Agric. Sci. Innov. J. 55 : 1 (Suppl.) : 126 - 130 (2024) ว. วิทย. นวัต. กษ. 55 : 1 (พิเศษ) : 126 - 130 (2567)

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเนื้อผลและสรีรวิทยาผิวผลของผลมะม่วงแก้วขมิ้นหลังการกระตุ้นการสุกด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีน

Changes of Flesh Quality and Peel Physiology of ''Kaew Kamin'' Mango Fruit after Induced Ripening by Ethylene Releasing Compounds

ปิยวรรณ ที่รักษ์[1] นารีนาถ บุญเต็ม[1] อุบล ชินวัง[1, 2] ทินน์ พรหมโชติ[1, 2] สาธิต พสุวิทยกุล[1,2]
อดุลย์ อภินันทร์[3] วัชรพงษ์ วัฒนกูล[4] วีรเวทย์ อุทโธ[2, 5] และเรวัติ ชัยราช[1, 2]
Piyawan Teerak[1], Nareenart Bountem[1], Ubol Chinwang[1, 3], Thin Promchot[1, 3], Satit Pasuwitayakul[1],
Adul Apinan[3], Watcharapong Wattanakul[4], Weerawate Utto[2, 5] and Raywat Chairat[1, 2]

Abstract

This study aims at examining changes in the flesh quality and peel physiology of ''Kaew Kamin'' mango fruit after induced ripening by ethylene releasing compounds. Four treatments with 3 replications each were set up, including control (untreated), calcium carbide (20 g per 5 kg fruit, 24 hr), dipping with ethephon (1,000 ppm, 10 min) and fumigating with ethephon vapor (10,000 ppm, 24 hr). After treatment, fruit were kept at ambient temperature (27±3°C, 79±3% RH) for 7 days. Results showed that there was no difference in a value for the peel color, while fruit treated with calcium carbide and fumigated with ethephon vapor showed higher b value than the control. Also, all treated fruit showed higher a and b values of flesh color than the control fruit. For flesh firmness, a greater reduction in flesh firmness of the treated fruit was observed compared to the control. Total soluble solids content of the treated fruit increased faster than the control during the first 3 days of storage, while titratable acidity and the vitamin C content of the treated fruit were lower than the control. For peel physiological changes, maximal fluorescence *(Fm)* value of fruit treated with calcium carbide reduced at a greater rate than the control after 3 days of storage. Fruit fumigating with ethephon vapor showed lower Chl a content than the control, while Chl b content decreased more than 80% after 1 day storage and fruit fumigating with ethephon vapor showed highest reduction. In addition, fruit treated with calcium carbide and fumigating with ethephon vapor showed faster increase in Carotenoids content than the control. Visual ripeness score of the peel of the control fruit remained lower than the treated fruit throughout the storage period. In conclusion, ethylene releasing compounds could trigger ripening and induce changes of the internal quality of the flesh but could not induce a complete change of green peel color to a full yellowness after 7 days of storage.

Keywords: Kaew Kamin mango, ripening, quality, peel physiology

บทคัดย่อ

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการกระตุ้นการสุกด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อผลและสรีรวิทยาของผิวเปลือกผลของมะม่วงแก้วขมิ้นที่ผ่านการกระตุ้นการสุกด้วย 4 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ คือ ชุดควบคุม (ไม่กระตุ้นการสุก) แคลเซียมคาร์ไบด์ 20 กรัมต่อน้ำหนักผล 5 กก. (24 ชม.) การจุ่มด้วยอีทีฟอนความเข้มข้น 1,000 ppm (10 นาที) และการรมด้วยไอระเหยอีทีฟอนความเข้มข้น 10,000 ppm (24 ชม.) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27±3 °C, 79±3% RH)

[1] สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190
[1] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Warinchamrap, Ubon Ratchathani 34190, Thailand
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม 10400
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Science, Research and Innovation Promotion and Utilization Division, Office of the Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation 10400, Thailand
[5] สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190
[5] Department of Food Technology, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Warinchamrap, Ubon Ratchathani 34190, Thailand
[3] สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000
[3] Research and Development Institute, Buriram Rajabhat University, Muang, Buriram, 31000, Thailand
[4] คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300
[4] Faculty of Agricultural Technology, Chiang Mai Rajabhat University, Muang, Chiang Mai, 50300, Thailand

เป็นเวลา 7 วัน ผลการทดลอง พบว่า ค่า a ของสีผิวผลมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกกรรมวิธีแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนค่า b ของผลที่กระตุ้นการสุกด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์ และการรมด้วยไอระเหยอีทีฟอน มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ส่วนค่า a และค่า b ของสีเนื้อที่กระตุ้นการสุกด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้นเร็วกว่าชุดควบคุม ผลที่กระตุ้นการสุกด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนทุกกรรมวิธีมีค่าความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วและมีค่าต่ำกว่าชุดควบคุม ขณะที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้มีค่าเพิ่มขึ้นเร็วกว่าชุดควบคุมในช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษา ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และปริมาณวิตามินซีมีค่าต่ำกว่าชุดควบคุม การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผิวผล พบว่า ค่า maximal fluorescence *(Fm)* ของผิวผลมะม่วงที่กระตุ้นการสุกด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนมีค่าลดลงมากกว่าชุดควบคุมในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา การรมด้วยไอระเหยอีทีฟอนทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (Chl a) ลดลงมากกว่าชุดควบคุม ขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์บี (Chl b) มีค่าลดลงมากกว่า 80% หลังจาก 1 วันของการเก็บรักษาและการระตุ้นการสุกด้วยไอระเหยเอทีฟอนมีค่าลดลงมากที่สุด ส่วนปริมาณแคโรทีนอยด์ของผลที่กระตุ้นการสุกด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์และการรมด้วยไอระเหยอีทีฟอนมีค่าเพิ่มขึ้นเร็วกว่าชุดควบคุม คะแนนการเปลี่ยนแปลงของสีผิวเปลือกของชุดควบคุมมีค่าต่ำที่สุดตลอดระยะเวลาเก็บรักษา สรุป สารปลดปล่อยเอทิลีนทุกชนิดสามารถกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพภายในเนื้อผลได้สูงกว่าชุดควบคุม ในขณะที่ผิวผลมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาภายในแต่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงสีผิวเป็นสีเหลืองอย่างสมบูรณ์ภายในเวลา 7 วันของการบ่ม

คำสำคัญ : มะม่วงแก้วขมิ้น การบ่มสุก คุณภาพ สรีรวิทยาผิวผล

คำนำ

มะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้น (*Mangifera indica* L. cv. Kaew Kamin) ผลมีเนื้อแน่นละเอียด กรอบมัน รสหวานอมเปรี้ยวเมื่อสุกเนื้อผลจะเปลี่ยนจากสีขาวนวลเป็นสีเหลืองนวลคล้ายขมิ้น มีการปลูกแพร่หลายในหลายพื้นที่ของประเทศไทย และมีการนำเข้าจากแหล่งปลูกในประเทศกัมพูชาเพื่อมาจำหน่ายในประเทศไทยโดยผ่านด่านชายแดนระหว่างสองประเทศ (อุบล และคณะ, 2559) มะม่วงเป็นผลไม้ประเภท climacteric fruit เมื่อผลเริ่มสุกมีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นจนถึงระดับสูงสุดแล้วค่อยลดลง โดยมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ เช่น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นทำให้รสชาติของเนื้อมะม่วงหวานขึ้น เนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มลง และมีกลิ่นเฉพาะตัวเกิดขึ้น (Kader and Mitcham, 2008) การบ่มผลไม้โดยทั่วไปมีหลายวิธี ได้แก่ การบ่มด้วยแก๊สเอทิลีน (ethylene) การใช้ถ่านแก๊สหรือแคลเซียมคาร์ไบด์ (calcium carbide, CaC_2) การใช้สารอีทีฟอน (ethephon) และการบ่มตามธรรมชาติที่อุณหภูมิเหมาะสม (Kader, 1985; Kader and Mitcham, 2008) ปัญหาที่พบในการบ่มผลมะม่วงแก้วขมิ้นทั่วไปคือเมื่อผลสุกเปลือกยังคงมีสีเขียวไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองนวลทั้งผล ส่วนเนื้อผลจะอ่อนนิ่มและมีการเปลี่ยนแปลงภายในอย่างรวดเร็ว ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการกระตุ้นการสุกด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนกลุ่มต่างๆ ต่อการสุกที่สม่ำเสมอและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกผลที่เกี่ยวข้องกับการสุก

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลมะม่วงแก้วขมิ้นระยะสุกแก่ทางการค้าเก็บเกี่ยวจากสวนของเกษตรกร อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ และขนส่งมาที่ห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี คัดเลือกผลที่มีขนาด น้ำหนัก รูปร่างใกล้เคียงกันมากที่สุด และไม่มีรอยตำหนิมาใช้ในการทดลอง นำผลมาแช่ในสารละลาย sodium hypochlorite (100 ppm) 10 นาที เพื่อฆ่าเชื้อที่ผิวเปลือก แล้วนำมาจัดเป็น 4 กรรมวิธี คือ ชุดควบคุม (Control) (ไม่บ่ม) บ่มด้วยแคลเซียมคาร์ไบด์ (CaC_2) (20 g/ 5 kg fruit) 24 ชั่วโมง จุ่มด้วยสารละลายอีทีฟอน 1,000 ppm 10 นาที และรมด้วยไอระเหยอีทีฟอน 10,000 ppm 24 ชั่วโมง แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27±3^{o}C, 79±3% RH) บันทึกผลการศึกษาวันที่ 0 (ค่าเริ่มต้น) 1 3 5 และ 7 ได้แก่ สีผิวผลและสีเนื้อมะม่วงแก้วขมิ้นโดยใช้แผ่นเทียบสี (Royal Horticultural Society Colour Charts V) แสดงค่า a และ b ความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง Firmness Tester (Effigi, Japan) (N) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS, %) ของน้ำคั้นด้วยเครื่อง Digital Hand Refractometer (Atago, Japan) (%) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) ด้วยวิธีการไทเทรต และใช้ค่าสมมูลของกรด citric acid (meq. Wt = 0.064) ในการคำนวณ (%) ปริมาณวิตามินซีในน้ำคั้นด้วยวิธีไทเทรตโดยวิธี 2,6-dichloroindophenol titrimetric ของ AOAC (1990) ค่า Chlorophyll fluorescence ด้วยเครื่อง Plant Efficiency Analyser (Hansatech รุ่น Handy-PEA, England) แสดงค่า maximal fluorescence (F_m) ตามวิธีของ สายพร และ เรวัติ (2558) ปริมาณ Chlorophyll a (Chl a), Chlorophyll b (Chl b) และ Carotenoids (Cx) ในเปลือกมะม่วงตามวิธีการประยุกต์จาก Ghoochani *et al*. (2015) และ Lichtenthaler and Buschmann (2001) โดยใช้เอทานอล (99%) ในการสกัดและนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Shimadzu รุ่น UV mini-1240, Japan) ที่ความยาวคลื่น 480 649 และ 665 นาโนเมตร และคำนวณ

ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (Chl a) คลอโรฟิลล์บี (Chl b) และแคโรทีนอยด์ (Cx) ตามวิธีการของ Lichtenthaler and Buschmann (2001) และประเมินค่าคะแนนการสุกจากการเปลี่ยนแปลงของสีผิวผล 5 ระดับคะแนน (5 = ผิวสีเหลืองทั้งผล (100%); 4 = ผิวสีเหลือง 75%; 3 = ผิวสีเหลือง 50%; 2 = ผิวสีเหลือง 25% และ 1 = ผิวสีเขียวทั้งผล)

ผลและวิจารณ์ผล

1. การเปลี่ยนแปลงค่าสีผิวผลและสีเนื้อผล

ค่า a ของสีผิวผลของมะม่วงที่บ่มด้วยสารลดปล่อยเอทิลีนทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มสูงกว่าชุดควบคุมตลอดระยะเวลาหลังการบ่ม (Fig. 1a) ค่า b ของสีผิวผลของมะม่วงที่บ่มด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มสูงกว่าชุด ควบคุมในช่วง 3 วันแรกหลังการบ่ม (Fig. 1b) ค่า a ของสีเนื้อผลในทุกกรรมวิธีเพิ่มขึ้นมากที่สุดภายใน 1 วันหลังการบ่ม จากนั้นเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและไม่มีความแตกต่างกัน (Fig. 1c) ค่า b ของสีเนื้อผลของทุกกรรมวิธีลดลงค่อนข้างรวดเร็วในช่วง 1 วันหลังบ่มสุก จากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย (Fig. 1d)

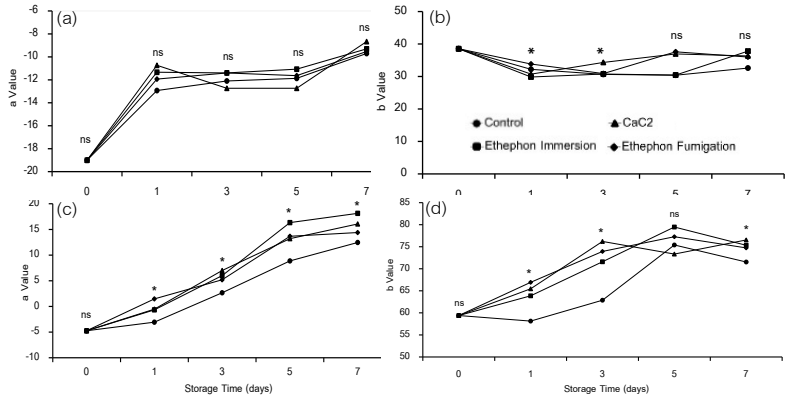

Fig. 1 Changes of peel and flesh color of 'Kaew Kamin' mango after induced ripening; peel a value (a), peel b value (b), flesh a value (c), flesh b value (d) (n=3, ns = non significant, * = significant at $p_{\leq}$ 0.05).

2. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในผล

ค่าความแน่นเนื้อของมะม่วงที่บ่มด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนทุกกรรมวิธีลดลงมากกว่าชุดควบคุมตลอดระยะเวลาหลังการบ่ม (Fig. 2a) ปริมาณ TSS ของมะม่วงที่บ่มด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนทุกกรรมวิธีเพิ่มขึ้นเร็วกว่าชุดควบคุมในช่วง 3 วันแรกหลังบ่ม (Fig. 2b) ปริมาณ TA ของมะม่วงที่บ่มด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนทุกกรรมวิธีลดลงมากกว่าชุดควบคุมตลอดระยะเวลาหลังการบ่ม (Fig. 2c) ปริมาณวิตามินซีของมะม่วงที่บ่มด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนทุกกรรมวิธีลดลงมากกว่าชุดควบคุมโดยเฉพาะวันที่ 3 และ 5 หลังการบ่ม (Fig. 2d)

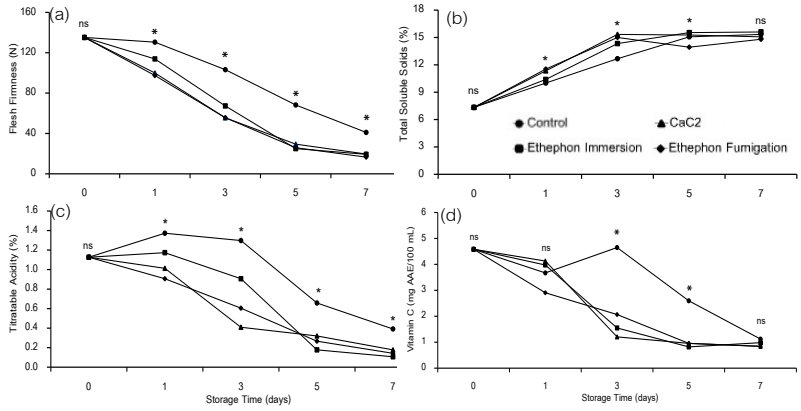

Fig. 2 Changes of internal quality of 'Kaew Kamin' mango flesh after induced ripening; flesh firmness (a), total soluble solids (b), titratable acidity (c), vitamin C (d) (n=3, ns = non significant, * = significant at $p\leq$ 0.05).

3. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของเปลือกผล

ค่า Maximal fluorescence (F_m) ของผิวผลมะม่วงที่บ่มด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนทุกกรรมวิธี ลดลงเร็วกว่าชุดควบคุม โดยเฉพาะวันที่ 3 (Fig. 3a) ปริมาณ Chl a ลดลงมากว่า 50% หลังจาก 1 วันหลังบ่ม และมีความแตกต่างกันในวันที่ 1 3 และ 7 โดยชุดควบคุมลดลงช้ากว่าในช่วง 5 วันแรกหลังบ่ม (Fig. 3b) ส่วน Chl b ลดลงมากว่า 80% ภายใน 1 วันหลังบ่ม จากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (Fig. 3c) ปริมาณ Cx มีค่าเพิ่มขึ้นทุกกรรมวิธี แต่ชุดควบคุมมีค่าต่ำกว่ามะม่วงที่บ่มด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนทุกกรรมวิธีตั้งแต่วันที่ 5 ถึง 7 (Fig. 3d) การประเมินค่าความสุก ทุกกรรมวิธีมีค่าคะแนนความสุกของผิวเปลือกมะม่วงแก้วขมิ้นมากกว่าชุดควบคุม

จะเห็นว่าการบ่มมะม่วงแก้วขมิ้นด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนทุกกรรมวิธีสามารถกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงของสีผิวเนื้อได้สูงกว่าชุดควบคุมแสดงว่าเนื้อผลเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้มมากกว่าชุดควบคุม แต่การเปลี่ยนสีผิวผลเกิดขึ้นน้อยกว่าการเปลี่ยนสีเนื้อและไม่แตกต่างจากชุดควบคุมมากนัก คาดว่าเป็นลักษณะประจำพันธุ์ของมะม่วงแก้วขมิ้น จากการประเมินความสุกโดยดูลักษณะภายนอกจากพื้นที่ผิวผล พบว่าการบ่มด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนทุกกรรมวิธี โดยเฉพาะการรมด้วย อีทีฟอน 10,000 ppm มีค่าคะแนนความสุกสูงกว่าชุดควบคุม (Fig. 4) ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ Chl a และ Chl b ของเปลือกผลลดลงมากว่า 50 และ 80% จากค่าเริ่มต้น ตามลำดับ (Fig. 3b และ 3c) ภายใน 1 วันหลังการบ่ม และมีการสังเคราะห์ Cx เพิ่มขึ้นในวันที่ 5 และ 7 หลังบ่ม แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงของ pigments เหล่านี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุก การบ่มด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนทุกกรรมวิธีกระตุ้นการสลายของ Chl a และ Chl b ได้สูงกว่าชุดควบคุมในช่วงแรกหลังการบ่ม และสามารถกระตุ้นการสังเคราะห์ Carotenoids ได้สูงกว่าชุดควบคุมหลังจาก 3 วันหลังบ่ม (Fig. 3d)

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้การการบ่มด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนทุกกรรมวิธี มีค่าคะแนนความสุกสูงกว่าชุดควบคุมอย่างชัดเจน แต่ค่าคะแนนการสุกของผลยังอยู่ในระดับต่ำ (ระดับ 2) (Fig. 4) ซึ่งสัมพันธ์กับการเปลี่ยนสีผิวผล (ค่า a และ b) (Fig. 1a และ 1b) แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงของสีผิวผลมะม่วงแก้วขมิ้นที่บ่มด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนไม่สามารถเปลี่ยนเป็นสีเหลืองนวลทั้งผล (ค่าคะแนน 5 = ผิวสีเหลืองทั้งผล 100%) ขณะที่ การบ่มด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนทุกกรรมวิธีเร่งการลดลงของความแน่นเนื้อ การลดลงของปริมาณ TA และกระตุ้นการสูญเสียวิตามินซีสูงกว่าชุดควบคุม ในขณะที่ทำให้ปริมาณ TSS เพิ่มสูงขึ้น แสดงว่าการสุกของเนื้อถูกกระตุ้นจากสารปลดปล่อยเอทิลีน แต่ลักษณะการสุกภายนอกของผิวผลไม่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงภายในผลเท่าที่ควรบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกผลมะม่วงแก้วขมิ้นระหว่างการสุกเกี่ยวข้องกับปริมาณรงควัตถุ (Chl a, Chl b และ Cx) ดังนั้น การห่อผลระหว่างการปลูกอาจจะช่วยให้มีการสะสม Chlorophylls ในผิวเปลือกผลต่ำลง ซึ่งจะทำให้การกระตุ้นการเปลี่ยนสีผิวผลทำได้ดีขึ้น ส่วนค่า Maximal fluorescence (F_m) แสดงการเปลี่ยนแปลงของสีผิวและรงควัตถุได้ดีโดยเฉพาะช่วง 3 วันแรกหลังบ่ม (Fig. 3a) ดังนั้น จึงควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ค่า Chlorophyll fluorescence ในการประเมินการสุกและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผิวผลโดยไม่ทำลายตัวอย่างต่อไป

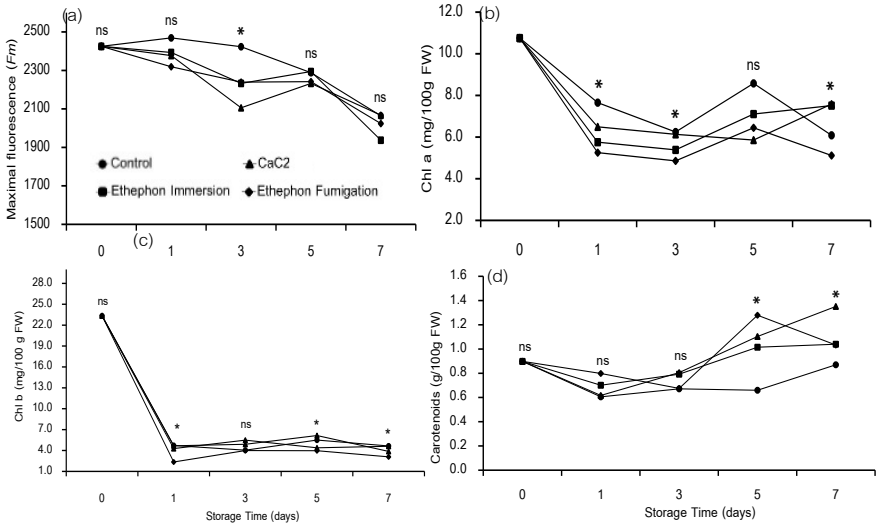

Fig. 3 Changes of peel physiology of 'Kaew Kamin' mango after induced ripening; Maximal fluorescence (a), Chlorophyll a (b), Chlorophyll b (c), Carotenoids (d) (n=3, ns = non significant, * = significant at p≤ 0.05).

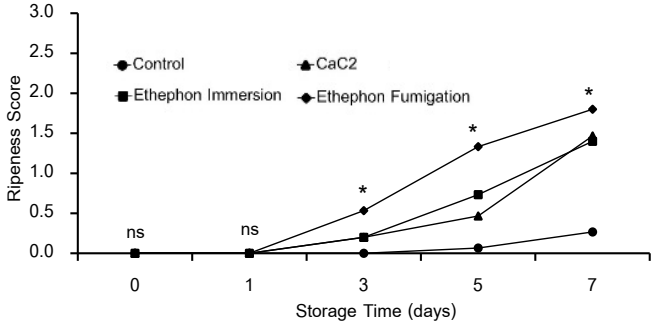

Fig. 4 Ripeness score of 'Kaew Kamin' mango after induced ripening; (n=3, ns = non significant, * = significant at p≤ 0.05).

สรุปผล

การบ่มด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีนทุกกรรมวิธีเร่งการลดลงของความแน่นเนื้อและปริมาณ TA และกระตุ้นการสูญเสียวิตามินซีสูงกว่าชุดควบคุม ในขณะที่ปริมาณ TSS เพิ่มขึ้น แต่ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสีผิวภายนอกของผลไม่ค่อยสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงภายในผล การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกผลมะม่วงแก้วขมิ้นบ่งบอกถึงการสุกเกี่ยวข้องกับปริมาณรงควัตถุ (Chl a, Chl b และ Cx)

คำขอบคุณ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกรมความร่วมมือระหว่างประเทศ (TICA) กระทรวงการต่างประเทศ จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ และขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และศูนย์นวัตกรรมหลังการเก็บเกี่ยวในการสนับสนุนสถานที่และเครื่องมือสำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

สายพร ดวงสา และ เรวัติ ชัยราช. 2558. การประเมินการสูญเสียคุณภาพของผักกาดขาวระหว่างการเก็บรักษาโดยใช้ค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซ็นซ์. ว. วิทย. กษ. 46(3/1)(พิเศษ) : 219-222.

อุบล ชินวัง, จำนงค์ จันทะสี และสาธิต พสุวิทยกุล. 2559. คุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้นระยะผลแก่ดิบ จากสองแหล่งปลูก. รายงานการวิจัย, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 43 หน้า.

AOAC. 1990. Official Method of Analysis. 15" ed. Association of Official Analytical Chemists, Anlington. Verginea, U.S.A.

Ghoochani, R., M. Riasat, S. Rahimi and A. Rahmani. 2015. Biochemical and physiological characteristic changes of wheat cultivars under arbuscular mycorrhizal symbiosis and salinity stress. Biol. Forum – An International Journal 7(2): 370-378.

Lichtenthaler, H. K. and C. Buschmann. 2001. Chlorophylls and Carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS Spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chem: F4.3.1-4.3.8.

Kader, A. A. and B. Mitcham. 2008. Optimum procedures for ripening mangoes. P. 47-48. *In* C.H. Crisosto and J.F. Thompson (eds.). Fruit Ripening and Ethylene Management. University of California, Davis, USA.

Kader, A. A. 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops. 3rd Ed. University of California, Davis, California. Publication 3311. 535 p.

Royal Horticultural Society. 2021. Colour Charts V. [Online]. Available Source: http://rhscf.orgfree.com/ (June 15, 2021)