การเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงโดยไทเทเนียมไดออกไซด์ต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้

Titanium Dioxide Photocatalytic Oxidation on Storage Life Extension of *Mangifera indica* cv. Nam Dork Mai

บัณฑิต เจริญทรัพย์[1, 2] **จำนงค์ อุทัยบุตร**[1, 3] **และ วิลาวัลย์ คำปวน**[1, 4]

Bandit Charoensap[1, 2], Jamnong Uthaibutra[1, 3] and Wilawan Kumpoun[1, 4]

Abstract

The objective of this research was to investigate the effect of titanium dioxide photocatalytic oxidation (TPO) on storage life extension of *Mangifera indica* cv. Nam Dork Mai. Mature green fruits were put into a TPO-treated container compared with a non-treated container (without TPO) and kept at 13°C with 85-90% RH. The results showed that ethylene and carbon dioxide contents in the non-treated container markedly increased while those in the TPO-treated container slightly increased throughout the storage periods. Mango fruit firmness, flesh color (hue angle value, h°) and titratable acidity of the TPO treatment were higher while total soluble solids content was lower than that of the non-TPO treatment. The fruit of TPO treatment could be stored at 13°C for 35 days while those of non-TPO treatment were only 21 days. This study demonstrates that the TPO treatment is not only to maintain the lower contents of ethylene and carbon dioxide but also to extend the storage life and maintain the quality of mango fruits.

Keywords: carbon dioxide, ethylene, long preservation, mango

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้คือ เพื่อศึกษาผลของการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงโดยไทเทเนียมไดออกไซด์ (titanium dioxide photocatalytic oxidation, TPO) ต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ (*Mangifera* indica L.) ทำการทดลองโดยเก็บผลมะม่วงที่แก่เต็มที่ใส่ลงในกล่องที่ใช้ TPO เปรียบเทียบกับกล่องที่ไม่ใช้ TPO และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่า ปริมาณเอทิลีนและคาร์บอนไดออกไซด์ในกล่องที่ไม่ใช้ TPO เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ในขณะที่กล่องที่ใช้ TPO เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ผลมะม่วงที่ใช้ TPO มีค่าความแน่นเนื้อ, สีเนื้อ (ค่ามุม Hue, h°) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงกว่าผลมะม่วงที่ไม่ใช้ TPO ส่วนปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของกรรมวิธีที่ใช้ TPO มีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใช้ TPO ผลมะม่วงที่ใช้ TPO แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 35 วัน ในขณะที่กรรมวิธีที่ไม่ใช้ TPO เก็บรักษาได้เพียง 21 วัน การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ TPO ไม่เพียงแต่จะช่วยลดการสะสมของปริมาณเอทิลีนและคาร์บอนไดออกไซด์เท่านั้น แต่ยังช่วยยืดอายุการเก็บรักษา และคุณภาพของผลมะม่วงด้วย

คำสำคัญ: คาร์บอนไดออกไซด์ เอทิลีน คุณภาพการเก็บรักษา มะม่วง

คำนำ

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ (*Mangifera indica* L.) เป็นผลไม้เขตร้อนและเป็นผลไม้ประเภท climacteric ภายหลังการเก็บเกี่ยวจะมีกระบวนการสุกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากผลมะม่วงมีการสร้างเอทิลีนเพิ่มขึ้น ทำให้มีอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายสั้น ถ้าสามารถควบคุมกระบวนการสุกและการเสื่อมคุณภาพของผลไม้ได้ จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น (จารุวัฒน์ และศิริชัย, 2545)

เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่เกี่ยวข้องกับการสุกของผลไม้ และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การเปลี่ยนสี การหายใจ และการอ่อนตัวของผล เป็นต้น เมื่อปริมาณเอทิลีนสูงจะเร่งให้มีการหายใจมากขึ้น และเร่งให้มีการ

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 / ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กทม. 10400

[1] Postharvest Technology Research Institute, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200 / Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400

[2] บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[2] The Graduate School Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

[3] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[3] Department of Biology, Faculty of Science Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

[4] สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[4] Institute for Science and Technology Research and Development, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

เปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุกเกิดขึ้นโดยสมบูรณ์ (Herianus *et al*., 2003) ดังนั้นหากสามารถยับยั้งการสร้างเอทิลีนหรือการทำงานของเอทิลีนจะชะลอการสุกของผลไม้ได้ อย่างไรก็ตามการใช้วิธีการต่างๆ เพื่อยับยั้งการทำงานของเอทิลีนบางวิธีอาจไม่เหมาะแก่การนำมาใช้ เนื่องจากมีข้อจำกัดบางประการ เช่น 2, 5-norbornadiene (2, 5-NBD) มีผลในการยับยั้งการทำงานของเอทิลีน (Hyodo *et al*., 2003) แต่มีกลิ่นฉุนและมีฤทธิ์กัดกร่อนจึงไม่เหมาะในการนำมาใช้กับผลิตผลสด นอกจากนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ผลไม้ยังมีการสร้างเอทิลีนอยู่ ทำให้ผลิตผลได้รับเอทิลีนและยังคงเสื่อมสภาพ หรือการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเกินไป อาจทำให้ผลิตผลเสียหายหรือเกิดอาการสะท้านหนาว (Chilling injury) มีการรายงานว่าการใช้สารไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) ร่วมกับแสงอัลตราไวโอเลตสามารถยับยั้งการทำงานของเอทิลีนได้ทั้งในดอกไม้และผลไม้หลายชนิด เช่น คาร์เนชัน กล้วย แอปเปิล สตรอเบอร์รี และมะเขือเทศ (Nishizawa *et al,* 2006, 2008) เช่นเดียวกับการทดลองของ Chawengkijwanich and Hayata (2008) ที่เคลือบ TiO_2 บนฟิล์ม oriented polypropylene พบว่าสามารถลดการสะสมของเอทิลีนในบรรจุภัณฑ์แบบบรรยากาศดัดแปลงได้ คุณสมบัติของ TiO_2 ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีราคาไม่แพง ไม่เป็นพิษ มีความเสถียรสูง และมีความสามารถในการละลายต่ำ (Sobana *et al*., 2006) ดังนั้น TiO_2 อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในอนาคตเพื่อนำมาใช้ในการควบคุมกระบวนการสุก และการเสื่อมสภาพของผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยว ด้วยเหตุนี้ในการทดลองนี้จึงทำการศึกษาผลของ TiO_2 Photocatalytic Oxidation ต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และชีวเคมีของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ระหว่างการเก็บรักษา เพื่อเป็นแนวทางใหม่ในการเก็บรักษาผลมะม่วงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เครื่อง TiO_2 Photocatalytic Oxidization (TPO) มีขนาดกว้างxยาวxสูง เท่ากับ 19x10x22 เซนติเมตร ส่วนประกอบภายในเครื่องประกอบด้วย 1) แผ่น TiO_2 ที่ใช้ผง TiO_2 ปริมาณ 10 กรัม/200 ตารางเซนติเมตร 2) หลอดอัลตราไวโอเลต (UV-A) ขนาด 7 วัตต์ 1 หลอด 3) พัดลมดูดอากาศ เส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัด 9 เซนติเมตร โดยติดตั้งเครื่อง TPO ในกล่องปิดสนิทขนาดกว้างxยาวxสูง เท่ากับ 46x64x41 เซนติเมตร จำนวน 3 กล่อง โดยตั้งเวลาเปิดเครื่อง 7 ชั่วโมง ปิด 1 ชั่วโมง สลับกันไปตลอดเวลาการทดลอง แต่ละกล่องภายในบรรจุมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ผลมะม่วงที่ใช้เก็บเกี่ยวจากสวนเกษตรกรในอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ อายุประมาณ 112 วันหลังดอกบาน คัดเลือกที่มีสี ขนาด รูปร่างเสมอกัน และน้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 450 กรัม จำนวน 15 ผล เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ใช้เครื่อง TPO วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) มี 3 ซ้ำ สุ่มก๊าซในกล่องออกมาวิเคราะห์ปริมาณเอทิลีน และคาร์บอนไดออกไซด์ทุกๆ 2 วัน เป็นเวลา 34 วัน ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (Agilent Technologies รุ่น 7820A) วัดคุณภาพทางกายภาพและเคมีทุก 7 วัน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของผลมะม่วง (ค่า hue angle, h°) ด้วยเครื่อง Color Meter (Hunter Lab รุ่น Color Quest XE) วัดค่าความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง Firmness Tester (Wagner รุ่น FT-011) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ด้วยเครื่อง Digital Refractometer (ATAGO รุ่น PR-101) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ตามวิธีการของ A.O.A.C. (1990)

ผลการทดลอง

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่บรรจุไว้ในกล่องที่ใช้ TiO_2 Photocatalytic Oxidization (TPO) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณก๊าซเอทิลีนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใช้ TPO (กรรมวิธีควบคุม) โดยกรรมวิธีที่ใช้ TPO มีปริมาณเอทิลีนเพิ่มขึ้นช้ากว่ากรรมวิธีที่ไม่ใช้ TPO ตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บรักษาและเมื่อเก็บรักษาจนถึงวันที่ 20 กรรมวิธีที่ใช้ TPO มีปริมาณก๊าซเอทิลีนสะสมภายในกล่องต่ำกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใช้ TPO ถึงสามเท่า คือ 0.03 และ 0.10 ppm ตามลำดับ ส่วนปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เริ่มต้นของกรรมวิธีที่ใช้และไม่ใช้ TPO (วันที่ 0) เท่ากับ 0.48 และ 0.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของกรรมวิธีที่ไม่ใช้ TPO เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงวันที่ 12 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.84 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้ TPO มีเพียง 1.28 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของทั้งสองกรรมวิธีค่อนข้างคงที่ จนถึงวันที่ 20 กรรมวิธีที่ใช้และไม่ใช้ TPO มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 1.29 และ 3.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 2A and 2B)

ผลของการใช้เครื่อง TPO ต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ขณะผลยังดิบเนื้อผลเป็นสีขาวปนเขียว (ค่า h° เท่ากับ 92.97) เมื่อผลสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลือง โดยค่า h° ของเนื้อผลมีค่าลดลง โดยเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 21 วัน ค่า h° ของกรรมวิธีที่ใช้ TPO และไม่ใช้ TPO ลดลงเหลือ 88.32 และ 86.78 ตามลำดับ (Figure 2A) สำหรับค่าความแน่นเนื้อของมะม่วงทั้งสองกรรมวิธีลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ผลมะม่วงที่ใช้ TPO มีค่าความแน่นเนื้อในวันที่ 21 ของการเก็บรักษามากกว่าไม่ใช้ TPO โดยมีค่าเท่ากับ 4.13 และ 3.42 kg/cm^2 ตามลำดับ ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ พบว่า การใช้ TPO ชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ได้ดีกว่ามะม่วงที่ไม่ใช้ TPO (Figure 2C) เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

พบว่ากรรมวิธีที่ใช้ TPO ชะลอการลดลงของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ช้ากว่ามะม่วงที่ไม่ใช้ TPO (Figure 2D) หลังจากวันที่ 21 กรรมวิธีที่ไม่ใช้ TPO ผลมะม่วงสุก และเน่าเสียมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผลทั้งหมด และบางผลเริ่มมีกลิ่น และรสชาติที่ผิดปกติ จนสิ้นสุดการเก็บรักษา ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ TPO ผลเริ่มสุกในวันที่ 35 ผลส่วนใหญ่ยังไม่เกิดโรค ไม่พบกลิ่น และรสชาติที่ผิดปกติ

วิจารณ์ผล

กรรมวิธีที่ใช้ TPO สามารถลดปริมาณเอทิลีนที่สะสมอยู่ในกล่องได้ดี เนื่องจากไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) เมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสงอัลตราไวโอเลตหรือแสงยูวีทำให้เกิดปฏิกิริยาโฟโตแคตาไลติก ซึ่งไปมีผลทำให้โมเลกุลของน้ำและออกซิเจนในอากาศแตกตัวเกิดอนุมูลอิสระ hydroxyl radical (•OH) และ superoxide anion ($•O_2$) ซึ่งเป็นตัวออกซิไดส์และตัวรีดิวซ์ที่รุนแรง ตามลำดับ (Fujishima *et al*., 2000; Zhao and Yang, 2003) hydroxyl radical และ superoxide anion จะเข้าไปจับโมเลกุลเอทิลีน โดย hydroxyl radical จะดึงไฮโดรเจนอะตอมของเอทิลีนกลายเป็นน้ำ (H_2O) ส่วน superoxide anion จะดึงคาร์บอนอะตอมของเอทิลีนรวมตัวกันกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) (Park *et al*., 1999) ส่งผลให้ปริมาณเอทิลีนลดลงแต่ปริมาณไอน้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์ ภายในระบบสูงขึ้น (Han and Nie, 2004) ซึ่งสอดคล้องกับผลการเก็บรักษาผลมะม่วงที่มีปริมาณเอทิลีนในกล่องที่ใช้ TPO น้อยกว่าในกล่องที่ไม่ใช้ TPO แต่กรณีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของกรรมวิธีที่ไม่ใช้ TPO ที่มีค่าสูงกว่า เนื่องจากผลมะม่วงยังมีชีวิตอยู่ จึงปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจในปริมาณมากตลอดเวลา เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ใช้ TPO ที่มีการกำจัดเอทิลีน และเนื่องจากเอทิลีนมีผลกระตุ้นการหายใจ และการสร้างเอทิลีนของผลไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลไม้ประเภท climacteric (สายชล, 2528) ดังนั้น การกำจัดเอทิลีนจึงช่วยลดอัตราการหายใจของผลมะม่วงและชะลอการสุกได้ ผลมะม่วงของกรรมวิธีที่ไม่ใช้ TPO จึงเข้าสู่กระบวนการสุกเร็วกว่าผลมะม่วงที่ใช้ TPO ซึ่งพิจารณาได้จากการที่สีเนื้อ (ค่า h°) และความแน่นเนื้อของกรรมวิธีที่ไม่ใช้ TPO ลดลงเร็วกว่ากรรมวิธีที่ใช้ TPO เกิดจากการสะสมของเอทิลีนภายในระบบที่ผลมะม่วงสร้างขึ้นมามีปริมาณสูงกว่า จึงเร่งการเสื่อมสภาพให้เกิดเร็วขึ้น ทำให้มะม่วงที่มีเนื้อสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีเหลือง นอกจากนี้เอทิลีนกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด เช่น เอนไซม์เพกทิเนส (pectinase) และเซลลูเลส (cellulase) เป็นผลทำให้เนื้อผลมะม่วงนิ่มลง และไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (จริงแท้, 2544) เช่นเดียวกับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ที่มีค่าเพิ่มขึ้น และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีค่าลดลงเมื่อเกิดกระบวนการสุก (จิรา, 2531) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Nishizawa *et al*. (2006) ที่รายงานว่าการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงโดยไทเทเนียมไดออกไซด์สามารถลดปริมาณเอทิลีน และคาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมอยู่ในห้องเก็บรักษา และรักษาคุณภาพผลมะเขือเทศได้ โดยช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และการเปลี่ยนสีของผลมะเขือเทศได้ดีกว่าชุดควบคุม

สรุป

การเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงโดยไทเทเนียมไดออกไซด์ สามารถลดปริมาณของเอทิลีนและคาร์บอนไดออกไซด์ในกล่องบรรจุผลมะม่วง ทำให้ชะลอการสุก การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และยืดอายุการเก็บรักษาผลมะม่วงได้ โดยสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ ได้นาน 35 วัน ในขณะที่กรรมวิธีที่ไม่ใช้ TPO เก็บรักษาได้เพียง 21 วันเท่านั้น

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กรุงเทพฯ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัย และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนสถานที่ และอุปกรณ์ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2544. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 396 หน้า.

จิรา ณ หนองคาย. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักผลไม้ดอกไม้. สำนักพิมพ์แมสพับลิสชิ่ง. กรุงเทพฯ. 272 หน้า.

จารุวัฒน์ โรจนภัทรากุล และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2545. ผลของ 1-methylcyclopropene ต่อการชะลอการสุกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 33: 60-67.

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 365 หน้า.

A.O.A.C. 1990. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia. 1298 pp.

Chawengkijwanich, C. and Y. Hayata. 2008. Performance of TiO_2 powder coated packaging film in ethylene removal. Acta Horticulturae 804: 541-546.

Fujishima, A., T.N. Rao and D.A. Tryk. 2000. Titanium dioxide photocatalysis. Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photo-chemistry Reviews 1: 1-21.

Han, Y.S. and L.H. Nie. 2004. The mechanism of protecting fresh and preparation of nano TiO_2 thin film. Journal of Zhuzhou Institute of Technology 18: 148-150.

Herianus, J.D., L.Z. Singh and S.C. Tan. 2003. Aroma volatiles production during fruit ripening of Kensington Pride mango. Postharvest Biology and Technology 27: 323-336.

Hyodo, H., Y. Imai, Y. Yamazumi and F. Nishikawa. 2003. Ethylene in senescence and stress. pp. 99. In: Proceedings of the APEC symposium on postharvest handling systems. September 1-3, 2003. Bangkok, Thailand.

Nishizawa, T., T. Aikawa and M. Takahashi. 2006. Storage of horticultural products in closed rooms with TiO_2 photocatalyst: changes in room atmosphere and quality of fruits and cut flowers. Acta Horticulturae 712: 261-268.

Nishizawa, T., M. Takeda and H. Murayama. 2008. Effects of TiO_2 photocatalytic oxidation in the room atmosphere and the quality of tomato fruit during storage under a closed system. Acta Horticulturae 804: 309-314.

Park, D.R., J. Zhang, K. Ikeue, H. Yamashita and M. Anpo. 1999. Photocatalytic oxidation of ethylene to CO_2 and H_2O on ultrafine powdered TiO_2 photocatalysts in the presence of O_2 and H_2O. Journal of Catalysis 185: 114-119.

Sobana, N., M. Muruganadham and M. Swaminathan. 2006. Nano-Ag particles doped TiO_2 for efficient photodegradation of direct azo dyes. Journal of Molecular Catalysis A: Chemical 258 (1-2): 124-132.

Zhao, J. and X. Yang. 2003. Photocatalytic oxidation for indoor air purification: a literature review. Building and Environment 38: 645-654.

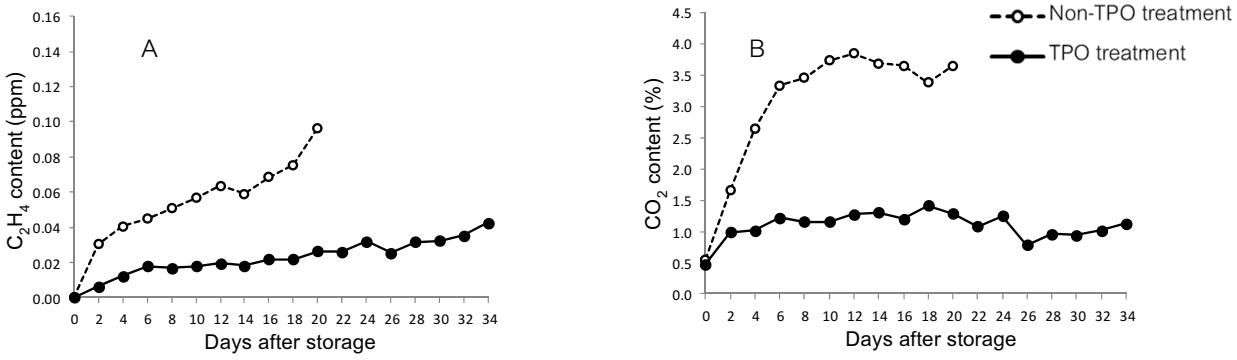

Figure 1 Effect of TiO_2 photocatalytic oxidation (TPO) on ethylene content (A) and CO_2 content (B) of mango fruits in the containers.

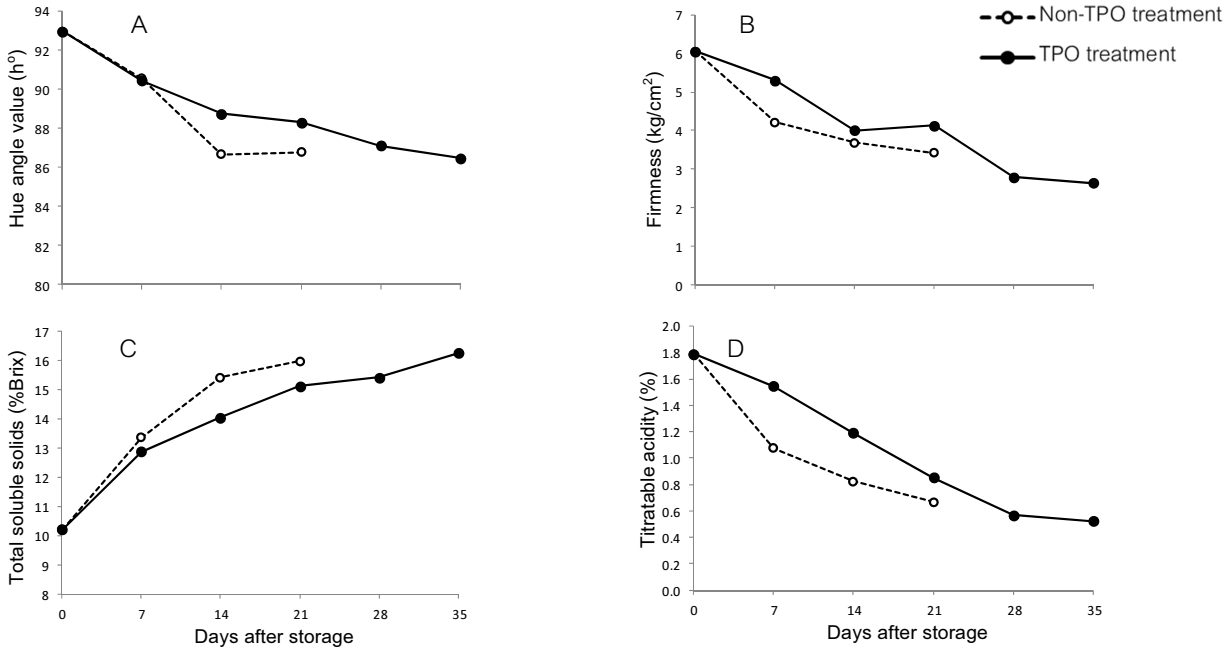

Figure 2 Changes of flesh hue angle value (A), firmness (B), total soluble solids (C) and titratable acidity (D) of mango fruits stored at 13°C, 85-90% RH for 35 days.