Agric. Sci. Innov. J. 55 : 2 (Suppl.) : 18 - 22 (2024) ว. วิทย. นวัต. กษ. 55 : 2 (พิเศษ) : 18 - 22 (2567)

ผลของบรรจุภัณฑ์ สารดูดซับเอทิลีนและสารเคลือบผิวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเนื้อผลและสรีรวิทยาผิวผลของผลมะม่วงแก้วขมิ้น

Effect of Packaging, Ethylene Absorbing Agent and Coating Substance on Changes of Flesh Quality and Peel Physiology of 'Kaew Kamin' Mango Fruit

กมลมาศ สามารถกุล[1] นันทิพร บุตรจันทร์[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,*]
Kamolmat Samartkul[1], Nuntiporn Boutjan[1], Ubol Chinwang[1,2], Thin Promchot[1,2], Satit Pasuwitayakul[1,2],
Adul Apinan[3], Watcharapong Wattanakul[4], Weerawate Utto[2,5] and Raywat Chairat[1,2,*]

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of modified atmosphere packaging in combination with an ethylene absorbing compound and coating agent on changes in the flesh quality and peel physiology of 'Kaew Kamin' mango fruit. Four treatments with 3 replications were set up, including no packaging (Control), modified atmosphere storage (MA), modified atmosphere storage with 3% potassium permanganate (w/w) (MA+$KMnO_4$ 3%) and modified atmosphere storage with 1% shellac coating (MA+Shellac 1%). Fruit were kept at ambient temperature (27±3 °C, 79±3% RH) for 8 days. It was found that the mango fruit kept under MA, MA+$KMnO_4$ 3% and MA+Shellac 1% showed lower weight loss than the control throughout the storage period. The a* value of the peel color of the fruit under MA+Shellac 1% was lower than other treatments, whereas the b* value of the flesh color of the control fruit was higher than other treatments. The control fruit exhibited the greatest reduction in flesh firmness, titratable acidity and the vitamin c content, while the total soluble solids and the carotenoid content showed the highest increase and the maximal fluorescence (*Fm*) value was lower than other treatments. In addition, the fruit kept under MA and MA+$KMnO_4$ 3% retained the highest firmness value until the end of storage. The chlorophyll a content of the fruit kept under MA+$KMnO_4$ 3% was lower than other treatments on the last day of storage, whereas the chlorophyll b content was not different among the treatments. In conclusion, storage of 'Kaew Kamin' mango fruit under MA packaging alone or with ethylene absorbing compound and coating substance could maintain the flesh quality and delay changes of the peel physiology of the fruit better than the control.

Keywords: 'Kaew Kamin' mango, modified atmosphere, ethylene absorption, coating

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการบรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศร่วมกับสารดูดซับเอทิลีนและสารเคลือบผิวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเนื้อผลและสรีรวิทยาผิวผลมะม่วงแก้วขมิ้น มี 4 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ คือ การไม่บรรจุกล่อง (ชุดควบคุม) การบรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศ (MA) การบรรจุแบบ MA ร่วมกับโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนตร้อยละ 3 (w/w) (MA+$KMnO_4$ 3%) และการบรรจุแบบ MA ร่วมกับสารเคลือบผิวเชลแล็กร้อยละ 1 (MA+Shellac 1%) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27±3 °C, 79±3% RH) ระยะเวลา 8 วัน พบว่า มะม่วงที่เก็บรักษาแบบ MA MA+$KMnO_4$ 3% และ MA+Shellac 1% มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าชุดควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ค่า a* ของสีผิวผลของ MA+Shellac 1% มีค่าน้อยกว่ากรรมวิธี

[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
สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม 10400
[2]Postharvest Technology Innovation Center, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, Bangkok 10400, Thailand
[3]สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อ.เมือง จ.บุรีรัมย์ 31000
[3]Research and Development Institute, Buriram Rajabhat University, Muang, Buriram, 31000, Thailand
[4]คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300
[4]Faculty of Agricultural Technology, Chiang Mai Rajabhat University, Muang, Chiang Mai, 50300, 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

อื่น ขณะที่ค่า b* ของสีผิวเนื้อของชุดควบคุมมีค่ามากกว่ากรรมวิธีอื่น มะม่วงในชุดควบคุมมีค่าความแน่นเนื้อ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ และปริมาณวิตามินซีลดลงมากที่สุด แต่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นมากที่สุด และมีค่า maximal fluorescence (*Fm*) ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น มะม่วงที่เก็บรักษาแบบ MA และ MA+$KMnO_4$ 3% มีความแน่นเนื้อสูงที่สุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่ผิวผลของมะม่วงที่เก็บรักษาแบบ MA+$KMnO_4$ 3% มีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน สรุป การเก็บรักษามะม่วงแก้วขมิ้นแบบ MA หรือ MA+$KMnO_4$ 3% และ MA+Shellac 1% สามารถรักษาคุณภาพและชะลอการเปลี่ยนแปลงของผิวผลของมะม่วงแก้วขมิ้นได้ดีกว่าชุดควบคุม

คำสำคัญ: มะม่วงแก้วขมิ้น การบรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศ สารดูดซับเอทิลีน สารเคลือบผิว

คำนำ

มะม่วงพันธุ์แก้วขมิ้น (*Mangifera indica* L. cv. Kaew Kamin) มีการปลูกแพร่หลายในหลายพื้นที่ของประเทศไทย และมีการนำเข้าบางส่วนจากประเทศกัมพูชาโดยผ่านด่านชายแดน (อุบล และคณะ, 2559) เนื่องจากมะม่วงเป็นผลไม้ประเภท climacteric fruit และมีการสุกหลังจากเก็บเกี่ยวจึงเกิดการสูญเสียอย่างรวดเร็วในสภาพการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงโดยการควบคุมปริมาณของก๊าซออกซิเจนและ/หรือคาร์บอนไดออกไซด์รอบตัวผลิตผลทำให้เกิดการชะลอกระบวนการเมทาบอลิซึมที่สำคัญต่างๆ ภายในผลิตผลทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตผลได้นานขึ้น (Kader, 2002) โดยเรวัติ (2553) ได้รายงานว่าการเก็บรักษาผลิตผลภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงด้วยหน้าต่างแผ่นซิลิโคนเมมเบรนอย่างเดียวหรือร่วมกับสารดูดซับเอทิลีนช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตผลได้นานขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ส่วนการใช้สารดูดซับเอทิลีนโดยเฉพาะโปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตพบว่ามีประสิทธิภาพในการลดอิทธิพลด้านลบของเอทิลีนช่วยให้เก็บรักษาผลิตผลได้นานขึ้น และการเคลือบผิวที่เป็นการดัดแปลงสภาพบรรยากาศภายในผลช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงด้านต่างๆ ของผลิตผลได้ดี (จริงแท้, 2542) ดังนั้น ในการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของการเก็บรักษาแบบดัดแปลงบรรยากาศอย่างเดียวหรือร่วมกับสารดูดซับเอทิลีนและสารเคลือบผิวที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกผลมะม่วงแก้วขมิ้นเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงแก้วขมิ้นต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวผลมะม่วงแก้วขมิ้นระยะแก่ทางการค้าจากสวนของเกษตรกร อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ และขนส่งมาที่ห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี คัดเลือกผลที่มีขนาดใกล้เคียงกัน และปราศจากตำหนิมาใช้ในการทดลอง ทำการแช่ผลในสารละลาย sodium hypochlorite (100 ppm) 10 นาที เพื่อฆ่าเชื้อที่ผิวเปลือก แล้วนำมาเก็บรักษา 4 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 5 ผล ประกอบด้วย การไม่บรรจุกล่อง (Control) การบรรจุกล่องแบบดัดแปลงบรรยากาศอย่างเดียว (MA) (ตามวิธีของเรวัติ, 2553) การบรรจุกล่องแบบดัดแปลงบรรยากาศร่วมกับโพแทสเซียมเพอร์แมงกาเนต 3% (w/w) (MA+$KMnO_4$ 3%) และการบรรจุกล่องแบบดัดแปลงบรรยากาศร่วมกับสารเคลือบผิวเชลแล็ก 1% (MA+Shellac 1%) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27±3 ^{o}C, 79±3% RH) เป็นเวลา 8 วัน บันทึกผลทุก 2 วัน ได้แก่ สีผิวผลและสีเนื้อมะม่วงแก้วขมิ้นโดยใช้แผ่นเทียบสี (Royal Horticultural Society Colour Charts V) แสดงค่า a* และ b* ความแน่นเนื้อ (N) ด้วยเครื่อง Firmness Tester (Effegi, Japan) 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 (*Fm*) ตามวิธีของ สายพรและเรวัติ (2558) ปริมาณ Chlorophyll a (Chl a), Chlorophyll b (Chl b) และ Carotenoids 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 และคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (Chl a) คลอโรฟิลล์บี (Chl b) และแคโรทีนอยด์ ตามวิธีการของ Lichtenthaler and Buschmann (2001) และประเมินค่าคะแนนความสดจากการเปลี่ยนแปลงของสีผิวผล 5 ระดับคะแนน (5 = ผลสดและผิวสีเขียวทั้งผล (100%); 4 = ผล

สดและผิวสีเขียว 75%; 3 = ผลสดปานกลางและผิวสีเขียว 50%; 2 = ผลไม่สดและมีผิวสีเขียว 25% และ 1 = ผลเน่าเสียและผิวสีเหลืองทั้งผล) โดยประเมินทุกผลในแต่ละซ้ำแล้วหาค่าเฉลี่ยของซ้ำของแต่ละกรรมวิธี

ผลและวิจารณ์ผล

1. การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงค่าสีผิวผลและสีเนื้อผล

การสูญเสียน้ำหนักของผลของมะม่วงในชุดควบคุมสูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และมะม่วงที่เก็บรักษาแบบ MA+Shellac 1% มีการสูญเสียน้ำหนักต่ำที่สุด (Fig. 1a) โดยการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงอย่างเดียวหรือร่วมกับสารเคลือบผิว ช่วยลดการคายน้ำจากผิวผลและรักษาระดับความชื้นรอบๆ ตัวผลิตผลสูงกว่าชุดควบคุม ทำให้มีการสูญเสียน้ำออกสู่ภายนอกน้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ เรวัติ (2553) ส่วนค่า a ของสีผิวผลของมะม่วงที่เก็บรักษาแบบ MA+Shellac 1% มีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่วันที่ 4-8 ของการเก็บรักษา (Fig. 1b) ส่วนค่า b ของสีเนื้อผลของชุดควบคุมมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 6-8 ของการเก็บรักษา (Fig. 1c) แสดงว่ามะม่วงในชุดควบคุมมีการสุกมากกว่ามะม่วงที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงอย่างเดียวหรือร่วมกับสารเคลือบผิว ขณะที่ค่าคะแนนความสดของผลมะม่วงในชุดควบคุมลดลงอย่างรวดเร็วและมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 6-8 ของการเก็บรักษา (Fig. 1d)

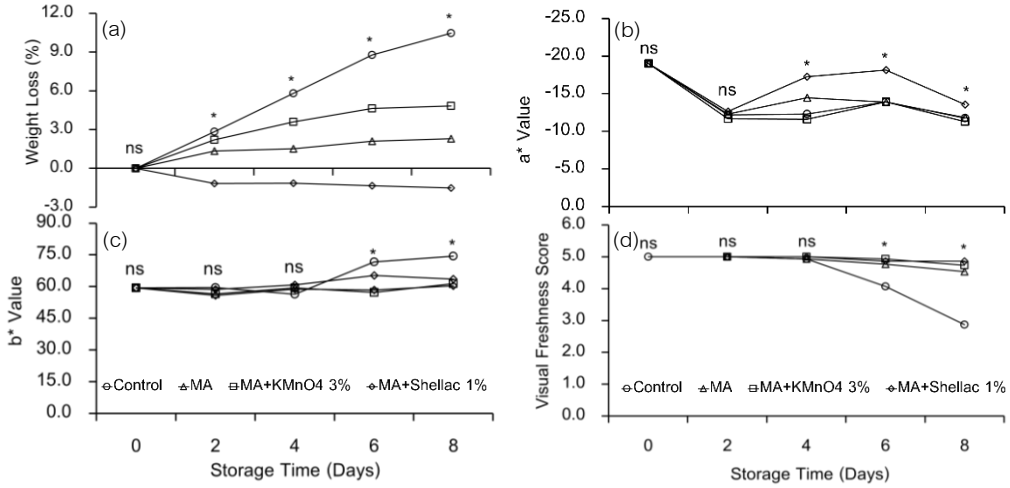

Fig. 1 Weight loss (a), peel a* value (b), flesh b* value (c) and visual freshness score (d) of 'Kaew Kamin' mango under different storage conditions (n=3, ns = non significant, * = significant at $p<0.05$).

2. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพภายในผล

ความแน่นเนื้อของมะม่วงในชุดควบคุมมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วและแตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บรักษา ขณะที่มะม่วงที่เก็บรักษาแบบ MA และ MA+$KMnO_4$ 3% มีการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อเพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา (Fig. 2a) ในทางตรงกันข้ามปริมาณ TSS ของมะม่วงในชุดควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้นสูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตั้งแต่วันที่ 4 ของการเก็บรักษา ขณะที่มะม่วงที่เก็บรักษาแบบ MA และ MA+$KMnO_4$ 3% มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (Fig. 2b) ส่วนปริมาณ TA และปริมาณวิตามินซีของมะม่วงในชุดควบคุมมีค่าลดลงมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงวันที่ 6-8 ของการเก็บรักษา (Fig. 2c และ 2b) จากผลการทดลองจะเห็นว่าการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลง (MA) อย่างเดียวหรือร่วมกับสารดูดซับเอทิลีน (MA+$KMnO_4$ 3%) หรือร่วมกับการเคลือบผิว (MA+Shellac 1%) สามารถรักษาคุณภาพของมะม่วงแก้วขมิ้นทั้งความแน่นเนื้อ TSS TA และวิตามินซี ได้ดีกว่าชุดควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของเรวัติ (2553)

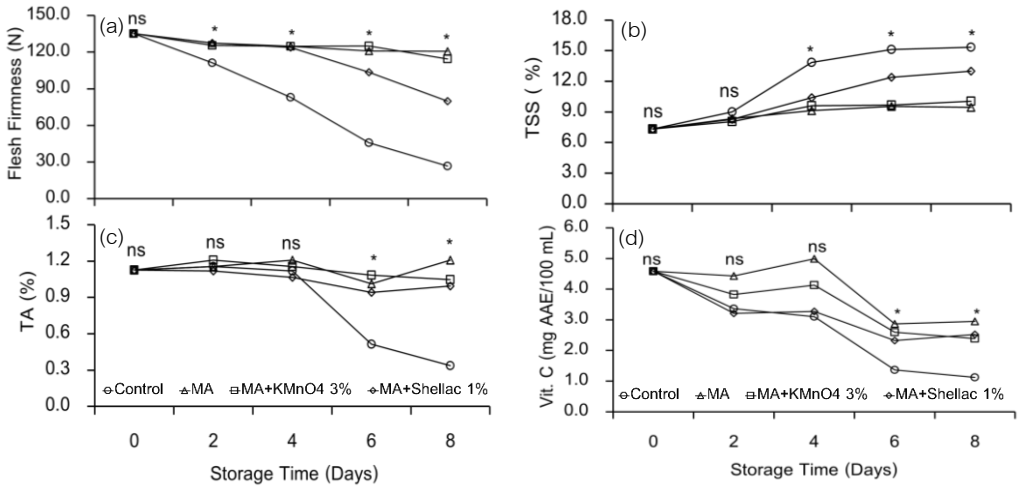

Fig. 2 Changes of 'Kaew Kamin' mango flesh quality under different storage conditions; flesh firmness (a), total soluble solids (b), titratable acidity (c), vitamin C (d) (n=3, ns = non significant, * = significant at $p<0.05$).

3. การเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุและค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนท์ของเปลือกผล

ปริมาณ Chl a ของผิวเปลือกมะม่วงมีค่าเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและพบว่า Chl a ของมะม่วงในการเก็บรักษาแบบ MA+$KMnO_4$ 3% มีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (Fig. 3a) ส่วน Chl b ไม่มีความแตกต่างระหว่างกรรมวิธี (Fig. 3b) ปริมาณแคโรทีนอยด์ของมะม่วงในชุดควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่ากรรมวิธี MA และ แบบ MA+$KMnO_4$ 3% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 6 และ 8 ตามลำดับ (Fig. 3c) และค่า Maximal fluorescence (*Fm*) ของมะม่วงในชุดควบคุมมีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 4-6 และมะม่วงที่เก็บรักษาแบบ MA มีค่า *Fm* เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา (Fig. 3d) แสดงว่าผลมะม่วงในชุดควบคุมอยู่ในสภาวะเครียดมากกว่ากรรมวิธี MA MA+$KMnO_4$ 3% และ MA+Shellac 1% ซึ่งจากรายงานของ ปิยวรรณและคณะ (2567) พบว่าในการกระตุ้นการสุกของมะม่วงแก้วขมิ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุภายใต้ผิวผลอย่างชัดเจนซึ่งบ่งบอกระดับการสุกของผล ขณะที่ในการศึกษานี้พบว่ามะม่วงที่เก็บในสภาพบรรยากาศดัดแปลงอย่างเดียวหรือร่วมกับสารดูดซับเอทิลีนหรือสารเคลือบผิวมีการเปลี่ยนแปลงแคโรทีนอยด์รวมถึงค่า *Fm* ที่น้อยกว่าชุดควบคุมแสดงว่ากรรมวิธีข้างต้นอยู่ในสภาวะเครียดที่น้อยกว่า จึงสามารถชะลอการสุกและรักษาคุณภาพผลมะม่วงไว้ได้ดีกว่าชุดควบคุม

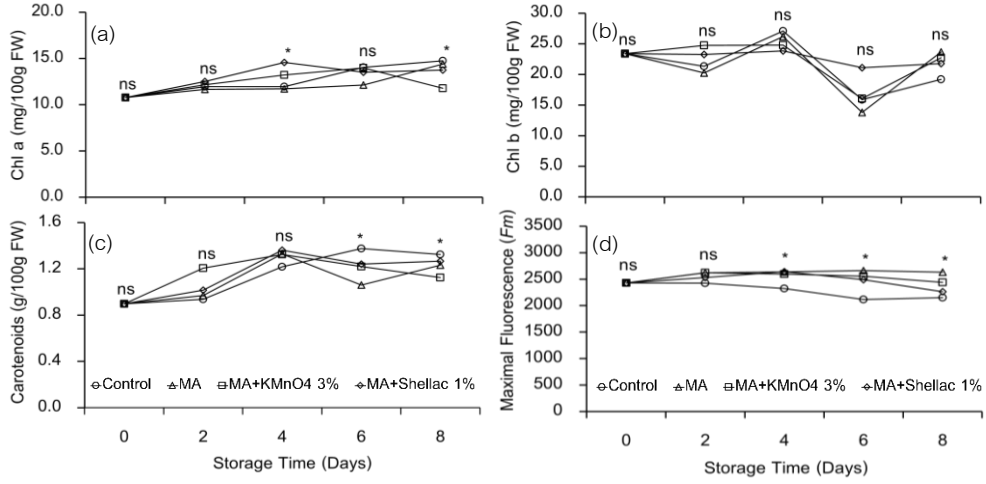

Fig. 3 Changes of pigments and chlorophyll fluorescence of 'Kaew Kamin' mango's peel under different storage conditions; chlorophyll a (a), chlorophyll b (b), carotenoids (c), maximal fluorescence (d) (n=3, ns = non significant, * = significant at $p<0.05$).

สรุปผล

การเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลง (MA) อย่างเดียวหรือร่วมกับกับสารดูดซับเอทิลีน (MA+$KMnO_4$ 3%) และร่วมกับการเคลือบผิว (MA+Shellac 1%) สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพภายนอกและภายในและการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาผิวผลของมะม่วงแก้วขมิ้นได้ดีกว่าชุดควบคุม และการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงอย่างเดียวเพียงพอที่จะรักษาคุณภาพทั้งภายนอกและภายในของผลมะม่วงและสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้ร่วมกับสารดูดซับเอทิลีนหรือสารเคลือบผิว

คำขอบคุณ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกรมความร่วมมือระหว่างประเทศ (TICA) กระทรวงการต่างประเทศ จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ และขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวในการสนับสนุนสถานที่และเครื่องมือสำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2542. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. จตุจักร, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

ปิยวรรณ ที่รักษ์, นารีนาถ บุญเต็ม, อุบล ชินวัง, ทินน์ พรหมโชติ, สาธิต พสุวิทยกุล, อดุลย์ อภินันทร์, วัชรพงษ์ วัฒนกูล, วีรเวทย์ อุทโธ และเรวัติ ชัยราช. 2567. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเนื้อผลและสรีรวิทยาผิวผลของผลมะม่วงแก้วขมิ้นหลังการกระตุ้นการสุกด้วยสารปลดปล่อยเอทิลีน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 55(1) (พิเศษ) : 126–130.

เรวัติ ชัยราช. 2553. การประยุกต์ใช้กล่องบรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศที่ใช้หน้าต่างซิลิโคนเมมเบรนร่วมกับสารดูดซับและยับยั้งการทำงานของเอทธิลีนในการรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาทุเรียนพันธุ์หมอนทอง. รายงานวิจัย, ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 49 หน้า.

สายพร ดวงสา และ เรวัติ ชัยราช. 2558. การประเมินการสูญเสียคุณภาพของผักกาดขาวระหว่างการเก็บรักษาโดยใช้ค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซ็นซ์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 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. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington. Verginia, 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. Biological Forum–An International Journal 7(2): 370-378.

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

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