# การให้แคลเซียมโบรอนทางใบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดการสูญเสียคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการฉายรังสี

# Foliar Application of Calcium-Boron to Increase Production Efficiency and Reduce the Quality Loss of Irradiated 'Nam Dok Mai Si Thong' Mango

**ภาณุมาศ โคตรพงศ์[1/*] ทิวาพร ผดุง[2/] สโรชา ถึงสุข[3/] พัชรี อำรุง[4/]**

**Panumas Kotepong[1/*] Thiwaporn Phadung[2/] Sarocha Thuengsuk[3/] Patcharee Umroong[4/]**

*Received 3 Jul. 2025/Revised 22 Dec. 2025/Accepted 22 Dec. 2025*

## ABSTRACT

Regarding plant quarantine measures, 'Nam Dok Mai Si Thong' mango exported to the United States, Australia, and New Zealand must be treated with gamma irradiation. The irradiation causes loss of quality in most mangoes at destination markets, with the symptoms of brown skin, watery flesh, and short shelf life. This research aimed to study treating mangoes with calcium-boron to increase production efficiency and to reduce loss of quality in irradiated mangoes. The appropriate concentration of calcium-boron for yield and quality improvement was also investigated. It was found that foliar spray of calcium-boron at a concentration of 0.5% at 30, 45 and 60 days after flowering produced the highest amount of yields and fruit quality. According to the effects of calcium-boron on irradiated mangoes, it was found that when they were stored under 13°C for 28 days for export simulation, irradiated mangoes receiving calcium-boron lost 22.45% of their quality. In contrast, irradiated mangoes without calcium-boron lost 60.34% of their quality. After that, treating calcium-boron technology was tested in mango planting plots for export, i.e., the community enterprise of quality mango production for export, Phetchabun, Nakhon Ratchasima, and Sa Kaeo Provinces. It was found that calcium-boron could increase production efficiency for farmers, with high yields up to 1,292 kg/rai, higher than the current method by 19.09% (16,569 baht/rai). This research revealed that treating mangoes with calcium-boron improved production efficiency and could reduce loss of quality in irradiated mango, and creates the

[1/] กองวิจัยพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร 50 ถ.พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1/] Postharvest and Processing Research and Development Division, Phahonyothin Rd., Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

[2/] กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร 50 ถ.พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2/] Agricultural Production Science Research and Development Division, Phahonyothin Rd., Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

[3/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบูรณ์ ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000

[3/] Phetchabun Agricultural Research and Development Center, Sadiang, Mueang, Phetchabun 67000, Thailand

[4/] สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถ.งามวงศ์วาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[4/] Kasetsart University Research and Development Institute, Ngamwongwan Rd., Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

*** Corresponding author: panumas.k@doa.in.th**

opportunity for export markets to the countries using the plant quarantine measures by irradiation in the future.

**Keywords:** calcium-boron; production efficiency; quality loss; Nam Dok Mai Si Thong mango; irradiation

## บทคัดย่อ

การส่งออกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองไปยังสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ต้องผ่านการฉายรังสีแกมมาตามมาตรการกักกันพืชก่อนการส่งออก ซึ่งส่งผลให้เปลือกและเนื้อผลเกิดสีน้ำตาลฉ่ำน้ำ และมีอายุการเก็บรักษาสั้นลง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการให้แคลเซียมโบรอนทางใบต่อประสิทธิภาพการผลิตและลดการสูญเสียคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองหลังฉายรังสี โดยศึกษาวิธีการให้แคลเซียมโบรอนต่อปริมาณคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง พบว่า การพ่นแคลเซียมโบรอนทางใบ ความเข้มข้น 0.5% ที่อายุ 30 45 และ 60 วันหลังดอกบาน ให้ปริมาณและคุณภาพผลผลิตดีที่สุด จากนั้นศึกษาผลของแคลเซียมโบรอนต่อคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองฉายรังสี พบว่า เมื่อจำลองการส่งออกที่อุณหภูมิ 13°ซ. เป็นเวลา 28 วัน มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองฉายรังสีที่ได้รับแคลเซียมโบรอนทางใบ ความเข้มข้น 0.5% มีการสูญเสียคุณภาพ 22.45% ในขณะที่มะม่วงฉายรังสีที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอนมีการสูญเสียคุณภาพสูงถึง 60.34% และทำการทดสอบเทคโนโลยีการให้แคลเซียมโบรอนในพื้นที่ปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเพื่อการส่งออก ได้แก่ วิสาหกิจชุมชนกลุ่มผลิตมะม่วงคุณภาพเพื่อการส่งออก จ. เพชรบูรณ์ นครราชสีมา และสระแก้ว พบว่า การให้แคลเซียมโบรอนทางใบสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเฉลี่ยสูงถึง 1,292 กก./ไร่ เพิ่มขึ้นจากวิธีการของเกษตรกร 19.09% คิดเป็นรายได้เฉลี่ยเพิ่มขึ้น 16,569 บาท/ไร่ จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการให้แคลเซียมโบรอนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดการสูญเสียคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ฉายรังสีได้ อีกทั้งยังสร้างโอกาสการส่งออกไปยังประเทศที่มีมาตรการกักกันพืชด้วยวิธีการฉายรังสีได้ในอนาคต

**คำสำคัญ:** แคลเซียมโบรอน; ประสิทธิภาพการผลิต; การสูญเสียคุณภาพ; มะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง; การฉายรังสี

## บทนำ

การส่งออกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองไปจำหน่ายยังประเทศสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ จำเป็นต้องผ่านการฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสีไม่ต่ำกว่า 400 เกรย์ตามมาตรการกักกันพืช การฉายรังสีดังกล่าวทำให้มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเกิดความเสียหายด้านคุณภาพเมื่อถึงตลาดปลายทาง โดยพบอาการเปลือกและเนื้อผลเป็นสีน้ำตาล ฉ่ำน้ำ และมีอายุการเก็บรักษาสั้น ทำให้ไม่สามารถขยายตลาดการส่งออกไปยังประเทศดังกล่าวได้ ซึ่งการสูญเสียคุณภาพมะม่วงขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีแกมมาที่ได้รับ หากได้รับมากเกินไปจะเกิดผลกระทบต่อคุณภาพมาก จากงานวิจัยพบว่า เนื้อผลมะม่วงอ่อนยุบตัวทันทีหลังจากได้รับรังสีแกมมา 1,000 เกรย์ (Mahto and Das, 2013) แต่เมื่อทดลองฉายรังสีแกมมาที่ระดับ 400-600 เกรย์ พบว่า มะม่วงจะเกิดความเสียหายตามปริมาณรังสีแกมมาที่มากขึ้น โดยแสดงอาการผลมะม่วงจะสุกไม่สม่ำเสมอ และมีอาการจุดดำกระจายทั่วผล ส่วนบริเวณเนื้อผลจะมีสีน้ำตาลเนื้อสัมผัสคล้ายเจลและมีรสชาติที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ผ่องเพ็ญและอภิรดี, 2554)

แนวทางในการแก้ปัญหาการสูญเสียคุณภาพมะม่วงจากการฉายรังสีแกมมาอาจทำได้โดยการทำให้ผลมะม่วงมีเนื้อผลที่แข็งแรงมากขึ้น ซึ่งจะทำให้

ทนทานต่อรังสีแกมมาได้มากขึ้น วิธีการหนึ่งที่ทำให้มะม่วงมีเนื้อผลที่แข็งแรงสามารถทำได้โดยการให้ธาตุอาหาร เช่น แคลเซียม และโบรอน ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ พืชสามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ทันที โดยแคลเซียมเป็นธาตุอาหารที่มีบทบาทสำคัญทางสรีรวิทยาพืชทำหน้าที่ เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ โดยเชื่อมโยงภายในเซลล์ให้ยึดติดกันแน่น จึงสร้างโครงข่ายที่แข็งแรง และยังเป็นโคแฟกเตอร์ของเอนไซม์โปรตีนไคเนสและแอลฟาอะไมเลสที่มีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนย้ายแป้งไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช (Huang et al., 2008) แคลเซียมยังเกี่ยวข้องกับการลดการเสื่อมสภาพและชะลอการอ่อนนุ่มของผลไม้ (Elmer et al., 2007) ส่วนโบรอนเป็นธาตุอาหารที่ส่งเสริมการดูดซึมแคลเซียมและการเคลื่อนย้ายแคลเซียมในพืช การให้โบรอนในรูปกรดบอริกสามารถเพิ่มความแน่นเนื้อผล เพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เพิ่มปริมาณน้ำตาล และลดการเน่าเสียของผลไม้ได้อีกด้วย (Thomidis and Exadaktylou, 2010)

การให้แคลเซียมจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของผลไม้หลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างช่วงการเจริญเติบโตและพัฒนาของผล (เฉลิมชัย, 2561) เช่น การให้แคลเซียม ความเข้มข้น 0.5% ในแอปเปิ้ลร่วมกับการฉายรังสีแกมมาในปริมาณ 400 เกรย์ หลังเก็บรักษานาน 90 วัน พบว่า สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักและสามารถชะลอการลดลงของค่าความแน่นเนื้อผลได้ (Hussain et al., 2012) เช่นเดียวกับการฉายรังสีในฝรั่งโดยให้รังสีแกมมา 400 เกรย์ ร่วมกับแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 4% แก่ผลฝรั่ง หลังเก็บรักษานาน 20 วัน พบว่า มีการสูญเสียน้ำหนักลดน้อยลงสามารถชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อผล และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มมากขึ้น (Hassanein et al., 2018)

ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นชี้ว่าการให้แคลเซียมและโบรอนเป็นวิธีในการเพิ่มความแข็งแรงของเนื้อเยื่อผลไม้ ทำให้ทนต่อการฉายรังสีได้มากขึ้นและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชได้ อย่างไรก็ตามยังขาดคำแนะนำที่เหมาะสมในการให้แคลเซียมและโบรอนในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการให้แคลเซียมโบรอนทางใบในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดการสูญเสียคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองหลังการฉายรังสี ตลอดจนการทดสอบเทคโนโลยีการให้แคลเซียมโบรอนทางใบในพื้นที่ปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเพื่อการส่งออก เพื่อรองรับการขยายตลาดการส่งออกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองไปยังประเทศที่มีมาตรการกักกันพืชด้วยวิธีการฉายรังสี ซึ่งจะทำให้สามารถเพิ่มปริมาณการส่งออกและเพิ่มมูลค่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ปลูกในประเทศไทยให้มากขึ้น

## อุปกรณ์และวิธีการ

**1. วิธีการให้แคลเซียมโบรอน**

คัดเลือกต้นมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง อายุ 8-10 ปี จากแปลงเกษตรกรที่ผ่านการรับรอง GAP ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มส่งออกมะม่วง บ้านโป่งตาลอง-เขาใหญ่ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา 150 ต้น ทำการให้สารละลายแคลเซียมโบรอนในรูปของแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ร่วมกับกรดบอริก (boric acid) ในระหว่างการพัฒนาผลโดยการพ่นทางใบทั่วทั้งต้น 3 ครั้ง ที่อายุผล 30 45 และ 60 วันหลังดอกบานในอัตราที่ใช้ 5 ลิตร/ต้น ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันตามแต่ละกรรมวิธี วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design มี 3 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ขนาดหน่วยทดลองละ 10 ต้น ดำเนินการระหว่างเดือน ธ.ค. 2563–มี.ค. 2564 ดังนี้

1) ไม่ให้แคลเซียมโบรอน (กรรมวิธีควบคุม)

2) ให้แคลเซียมโบรอน ความเข้มข้น 0.25%

3) ให้แคลเซียมโบรอน ความเข้มข้น 0.5%

เก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งต้นเมื่ออายุ 105 วันหลังดอกบาน โดยมีความสุกแก่ของผลประมาณ 85% ขนส่งโดยรถห้องเย็นมายังห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน บันทึกข้อมูลผลผลิต ได้แก่ น้ำหนัก/ผล ปริมาณผลผลิต/ไร่ คุณภาพผลผลิต ได้แก่ สีเปลือก (ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*)) ความแน่นเนื้อผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity) ตามวิธีการของ AOAC (1984) ปริมาณวิตามินซี ตามวิธีการของ AOAC (1990) ปริมาณแคลเซียมและโบรอนในส่วนของเปลือกและเนื้อผล ตามวิธีการของจำเป็น (2547)

**2. ผลของแคลเซียมโบรอนต่อคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองฉายรังสี**

คัดเลือกกรรมวิธีที่ดีที่สุดจากข้อที่ 1 โดยพิจารณาจากข้อมูลผลผลิตและคุณภาพผลผลิต เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของแคลเซียมโบรอนที่เหมาะสม โดยทำการคัดเลือกต้นมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองอายุ 8-10 ปี จากแปลงเกษตรกรที่ผ่านการรับรอง GAP ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มส่งออกมะม่วง บ้านโป่งตาลอง-เขาใหญ่ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ไม่ให้แคลเซียมโบรอน และกลุ่มที่ 2 ให้แคลเซียมโบรอน กลุ่มละ 50 ต้น เพื่อเตรียมผลผลิตที่ใช้ในการทดลองฉายรังสี ดำเนินการระหว่างเดือน ธ.ค. 2564 - มี.ค. 2565

ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตเช่นเดียวกับการทดลองในขั้นตอนที่ 1 นำมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมาล้างทำความสะอาด แล้วคัดเลือกผลที่ไม่มีตำหนิ โดยมีขนาดและสีผิวใกล้เคียงกัน ก่อนที่จะบรรจุมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ลงในกล่องกระดาษลังลูกฟูก จำนวน 12 ผล/กล่อง เพื่อใช้ในการทดลองฉายรังสี

ทำการวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ดังนี้

1) กลุ่มที่ 1 ไม่ให้แคลเซียมโบรอน (ควบคุม)

2) กลุ่มที่ 2 ให้แคลเซียมโบรอน

3) กลุ่มที่ 1 ไม่ให้แคลเซียมโบรอน + ฉายรังสี

4) กลุ่มที่ 2 ให้แคลเซียมโบรอน + ฉายรังสี

นำไปผ่านการฉายรังสีแกมมาที่ระดับ 400 เกรย์ ตามมาตรการกักกันพืช (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2555) ที่ศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) หลังจากนั้นนำไปจำลองการส่งออกโดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 95% เป็นเวลา 28 วัน บันทึกผล สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ดังนี้

- คุณภาพผลผลิต ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก (%) สีเปลือก (ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*)) ความแน่นเนื้อผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณวิตามินซี

- การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเซลล์ และขนาดองค์ประกอบของเซลล์ ตามวิธีการของ Umroong and Kotepong (2019)

- เปอร์เซ็นต์การสูญเสียคุณภาพ โดยพิจารณาจากอาการเปลือกสีน้ำตาล และฉ่ำน้ำของผล โดยให้คะแนนอาการเปลือกสีน้ำตาลที่ปรากฏ 1-5 คะแนน ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Munirah et al. (2017) และ Amadi et al. (2009) ดังนี้

1: บริเวณเปลือกมีสีน้ำตาล 0–20%

2: บริเวณเปลือกมีสีน้ำตาล 21–40%

3: บริเวณเปลือกมีสีน้ำตาล 41–60%

4: บริเวณเปลือกมีสีน้ำตาล 61–80%

5: บริเวณเปลือกมีสีน้ำตาล 81–100%

สำหรับอาการฉ่ำน้ำที่บริเวณเนื้อผล ให้คะแนนอาการฉ่ำน้ำที่ปรากฏ เป็น 1-5 ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Munirah et al. (2017) และ Amadi et al. (2009) ดังนี้

1: บริเวณเนื้อผลมีการฉ่ำน้ำ 0–20%

2: บริเวณเนื้อผลมีการฉ่ำน้ำ 21–40%

3: บริเวณเนื้อผลมีการฉ่ำน้ำ 41–60%

4: บริเวณเนื้อผลมีการฉ่ำน้ำ 61–80%

5: บริเวณเนื้อผลมีการฉ่ำน้ำ 81–100%

นำข้อมูลการให้คะแนนอาการเปลือกสีน้ำตาลและอาการฉ่ำน้ำที่บริเวณเนื้อผล มาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียคุณภาพเทียบกับวันเก็บเกี่ยว

**3. ทดสอบเทคโนโลยีการให้แคลเซียมโบรอนในพื้นที่**

คัดเลือกต้นมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง อายุ 8-10 ปี จากแปลงเกษตรกรต้นแบบที่ผ่านการรับรอง GAP ที่การปลูกเพื่อการส่งออก 3 พื้นที่ ได้แก่ 1) พื้นที่ภาคกลาง: วิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก อ.วังสมบูรณ์ จ.สระแก้ว 2) พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: วิสาหกิจชุมชนกลุ่มส่งออกมะม่วงบ้านโป่งตาลอง-เขาใหญ่ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา และ 3) พื้นที่ภาคเหนือ: วิสาหกิจชุมชนกลุ่มผลิตมะม่วงคุณภาพเพื่อการส่งออก ต.บ้านโภชน์ อ.หนองไผ่ จ.เพชรบูรณ์ พื้นที่ละ 2 แปลง ๆ ละ 200 ต้น โดยมีต้นมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ไม่ให้แคลเซียมโบรอน และกลุ่มที่ 2 ให้แคลเซียมโบรอน กลุ่มละ 100 ต้น เพื่อเตรียมผลผลิตที่ใช้ในการทดลอง ดำเนินการระหว่างเดือน ธ.ค. 2565–มี.ค. 2566 ดังนี้

1) เทคโนโลยีที่เกษตรกรใช้: ไม่ให้แคลเซียมโบรอน (กรรมวิธีควบคุม)

2) เทคโนโลยีตามคำแนะนำ: โดยให้แคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 0.5% 3 ครั้ง ที่อายุผล 30 45 และ 60 วันหลังดอกบาน

เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุ 105 วันหลังดอกบาน โดยมีความสุกแก่ประมาณ 85% มีการขนส่ง ล้างทำความสะอาด บรรจุใส่กล่องบรรจุภัณฑ์ แล้วนำไปผ่านการฉายรังสีเช่นเดียวกับการทดลองในข้อ 2 หลังจากนั้นนำไปจำลองการส่งออกโดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°ซ. เป็นเวลา 28 วัน โดยทดสอบเทคโนโลยีการให้แคลเซียมโบรอนในมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองตามแต่ละกรรมวิธี

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลผลิต คุณภาพผลผลิต การสูญเสียคุณภาพของกลุ่มตัวอย่างแบบ t-test และวิเคราะห์ต้นทุนของเทคโนโลยีและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

## ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. วิธีการให้แคลเซียมโบรอน**

ปริมาณและคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองขึ้นกับความเข้มข้นของแคลเซียมโบรอนที่ได้รับในระหว่างการพัฒนาของผลโดยมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ได้รับแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 0.5% มีน้ำหนักผลสูงสุด คือ 384 ก. คิดเป็นปริมาณผลผลิต 1,251 กก./ไร่ ในขณะที่มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอนในกรรมวิธีควบคุมมีน้ำหนักผลเพียง 330 ก. คิดเป็นปริมาณผลผลิต 1,017 กก./ไร่ (Table 1) สอดคล้องกับงานวิจัยของสายน้ำผึ้งและคณะ (2562) ที่พบว่าการพ่นแคลเซียมโบรอนส่งผลให้ผลพลับมีน้ำหนักผลมากกว่ากรรมวิธีควบคุมที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอน สำหรับคุณภาพผลผลิตนั้นพบว่า มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ได้รับแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 0.5% มีความแน่นเนื้อผลสูงสุด คือ 26.98 นิวตัน และปริมาณ

ของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุด คือ 9.9°บริกซ์ ทั้งนี้เนื่องมาจากแคลเซียมโบรอนที่ได้รับในระหว่างการพัฒนาของผลไปส่งเสริมการเคลื่อนย้ายน้ำตาลและอาหารในการขยายขนาดของผลและมีการประสานกันของเนื้อเยื่อพืชให้เกาะกันแน่นขึ้น (ยงยุทธ, 2558) ในขณะที่การให้แคลเซียมโบรอนไม่มีผลต่อสีของเปลือก (ค่า L*, a*, b*) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณวิตามินซี (Table 2)

**Table 1** Effect of calcium-boron application on the yield of 'Nam Dok Mai Si Thong' mango

| Treatment | Fruit weight (g) | Yield (kg/rai) |
|---|---|---|
| No Ca-B | 330 b | 1,017 b |
| Ca-B 0.25% | 350 b | 1,110 b |
| Ca-B 0.5% | 384 a | 1,251 a |
| F-test | * | * |
| CV (%) | 12.3 | 18.3 |

Means in a column, followed by the same common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

**Table 2** Effect of calcium-boron application on the fruit quality of 'Nam Dok Mai Si Thong' mango

| Treatment | Peel color | | | Firmness | Total soluble solids | Titratable acidity | Vitamin C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | L* | a* | b* | (N) | (°Brix) | (%) | (mg/100 ml) |
| No Ca-B | 74.56 | 4.34 | 32.45 | 24.12 b | 8.34 b | 2.38 | 32.34 |
| Ca-B 0.25% | 73.45 | 4.67 | 33.11 | 25.34 b | 9.08 a | 2.45 | 33.98 |
| Ca-B 0.5% | 73.12 | 4.87 | 33.89 | 26.98 a | 9.94 a | 2.50 | 34.23 |
| F-test | ns | ns | ns | * | * | ns | ns |
| CV (%) | 23.5 | 12.3 | 21.3 | 18.5 | 13.5 | 17.9 | 22.1 |

Means in a column, followed by the same common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

สำหรับปริมาณแคลเซียมและโบรอนในเปลือกและเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของแคลเซียมโบรอนที่ได้รับในระหว่างการพัฒนาของผลโดยมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ได้รับแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 0.5% มีปริมาณแคลเซียมในเปลือกและเนื้อผลสูงสุด คือ 1,986 และ 602 มก./กก. ตามลำดับ และมีปริมาณโบรอนในเปลือกและเนื้อสูงสุด คือ 14.64 และ 7.92 มก./กก. ตามลำดับ (Table 3) ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าแคลเซียมและโบรอนที่ได้รับทางใบในระหว่างการพัฒนาของผลมีการเคลื่อนย้ายไปสะสมที่บริเวณผลเพื่อใช้ในการสร้างองค์ประกอบของเซลล์ให้มีความแข็งแรง สอดคล้องกับการทดลองของ Neilsen et al. (2005) ที่มีการฉีดพ่นแคลเซียมในแอปเปิ้ลพันธุ์ Braeburn ทำให้ผลแคลเซียมมีปริมาณเพิ่มขึ้น

**Table 3** Effects of calcium-boron application on calcium and boron contents in the part of peel and pulp of 'Nam Dok Mai Si Thong' mango

| Treatment | Calcium content (mg/kg) | | Boron content (mg/kg) | |
|---|---|---|---|---|
| | Peel | Pulp | Peel | Pulp |
| No Ca-B | 1,343 b | 393 b | 11.6 b | 6.38 b |
| Ca-B 0.25% | 1,494 b | 459 b | 12.5 b | 7.05 b |
| Ca-B 0.5% | 1,986 a | 602 a | 14.6 a | 7.92 a |
| F-Test | * | * | * | * |
| CV (%) | 23.7 | 19.5 | 15.7 | 17.9 |

Means in a column, followed by the same common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

**2. ผลของแคลเซียมโบรอนต่อคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองฉายรังสี**

ภายหลังการฉายรังสีมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองทุกกรรมวิธีมีคุณภาพทางด้านการสูญเสียน้ำหนัก สีของเปลือก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณวิตามินซีไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Figure 1a-h) เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°ซ. เป็นเวลา 28 วัน พบว่า มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาโดยมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านการฉายรังสีมีการสูญเสียน้ำหนัก (8.05-8.25%) สูงกว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ไม่ผ่านการฉายรังสี (6.80-7.0%) (Figure 1a) ทั้งนี้เนื่องมาจากการฉายรังสีไปกระตุ้นกิจกรรมการหายใจ การคายน้ำภายในเซลล์ให้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจึงทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้น (Youssef et al., 2002) ความแน่นเนื้อผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติโดยความแน่นเนื้อผลลดลงตามอายุการเก็บรักษา โดยมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองฉายรังสีที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอนมีความแน่นเนื้อผลต่ำที่สุด คือ 3.79 นิวตัน ในขณะที่มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองไม่ฉายรังสีที่ได้รับแคลเซียมโบรอนมีความแน่นเนื้อผลสูงที่สุด คือ 10.20 นิวตัน (Figure 1e) ซึ่งสอดคล้องกับ ณัฐกานต์และคณะ (2567) ที่พบว่ามะม่วงเมื่อได้รับการฉายรังสี UV-C ในทุกระดับความเข้มข้น มีความแน่นเนื้อสูงกว่ามะม่วงที่ไม่ได้รับการฉายรังสี ซึ่งอาจเป็นผลมาจากรังสี UV-C ช่วยลดการอ่อนตัวของผนังเซลล์ และชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายผนังเซลล์ เช่น expansins, polygalacturonase, endoglucanase และ pectin methylesterase ส่งผลให้สามารถชะลอการนิ่มของผลไม้ได้ มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (13.83-14.25°บริกซ์) ต่ำกว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ได้รับแคลเซียมโบรอน (15.73-16.39°บริกซ์) (Figure 1f) ในขณะที่การให้แคลเซียมโบรอนในมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองไม่มีผลต่อสีของเปลือก ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณวิตามินซี (Figure 1 b-d, g-h)

ศึกษาองค์ประกอบของผนังเซลล์ประกอบด้วย 4 ชั้น ได้แก่ คิวติเคิล เอพิเดอร์มิส ไฮโปเดอร์มิส และพาริงไคมา พบว่า มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ได้รับแคลเซียมโบรอนมีการจัดเรียงตัวของผนังเซลล์ แต่ละชั้นเกาะกันแน่นกว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอน (Figure 2a-b) และเมื่อนำไปผ่านการฉายรังสีส่งผลให้ผนังเซลล์มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองฉายรังสีที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอนเริ่มมีการหดตัวและถูกทำลายของผนังเซลล์เนื่องมาจากผลกระทบของรังสี ในขณะที่มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองฉายรังสีที่

ได้รับแคลเซียมโบรอนยังคงมีความเต่งของผนังเซลล์ที่สมบูรณ์ (Figure 2c-d) เมื่อวิเคราะห์ขนาดของผนังเซลล์พบว่า ภายหลังการฉายรังสีมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ได้รับแคลเซียมโบรอนมีขนาดของผนังเซลล์หนากว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอนโดยมีขนาดชั้นคิวติเคิล 20.77 ไมโครเมตร ชั้นเอพิเดอร์มิส 23.36 ไมโครเมตร ชั้นไฮโปเดอร์มิส 17.93 ไมโครเมตร และชั้นพาริงไคมา 33.85 ไมโครเมตร และเมื่อเก็บรักษานาน 28 วัน มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ได้รับแคลเซียมโบรอนสามารถรักษาความหนาผนังเซลล์ได้ใกล้เคียงกับวันที่เก็บเกี่ยว (Figure 3a-h)

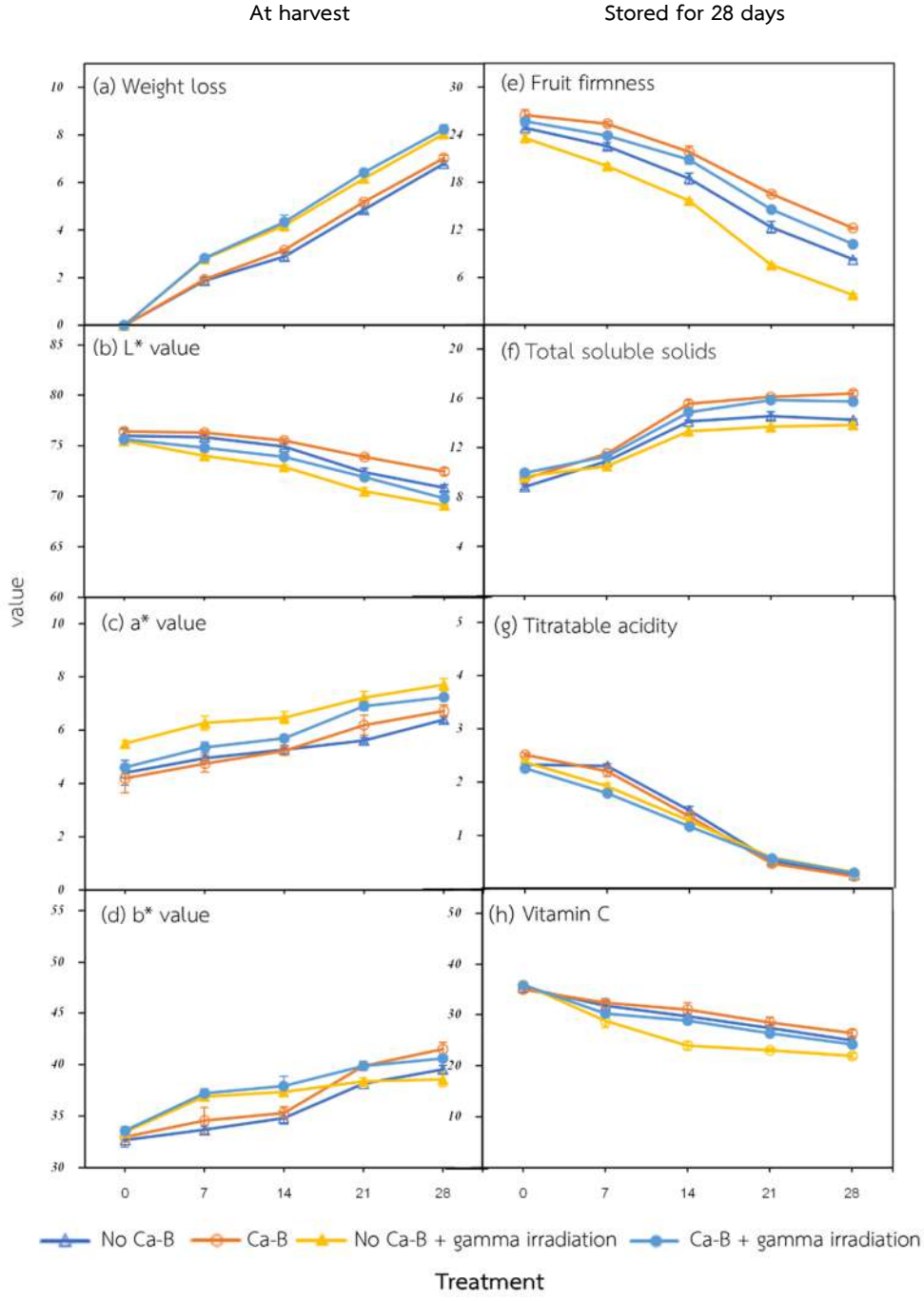



**Figure 1** Effect of calcium-boron application on the fruit quality of irradiated 'Nam Dok Mai Si Thong' mango during storage

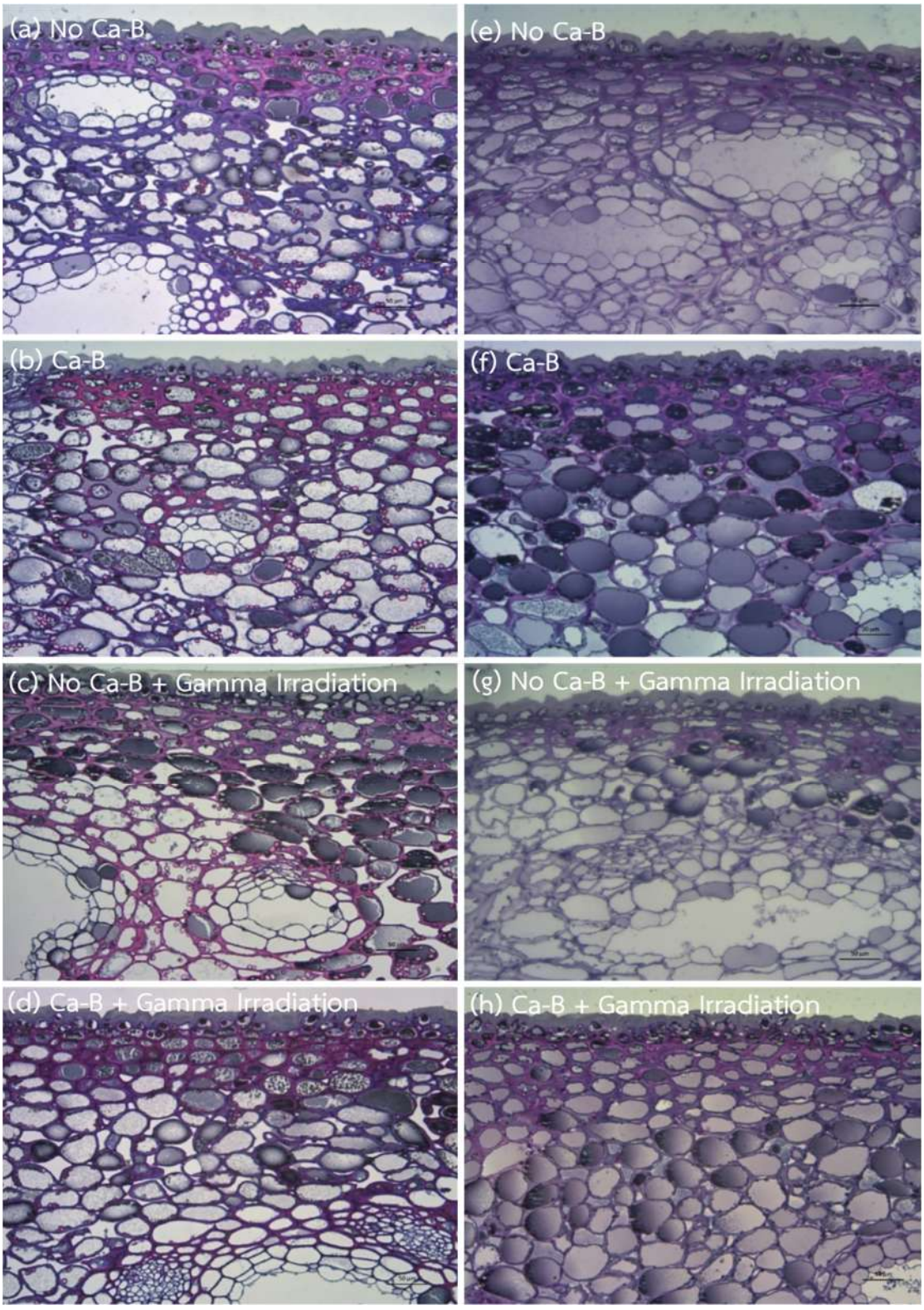



**Figure 2** Effect of calcium-boron application on the ultrastructure of irradiated 'Nam Dok Mai Si Thong' mango during storage

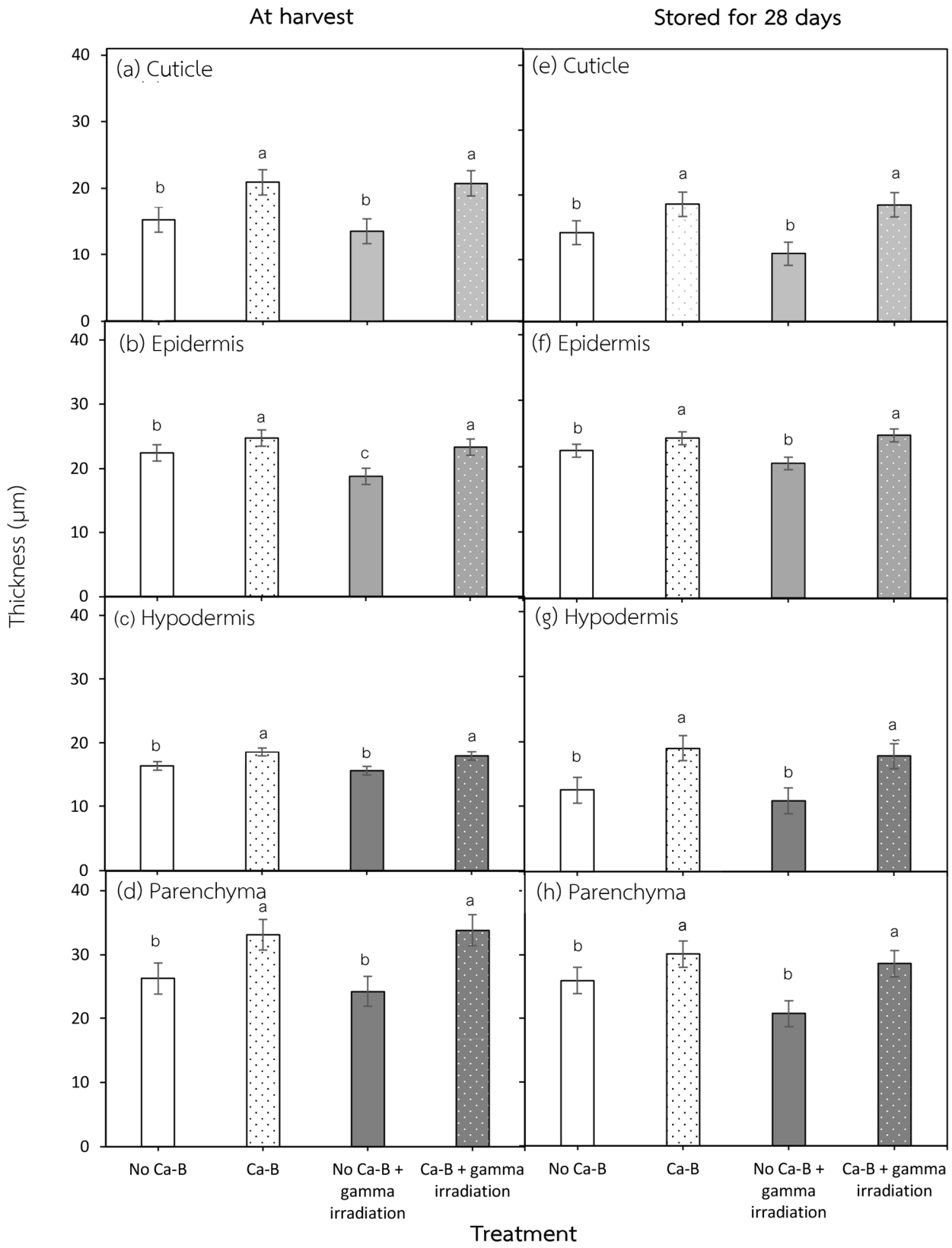



**Figure 3** Effect of calcium-boron application on cell wall thickness of irradiated 'Nam Dok Mai Si Thong' mango during storage

มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ได้รับแคลเซียมโบรอนและไม่ผ่านการฉายรังสีมีการสูญเสียคุณภาพต่ำที่สุดสำหรับมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองฉายรังสีที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอนมีการสูญเสียคุณภาพจากอาการเปลือกสีน้ำตาลและเนื้อฉ่ำน้ำในระหว่างการเก็บรักษาอย่างรวดเร็วทำให้เก็บรักษาได้นานเพียง 14 วัน โดยมีการสูญเสียคุณภาพสูงถึง 30.34% และไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในขณะที่มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองฉายรังสีที่ได้รับแคลเซียมโบรอนมีการสูญเสียคุณภาพเพียง 14.98% และสามารถเก็บรักษาได้ต่อเนื่องจนถึง 28 วัน โดยมีการสูญเสียคุณภาพ 22.45% (Table 4) จึงเป็นทางออกในการลดความเสียหายของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองฉายรังสีให้แก่เกษตรกรและผู้ประกอบการส่งออก

**Table 4** Effect of calcium-boron application on the quality loss of irradiated 'Nam Dok Mai Si Thong' mango after storing for 28 days

| Treatment | Days after storage | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| No Ca-B | 0 | 7.53 b | 12.22 b | 17.67 b | 29.24 b |
| Ca-B | 0 | 4.55 b | 9.56 b | 12.89 b | 15.68 b |
| No Ca-B + Gamma irradiation | 0 | 10.33 a | 30.34 a | 54.46 a | 60.34 a |
| Ca-B + Gamma irradiation | 0 | 6.45 b | 14.98 b | 18.56 b | 22.45 b |
| F-Test | - | * | * | ** | * |
| CV(%) | - | 25.3 | 18.9 | 22.2 | 20.2 |

Means in a column, followed by the same common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

**3. ทดสอบเทคโนโลยีการให้แคลเซียมโบรอนในพื้นที่ปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเพื่อการส่งออก**

ทดสอบเทคโนโลยีการให้แคลเซียมโบรอนแก่มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเพื่อการส่งออกใน 3 พื้นที่ พบว่า ในสามพื้นที่จะออกดอกไม่พร้อมกัน แต่ในการทดลองแต่ละที่จะเริ่มนับจำนวนวันหลังดอกบานเหมือนกันทำให้แต่ละพื้นที่ใช้หลักเกณฑ์เดียวกันที่อายุ 30 45 60 วันหลังดอกบาน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,292 กก./ไร่ คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ย 103,351 บาท/ไร่ ในขณะที่วิธีของเกษตรกรที่ใช้ในปัจจุบันทั้ง 3 พื้นที่ที่ไม่มีการให้แคลเซียมโบรอนในระหว่างการพัฒนาของผลให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,085 กก./ไร่ คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ย 86,782 บาท/ไร่ ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 19.09% คิดเป็นรายได้ของเกษตรกรเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 16,569 บาท/ไร่ โดยมีต้นทุนในการให้แคลเซียมโบรอนจากค่าปุ๋ยเคมีและค่าแรง 2,300 บาท/ไร่ เมื่อนำมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองไปผ่านการฉายรังสีแล้วจำลองสภาพการส่งออก พบว่า มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองฉายรังสีที่รับแคลเซียมโบรอนมีการสูญเสียคุณภาพ 20.34% ในขณะที่มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองฉายรังสีที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอนมีการสูญเสียคุณภาพสูงถึง 66.23% (Table 5)

เทคโนโลยีการให้แคลเซียมโบรอนจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองของเกษตรกรโดยให้ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นและแก้ไขปัญหาการสูญเสียคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ผ่านฉายรังสีจากมาตรการกักกันพืชเพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้ประกอบการในการรองรับการขยายตลาดส่งออกและสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีการให้แคลเซียม

โบรอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดการสูญเสียคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองฉายรังสีให้แก่เกษตรกรในวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก อ. วังสมบูรณ์ จ. สระแก้ว วิสาหกิจชุมชนกลุ่มส่งออกมะม่วงบ้านโป่งตาลอง-เขาใหญ่ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา วิสาหกิจชุมชนกลุ่มผลิตมะม่วงคุณภาพเพื่อการส่งออกตำบลบ้านโภชน์ อ. หนองไผ่ จ. เพชรบูรณ์

**Table 5** Testing the calcium-boron technology in the 'Nam Dok Mai Si Thong' mango plantation for export, by using fruits from each treatment for irradiating and then storing for 28 days

| Treatment | Yield (kg/rai) | Quality loss (%) | Total cost (Baht) | Benefit (Baht/rai) |
|---|---|---|---|---|
| Farmer | 1,085 | 66.23 | 0 | 86,782 |
| Ca-B Technology | 1,292 | 20.34 | 2,300 | 103,351 |

## สรุปผลการทดลอง

การให้แคลเซียมโบรอนในมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองโดยการพ่นทางใบความเข้มข้น 0.5% จำนวน 3 ครั้ง ที่ระยะผลอายุ 30 45 และ 60 วันหลังดอกบานให้คุณภาพผลผลิตดีที่สุดโดยให้ผลผลิตสูงถึง 1,292 กก./ไร่ ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้น 19.09% จากวิธีของเกษตรกรที่ใช้ในปัจจุบันที่ไม่มีการให้แคลเซียมโบรอนในระหว่างการพัฒนาของผล คิดเป็นรายได้ของเกษตรกรเพิ่มขึ้น 16,568.52 บาท/ไร่ การให้แคลเซียมโบรอนทางใบทำให้ผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีความแข็งแรง มีความแน่นเนื้อผลสูงกว่าการไม่ให้แคลเซียม จึงมีความต้านทานต่อการฉายรังสีมากขึ้น ส่วนการทดสอบเทคโนโลยีการให้แคลเซียมโบรอนทางใบในพื้นที่การปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเพื่อการส่งออก โดยนำมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมาผ่านการฉายรังสีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 95% เป็นเวลา 28 วัน มีการสูญเสียคุณภาพเพียง 20.34% ในขณะที่มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองฉายรังสีที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอน มีการสูญเสียคุณภาพสูงถึง 66.23%

## คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออก อ. วังสมบูรณ์ จ. สระแก้ว วิสาหกิจชุมชนกลุ่มส่งออกมะม่วงบ้านโป่งตาลอง-เขาใหญ่ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา วิสาหกิจชุมชนกลุ่มผลิตมะม่วงคุณภาพเพื่อการส่งออก ต. บ้านโภชน์ อ. หนองไผ่ จ. เพชรบูรณ์ ที่สนับสนุนแปลงต้นแบบและโรงคัดบรรจุที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งศูนย์ฉายรังสี สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่สนับสนุนการดำเนินงานในกระบวนการฉายรังสีตามขั้นตอนของมาตรการกักกันพืชให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

จำเป็น อ่อนทอง. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา. 168 หน้า.

เฉลิมชัย วงษ์อารี. 2561. การใช้แคลเซียมเพื่อรักษาผลคุณภาพของผลไม้ที่ดีหลังการเก็บเกี่ยว. Postharvest Newsletter. 17(4): 5-7.

ณัฐกานต์ พรรณขาม สุวิตา แสไพศาล และศุภัชญา นามพิลา. 2567. ผลของการฉายรังสี UV-C ต่อการเปลี่ยนแปลง

คุณภาพและควบคุมโรคของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในระหว่างการเก็บรักษา. วารสารแก่นเกษตร. 52(2): 418-432.

ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ และอภิรดี อุทัยรัตนกิจ. 2554. ผลของรังสีแกมมาที่ปริมาณสูงต่อคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 42(พิเศษ 1): 251-254.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2558. ธาตุอาหารพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 548 หน้า.

สายน้ำผึ้ง เหลาพะวัง เจนจิรา ชุมภูคำ อิษยา นะมิกิ วีระศรี เมฆตรง และกฤษณา กฤษณพุกต์. 2562. ผลของแคลเซียมโบรอนและจิบเบอเรลลิคแอซิดต่อการพัฒนาคุณภาพผลผลิตพลับพันธุ์ฟูยู. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 8(1): 10-19.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2555. คู่มือแนวทางปฏิบัติเพื่อการส่งออกผลไม้ไปสหรัฐอเมริกา. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 123 หน้า.

Amadi, J.E., A.M. Omoniyi and C.S. Eze. 2009. Isolation and identification of a bacterial blotch organism from watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai). African Journal of Agricultural Research. 4(11): 1291–1294.

AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 14th Edition, AOAC, Arlington. 1141 p.

AOAC. 1990. Vitamin C (Ascorbic Acid). Association of Official Analytical Chemists. 15th Edition, AOAC, Gaithersburg. 1298 p.

Elmer, P.A.G., T.M. Spiers and P.N. Wood. 2007. Effect of pre-harvest foliar calcium sprays on fruit calcium levels and brown rot of peaches. Crop Protection. 26(1): 11-18.

Hussain, P.R., R.S. Meena, M.A. Dar and A.M. Wani. 2012. Effect of post-harvest calcium chloride dip treatment and gamma irradiation on storage quality and shelf-life extension of red delicious apple. Journal of Food Science and Technology. 49(4): 415-426.

Hassanein, R.A., E.A. Salem and A.A. Zahran. 2018. Efficacy of coupling gamma irradiation with calcium chloride and lemongrass oil in maintaining guava fruit quality and inhibiting fungal growth during cold storage. Folia Horticulturae. 30(1): 67-78.

Huang, X.M., H.C. Wang, W.L. Zhong, W.Q. Yuan, J.M. Lu and J.G. Li. 2008. Spraying calcium is not an effective way to increase structural calcium in litchi pericarp. Scientia Horticulturae. 117(1): 39-44.

Mahto, R. and M. Das. 2013. Effect of gamma irradiation on the physico-chemical and visual properties of mango (*Mangifera indica* L.), cv.'Dushehri' and 'Fazli' stored at 20°C. Postharvest Biology and Technology. 86: 447-455.

Munirah, M.S., A.R. Azmi, S.Y.C. Yong and M.Z.N.A. Izzati. 2017. Characterization of *Lasiodiplodia theobromae* and L. *pseudotheobromae* causing fruit rot on pre-harvest mango in Malaysia. Plant Pathology and Quarantine. 7(2): 202-213.

Neilsen, G., D. Neilsen, S. Dong and P. Toivonen. 2005. Application of $CaCl_2$ sprays earlier in the season reduce bitter pit incidence in 'Braeburn' apple. HortScience. 40(6): 1850-1853.

Thomidis, T. and E. Exadaktylou. 2010. Effect of boron on the development of brown rot (*Monilinia laxa*) on peaches. Crop Protection. 29(6): 572-576.

Umroong, P. and P. Kotepong. 2019. Ultrastructure studies of fungus *Colletotrichum gloeosporioides* cause of anthracnose disease mango by microscope technique. Microscopy and Microanalysis Research. 32(2): 1-5.

Youssef, B.M., A.A. Asker, S.K. El-Samahy and H.M. Swailam. 2002. Combined effect of steaming gamma irradiation on the quality of mango pulp stored at refrigerated temperature. Food Research International. 35(1): 1-13.