.118^{A}	^{a}100.968^{B}	89.754^{C}	87.642^{C}	**	2.28
T-test	NS	*	NS	**	NS	NS		\
C.V. (%)	2.24	2.63	3.85	1.94	0.81	3.24		
Peel[1/]								
Irradiated	109.614^{A}	110.998^{A}	^{b}107.684^{A}	^{b}107.244^{A}	^{a}102.598^{B}	^{a}99.568^{B}	**	2.80
Non irradiated	111.858^{A}	111.706^{A}	^{a}111.862^{A}	^{a}111.542^{A}	^{b}92.990^{B}	^{b}92.434^{B}	**	2.20
T-test	NS	NS	*	*	**	**		\
C.V. (%)	2.23	1.25	2.42	2.27	3.64	3.09		

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษา

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางภาคผนวกที่ 3.1.5 ค่า β-carotene ของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ หรือไม่ฉายรังสี (ชุดควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 – 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 วัน

Treatment	β-carotene (μg/g FW)[2/]					
	Days in storage					
	Day 0	Day10	Day 20	Day 30	F-test	C.V. (%)
Flesh[1/]						
Irradiated	5.01^{A}	2.19^{B}	2.93^{B}	^{b}5.34^{A}	*	14.25
Non irradiated	5.35^{A}	2.77^{B}	4.70^{A}	^{a}6.67^{A}	**	24.56
T-test	NS	NS	NS	*		\
C.V. (%)	2.24	12.60	33.85	18.14		
Peel[1/]						
Irradiated	15.64^{A}	^{b}13.34^{AB}	11.48^{B}	^{b}13.07^{AB}	*	48.89
Non irradiated	14.55^{AB}	^{a}17.58^{A}	12.42^{B}	^{a}17.00^{A}	*	33.48
T-test	NS	**	NS	**		\
C.V. (%)	11.05	62.47	-	35.06		

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษา

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางภาคผนวกที่ 3.1.6 องค์ประกอบหลักของกลิ่นในเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระยะแก่บริบูรณ์ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที (ตามภาพที่ 3.1.6A) และระยะสุกเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน (ตามภาพที่ 3.1.6B) วิเคราะห์โดยวิธี solid phase micro-extraction (SPME)/GC-MS

'Nam Dokmai' Mango	Mature green		Ripe	
Volatile compounds	Retention time(min)	% Peak Area	Retention time(min)	% Peak Area
- Hexanal	5.18	7.69	-	-
- alpha.-Pinene	13.06	3.77	13.03	3.74
- Caryophyllene	26.20	52.66	26.19	53.86
- alpha-Caryophyllene	27.29	13.45	27.25	13.64
- Germacrene D	28.13	22.42	28.13	28.75

ตารางภาคผนวกที่ 3.1.7 องค์ประกอบหลักของสารระเหยในเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที แล้วฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (B) และเก็บที่ 13 องศาเซลเซียส นาน 35 วัน วิเคราะห์โดย solvent extraction (pantane: dichloromethane, 1:1) /GC-MS

Chemical compound	Retention Time (RT)	Peak area (%)					
		Day 0		Day 15		Day 30	
		Non irradiated	Irradiated	Non irradiated	Irradiated	Non irradaiated	Irradiated
2-methyl-1-butanyl acetate	4.053	7.95	2.41	8.83	3.43	8.65	12.55
Nonane	4.445	13.73	3.55	10.5	4.75	10.7	14.14
1S-.alpha.-Pinene	8.47	0.92		2.42			
Caryophyllene	20.927	19.12		6.34		3.24	4.55
.alpha.-Caryophyllene	21.977	7.68		1.45		1.24	1.69
Germacrene D	22.842	16	0.58	2.63		2.86	3.05
Butylated Hydroxytoluene	23.898	5.71	1.95	5.8	2.26	5.7	8.99
Hexadecanal	32.168	0.22					
(E)-2-Hexenal	34.178	3.18					
Campesterol	39.579		4.45				
Butyl Octadecanoate	43.475		0.48	1.71			
Stigmasterol	43.682		7.83	12.82	22.68	9.04	9.90
(E)-9-octadecenoic acid	44.945	0.64		1.36			
Bis(2-ethylhexyl) phthalate	45.147	1.17	0.43			1.17	1.52
(3.beta.,4.alpha.,5.alpha.)-4,14-dimethyl-ergosta-8,24(28)-dien-3-ol	45.283				15.35		8.33
.gamma.-Sitosterol	46.546	2.56	61.44	46.18	44.52	31.92	28.51
Squalene	49.089	4.1	2.06			3.94	1.65
Vitamin e	57.265	13.5	0.96			11.84	4.48

ตารางภาคผนวกที่ 3.2.1 การผลิตเอทิลีนของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน

Treatment[1/]	Ethylene production (µl C_2H_4/Kg.hr)[2/]						
	Days in storage						
	Day 0	Day 3	Day 6	Day 9	Day 12	F-test	C.V. (%)
Ethephone without irradiated (EWI)	$^{b}0.303^{B}$	$^{a}0.345^{B}$	$^{a}0.444^{AB}$	$^{a}0.527^{AB}$	$^{a}0.701^{A}$	*	22.56
Ethephon prior to irradiated (EPI)	$^{a}0.495$	$^{b}0.226$	$^{b}0.259$	$^{b}0.303$	$^{b}0.344$	NS	47.35
Irradiated prior to ethephon (IPE)	$^{a}0.495^{A}$	$^{b}0.164^{B}$	$^{b}0.226^{A}$	$^{b}0.302^{A}$	$^{b}0.322^{A}$	*	34.27
T-test	*	**	**	**	*		\
C.V. (%)	18.50	17.07	15.84	7.20	33.47		

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษา

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางภาคผนวกที่ 3.2.2 ความแน่นเนื้อของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน

Treatment[1/]	Firmness (Newtons)[2/]						
	Days in storage						
	Day 0	Day 3	Day 6	Day 9	Day 12	F-test	C.V. (%)
Ethephone without irradiated (EWI)	53.282^{A}	53.400^{A}	$^{b}4.626^{B}$	$^{b}2.184^{C}$	$^{b}1.886^{C}$	**	6.78
Ethephon prior to irradiated (EPI)	53.996^{A}	46.220^{B}	$^{ab}10.396^{BC}$	$^{ab}4.044^{C}$	$^{ab}2.260^{C}$	**	2.53
Irradiated prior to ethephon (IPE)	46.434^{A}	51.966^{A}	$^{a}15.412^{BC}$	$^{a}5.86^{4C}$	$^{a}2.37^{4C}$	**	12.77
T-test	NS	NS	*	**	NS		\
C.V. (%)	11.38	11.85	54.54	35.09	15.19		

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษา

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางภาคผนวกที่ 3.2.3 ค่า L Hunter scales ของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน

Treatment	L values[2/]						
	Days in storage						
	Day 0	Day 3	Day 6	Day 9	Day 12	F-test	C.V. (%)
Flesh[1/]							
Ethephone without irradiated (EWI)	$^{b}76.958^{A}$	77.572^{A}	$^{b}73.400^{A}$	$^{b}65.878^{B}$	62.546^{C}	**	3.65
Ethephon prior to irradiated (EPI)	$^{a}79.690^{A}$	79.026^{A}	$^{ab}76.210^{AB}$	$^{a}71.316^{B}$	63.878^{C}	**	12.10
Irradiated prior to ethephon (IPE)	$^{a}79.690^{A}$	80.034^{A}	$^{a}77.820^{A}$	$^{a}70.906^{B}$	66.600^{C}	*	10.89
T-test	*	NS	*	*	NS		\
C.V. (%)	2.18	2.45	3.13	3.87	3.64		
Peel[1/]							
Ethephone without irradiated (EWI)	54.238^{C}	59.116^{B}	58.680^{B}	$^{a}63.658^{A}$	$^{a}66.046^{A}$	**	6.09
Ethephon prior to irradiated (EPI)	56.192^{B}	56.604^{AB}	55.644^{AB}	$^{b}57.646^{A}$	$^{b}58.260^{A}$	*	6.78
Irradiated prior to ethephon (IPE)	56.192^{AB}	53.806^{B}	56.668^{AB}	$^{b}57.330^{A}$	$^{b}57.956^{A}$	*	3.07
T-test	NS	NS	NS	**	**		\
C.V. (%)	6.32	6.42	4.40	3.58	2.85		

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษา

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางภาคผนวกที่ 3.2.4 ค่า hue angles ของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน

Treatment	Hue angles[2/]						
	Days in storage						
	Day 0	Day 3	Day 6	Day 9	Day 12	F-test	C.V. (%)
Flesh[1/]							
Ethephone without irradiated (EWI)	$^{a}105.648^{A}$	103.538^{A}	92.114^{B}	$^{b}83.406^{C}$	80.120^{D}	**	3.19
Ethephon prior to irradiated (EPI)	$^{b}100.612^{A}$	99.402^{A}	93.686^{B}	$^{a}87.380^{C}$	81.564^{D}	**	2.79
Irradiated prior to ethephon (IPE)	$^{b}100.612^{A}$	100.610^{A}	94.974^{B}	$^{a}87.474^{C}$	81.366^{D}	**	6.77
T-test	**	NS	NS	**	NS		\
C.V. (%)	1.79	2.40	3.11	2.15	1.69		
Peel[1/]							
Ethephone without irradiated (EWI)	111.856^{A}	110.412^{A}	106.692^{AB}	$^{c}94.376^{B}$	$^{c}84.916^{C}$	**	11.07
Ethephon prior to irradiated (EPI)	111.858^{A}	108.096^{A}	107.028^{A}	$^{b}100.906^{AB}$	$^{b}91.550^{B}$	**	3.31
Irradiated prior to ethephon (IPE)	111.858^{A}	110.948^{A}	105.032^{AB}	$^{a}106.906^{AB}$	$^{a}99.414^{B}$	*	4.56
T-test	NS	NS	NS	**	**		\
C.V. (%)	1.80	3.22	3.49	2.63	3.23		

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษา

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางภาคผนวกที่ 3.2.5 ค่า β-carotene ของเปลือกและเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน

Treatment	β-carotene (μg/g FW)[2/]					
	Days in storage					
	Day 0	Day 3	Day 6	Day 9	F-test	C.V. (%)
Flesh[1/]						
Ethephone without irradiated (EWI)	2.97^{C}	4.29^{C}	$^{a}12.88^{B}$	22.55^{A}	**	24.75
Ethephon prior to irradiated (EPI)	4.24^{B}	5.36^{B}	$^{b}5.57^{B}$	25.42^{A}	**	52.12
Irradiated prior to ethephon (IPE)	4.24^{B}	3.60^{B}	$^{b}5.94^{B}$	24.41^{A}	**	12.89
T-test	NS	NS	*	NS		\
C.V. (%)	2.24	12.60	33.85	18.14		
Peel[1/]						
Ethephone without irradiated (EWI)	36.01^{CA}	$^{a}44.51^{B}$	$^{a}45.83^{B}$	$^{a}54.14^{A}$	**	28.66
Ethephon prior to irradiated (EPI)	35.17	$^{b}36.08$	$^{b}31.77$	$^{b}31.18$	NS	42.25
Irradiated prior to ethephon (IPE)	35.64	$^{b}36.65$	$^{b}36.78$	$^{b}37.82$	NS	33.12
T-test	NS	*	*	**		\
C.V. (%)	27.12	34.42	33.45	45.78		

หมายเหตุ [1]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กกำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างทรีตเมนท์

[2]/ = ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างการเก็บรักษา

NS = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางภาคผนวกที่ 3.2.6 องค์ประกอบหลักของสารระเหยในเนื้อมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ตัดขั้วแล้วปล่อยให้ยางไหลนาน 30 นาที ก่อนนำจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (EWI) หรือจุ่มเอทิฟอน 250 ppm ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ (EPI) หรือฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400 เกรย์ ก่อนนำมาจุ่มเอทิฟอน 250 ppm (IPE) แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 วัน วิเคราะห์โดย solvent extraction (pantane: dichloromethane, 1:1) /GC-MS

Chemical compound	Retention Time (RT)	Peak area (%)								
		Day 0			Day 6			Day 12		
		EWI	EPI	IPE	EWI	EPI	IPE	EWI	EPI	IPE
2-methyl-1-butanyl acetate	4.042	0.79	3.58	5.86	1.00	4.38	4.89	17	23.53	11.79
Nonane	4.445	0.88	4.56	19.64	1.31	5.45	6.94	23.92	37.54	6.59
1S-.alpha.-Pinene	8.476	0.37	2.71		0.26					0.63
Caryophyllene	20.933	0.49	3.12							
.alpha.-Caryophyllene	21.976		1.17				0.84			
2,2,4-trimethyl-3-carboxyisopropyl pentanoic acid isobutyl ester	21.923	0.32								
Diethyl Phthalate	22.071	1.11								
Germacrene D	22.842	0.71	5.97	14.13			1.11	1.38		0.45
Diethyl Phthalate	23.648					3.96				
Butylated Hydroxytoluene	23.892	0.53	2.19	11.89		3.12	3.36	12.12		7.02
Diethyl Phthalate	25.694		12.82							
Octadecanal	28.516	0.40								
hexadecyl-oxirane	31.819	0.37								
Hexadecanol	33.894	0.58								
(E)-2-Hexenal	34.599	0.28								
Campesterol	39.550				6.32			1.14		1.75
bis(2-ethylhexyl) ester hexanedioic acid	41.180	11.02								
Butyl Octadecanoate	43.469						1.57	1.52	1.27	
Stigmasterol	43.706						7.81	4.37		20.4
Bis(2-ethylhexyl) phthalate	45.141	8.45			0.60	2.57	2.95	1.98	1.84	0.78
(3.beta.,4.alpha.,5.alpha.)- 4,14-dimethyl-ergosta-8,24(28)-dien-3-ol	45.301							3.88		
.gamma.-Sitosterol	46.552	8.79			10.18	32.16	13.17	9.43		29.4
Squalene	48.603	23.58	3.89	8.56	0.61		1.05	2.34		
Vitamin e	57.289	5.95	0.87		2.84	2.36	3.84	15.8	16.3	4.44