การศึกษาการชะลอการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้

A Study on Ripening Delay of *Mangifera indica* Linn. cv. Nam Dork Mai

ศักยะ สมบัติไพรวัน[1] เทวรัตน์ ทิพยวิมล[1] และ กระวี ตรีอำนรรค[2]

Sakaya Sombatpraiwan[1], Tawarat Tipyavimol[1] and Krawee Treeamnuk[2]

Abstract

This study aims at demonstrating the stimulating or inhibiting effect of ethylene on the ripening of Nam Dork Mai mangoes (autocatalysis), The test consisted of 6 treatments: (1) a control group, (2)-(4) three groups with 10 g of activated carbon respectively displayed as powder, granules or pellets, (5) a group with commercially available ethylene absorber packets (10g) and (6) a group fumigated with 1000 ppb 1-methylcyclopropene (1-MCP) for 6 hours. Each treatment contained 3 fruits in a carton and was stored at 13±1°C and 95±2% RH. After 37 days, the control group and all the treatments with activated carbon showed no statistically significant differences regarding ripening indicators such as the firmness of the peel or the flesh, the color value (image processing), pH, total soluble solids (TSS) and titratable acidity (TA). Then, all types of activated carbon cannot delay the ripeness. In contrast, the ripening indicators of the fruits kept with ethylene absorber packets and exposed to 1-MCP gas were significantly different from other treatments indicating that these products can be used to delay the ripening process about 2 and 8 days, respectively.

Keywords: Nam Dork Mai mango, ripening delay, activated carbon, ethylene absorber, 1-methylcyclopropene

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการดูดซับ หรือยับยั้งการกระตุ้นตัวเองจากเอทิลีน (autocatalysis) ในการชะลอการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ ด้วยกรรมวิธีการต่างๆ ได้แก่ (1) กลุ่มควบคุม (2) กลุ่มบรรจุกล่องพร้อมถ่านกัมมันต์ชนิดผง 10 กรัม (3) กลุ่มบรรจุกล่องพร้อมถ่านกัมมันต์ชนิดแกรนูล 10 กรัม (4) กลุ่มบรรจุกล่องพร้อมถ่านกัมมันต์ชนิดเกล็ด 10 กรัม (5) กลุ่มบรรจุกล่องพร้อมสารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorber) ที่ใช้ทางการค้า 10 กรัม และ (6) กลุ่มรมด้วย 1-methylcyclopropene (1-MCP) ความเข้มข้น 1000 ppb เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แต่ละทรีตเมนต์บรรจุกล่องละ 3 ผล เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 95±2% เป็นเวลา 37 วัน พบว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่บรรจุกล่องพร้อมถ่านกัมมันต์แบบต่างๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในค่าความแน่นเนื้อผ่านเปลือก ค่าความแน่นเนื้อ ค่าสีด้วยเทคนิคภาพถ่าย ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) กล่าวคือ กลุ่มของถ่านกัมมันต์ทุกแบบไม่สามารถชะลอการสุกได้ แต่กรรมวิธีการใช้สารดูดซับเอทิลีน และกรรมวิธีการใช้ 1-MCP ความเข้มข้น 1000 ppb เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยสามารถชะลอการสุกได้ประมาณ 2 และ 8 วัน ตามลำดับ

คำสำคัญ: มะม่วงน้ำดอกไม้ การชะลอการสุก ถ่านกัมมันต์ สารดูดซับเอทิลีน 1-methylcyclopropene

คำนำ

มะม่วงเป็นผลไม้ประเภท climacteric มีการสร้างเอทิลีนที่ตอบสนองต่อเอทิลีน (การสังเคราะห์เอทิลีนระบบที่ 2) โดยเอทิลีนจะกระตุ้นตัวเอง หรือ autocatalysis ยิ่งได้รับเอทิลีนจากแหล่งภายนอก หรือจากผลที่ปลดปล่อยออกมาเองการสุกจะเกิดได้เร็วขึ้น (จริงแท้, 2549) การสุกหรือเสียสภาพก่อนถึงแหล่งจำหน่ายเป็นความเสียหายทางเศรษฐกิจ จึงได้มีวิธีชะลอการสุกด้วยปัจจัยภายใน เช่น การตัดแต่งพันธุกรรม หรือปัจจัยภายนอก เช่น การลดอุณหภูมิ การใช้บรรยากาศดัดแปลง การใช้ด่างทับทิมในวัสดุรูพรุนบรรจุในภาชนะเก็บผลิตผลเพื่อออกซิไดส์เอทิลีน (มยุรี, 2538; จริงแท้ และดารณี, 2539) การใช้ zeolite ชุบด่างทับทิมในซองกระดาษถุงชาทางการค้าบรรจุพร้อมผลิตผลเพื่อกำจัดเอทิลีน หรือการใช้ 1-MCP เป็น competitive

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000

[1] School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000

[2] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110

[2] Department of Agriculture Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathumthani 12110

inhibitor (ยับยั้งแบบแย่งจับกับ ethylene receptor) (จารุวัฒน์ และศิริชัย, 2545; เบญจมาศ และคณะ, 2548) การผลิตบรรจุภัณฑ์แอคทีฟกล่องกระดาษลูกฟูกขึ้นรูปพร้อมผงถ่านกัมมันต์เพื่อดูดซับเอทิลีน (พรชัย และคณะ, 2553) เนื่องจากถ่านกัมมันต์เป็นสารดูดติดผิวที่สามารถดูดจับโมเลกุลได้หลายชนิด และมีรายงานว่าสามารถดูดซับเอทิลีนในภาชนะปิดได้ (ชัยพร และรังสินี, 2550) สามารถผลิตได้จากไม้เนื้อแข็ง กะลามะพร้าว เปลือกวอลล์นัท (Kambarova and Sarymsakov, 2008) เมล็ดลำไย จึงไม่มีความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งประเทศไทยมีวัตถุดิบ และศักยภาพที่จะผลิตถ่านกัมมันต์ใช้ได้เอง เนื่องจากมีวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรจำนวนมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ถ่านกัมมันต์ดูดซับเอทิลีนในภาชนะเก็บรักษาเพื่อชะลอการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้โดยเปรียบเทียบกับการใช้สารดูดซับเอทิลีนทางการค้า และ 1-MCP ตามความเข้มข้นที่จารุวัฒน์ และศิริชัย (2545) แนะนำไว้

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้มะม่วงน้ำดอกไม้อายุเก็บเกี่ยว 85 วันหลังดอกบาน จากแหล่ง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ตรวจระยะการสุกแก่อีกครั้งด้วยความถ่วงจำเพาะ (อภิตา, 2554) และ heat treatment ที่ 55°C 5 นาที วางแผนการทดลองแบบ CRD แยกเป็น 6 ทรีตเมนต์ โดย A เป็นกลุ่มควบคุม, B บรรจุพร้อมถ่านกัมมันต์ชนิดผงของบริษัท Unionsci, E16 เกรดห้องปฏิบัติการ, C บรรจุพร้อมถ่านกัมมันต์ชนิดแกรนูลของบริษัท Loba Chemie, S052810 เกรดเคมีวิเคราะห์, D บรรจุพร้อมถ่านกัมมันต์ชนิดเกล็ด 4x8 mesh ของบริษัท C. Gigantic Carbon, A101 เกรดการค้า โดย B, C และ D ใช้ถ่านกัมมันต์ทรีตเมนต์ละ 10 กรัม บรรจุใบถุงชา, ทรีตเมนต์ E บรรจุพร้อม Ethyl-GONE (Ethylene absorber) ที่ใช้ทางการค้า ของบริษัทไบโอเซฟเฟอร์ บรรจุสำเร็จซองละ 10 กรัม จำนวน 1 ซอง, F ผ่านการรม 1000 ppb 1-MCP เป็นเวลา 6 ชั่วโมง 25°C นำหน่วยทดลองแต่ละทรีตเมนต์บรรจุกล่องละ 3 ผล (ซ้ำ) (ประมาณ 1 กิโลกรัม) ในกล่องกระดาษลูกฟูกขนาด 17x25x9 ซ.ม. ที่ไม่ได้เจาะรู เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±1°C 95±2% R.H. ตรวจวัดค่าความแน่นเนื้อผ่านเปลือก และค่าความแน่นเนื้อด้วย Texture Analyser (TA-XT Plus) บริเวณกึ่งกลางแก้มผล (mesocarp) ตามวิธีของผ่องเพ็ญ และคณะ (2552) โดยใช้โพรบสแตนเลสสตีลทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 mm กดด้วยความเร็ว 0.2 mm/s ตามวิธีของ Sirisomboon *et. al* (2008) และเทคนิคภาพถ่ายเพื่อหาค่าสี ซึ่งใช้การถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัล (commercial digital camera) ในสภาพควบคุมแหล่งกำเนิดแสงและระยะทาง นำมาหาค่าสี (L, a, b) ด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop CS3 ตรวจวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (LSS) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) ทุกวันเป็นเวลา 37 ทำการจัดระดับทางสถิติ DMRT และ LSD

ผลและวิจารณ์ผล

ระหว่างการสุกความแน่นเนื้อที่เปลือก และเนื้อในแต่ละทรีตเมนต์ลดลงในระยะเวลาที่แตกต่างกัน สำหรับความแน่นเนื้อเปลือก ประมาณวันที่ 1-6 ความชันของกราฟลดลงเล็กน้อย วันที่ 7-14 เป็นช่วงที่กราฟลดระดับอย่างรวดเร็ว และประมาณวันที่ 15 ขึ้นไปมีการลดลงอย่างช้าๆ ขณะที่ความแน่นเนื้อ วันที่ 1-7 ความชันของกราฟลดลงเล็กน้อย วันที่ 8-14 มีการลดลงของความแน่นเนื้ออย่างรวดเร็ว วันที่ 15 ความชันของกราฟลดลงอย่างช้าๆ แต่ทรีตเมนต์ E (ethylene absorber) และทรีตเมนต์ F (1000 ppb 6h, 1-MCP) ใช้เวลาในการลดลงของความแน่นเนื้อผ่านเปลือก และเนื้อนานกว่าทรีตเมนต์ของกลุ่มถ่านกัมมันต์ (Figure 1)

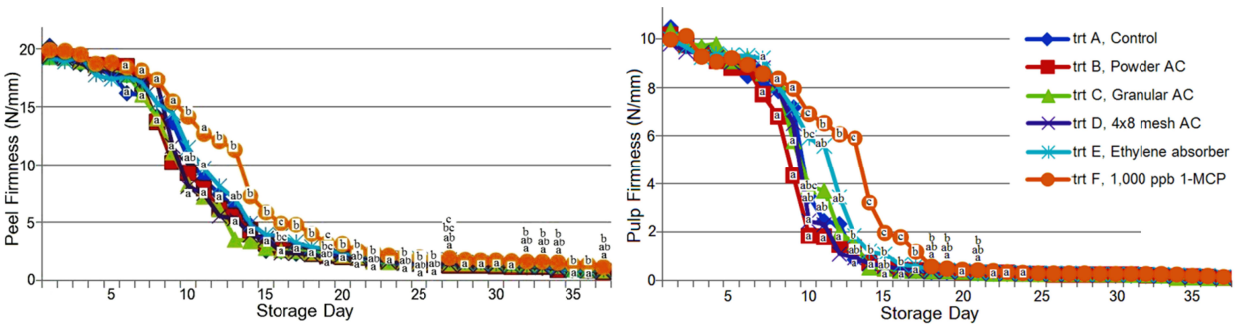

Figure 1 Effect of treatments on peel firmness (left) and pulp firmness (right) with 0.2 mm/s pressed with 5 mm diameter spherical stainless steel probe by Texture analyzer (TA XT Plus)

การใช้เทคนิคภาพถ่ายวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีในลักษณะ Delta E (Figure 2i) ทรีตเมนต์ E และ F ให้ค่า delta E ต่ำกว่ากลุ่มถ่านกัมมันต์ (B-D) การวิเคราะห์ค่าทางเคมี พบว่า ค่า TSS เพิ่มขึ้น และ %TA ลดลงโดยเห็นอิทธิพลของทรีตเมนต์อย่างชัดเจน คือ ทรีตเมนต์ E และ F มีความสามารถในการชะลอการเปลี่ยนแปลงระหว่างการสุกได้มากกว่ากลุ่มถ่านกัมมันต์ประเภทต่างๆ และชุดควบคุม ซึ่งให้ค่าเกาะกลุ่มกัน (Figure 2ii, iii) ส่วนค่า pH มีค่าเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน

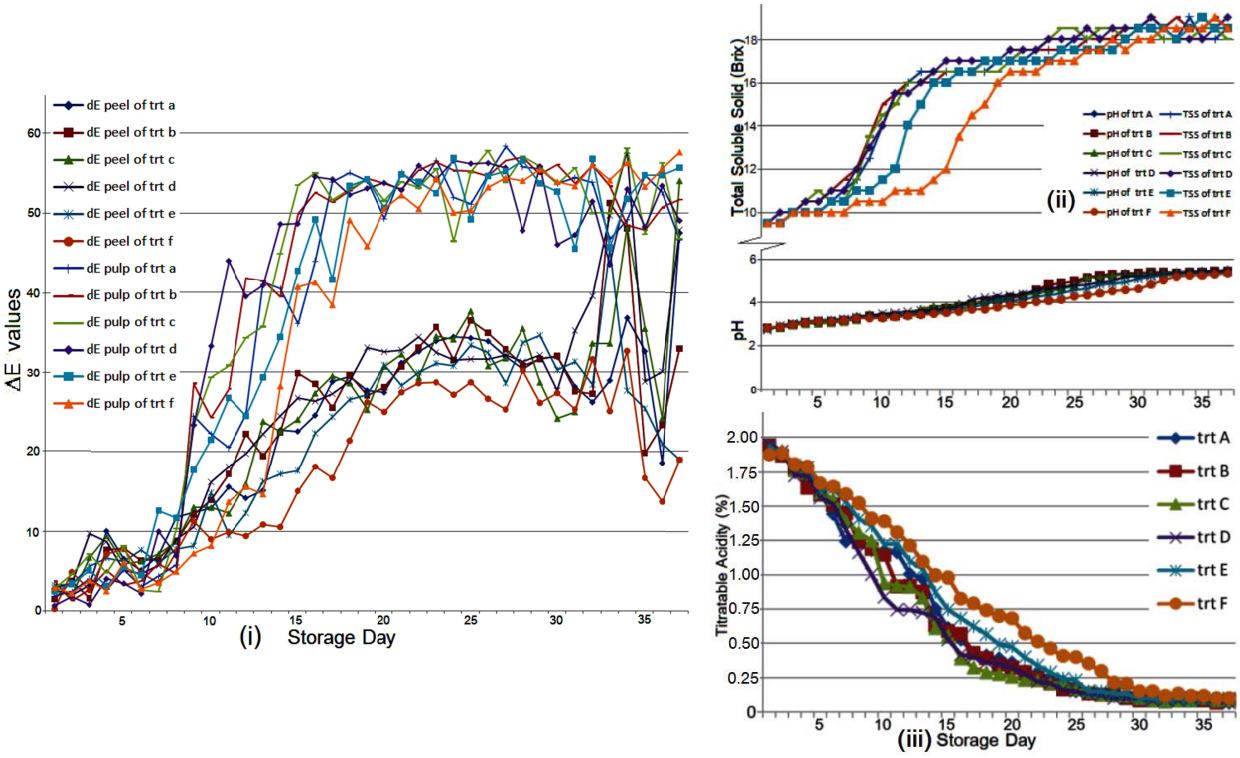

Figure 2 Effect of treatments on color difference (Delta E) which refers to $\Delta E = \sqrt{(L_n - L_0)^2 + (a_n - a_0)^2 + (b_n - b_0)^2}$ that is compared with initial color of fresh raw products (i), TSS and pH (ii) and %TA (iii)

เมื่อเปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อผ่านเปลือก และความแน่นเนื้อ ค่าสี (L, a, b) ค่า pH, TSS และ %TA ของทรีตเมนต์ที่ทำการทดลอง พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยทรีตเมนต์ A, B, C และ D เป็นกลุ่มหนึ่ง และทรีตเมนต์ E และ F เป็นอีกกลุ่มหนึ่ง กล่าวคือ กลุ่มของทรีตเมนต์ที่ใช้ถ่านกัมมันต์ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมหรือไม่สามารถชะลอการสุกได้ แต่การใช้สารดูดซับเอทิลีนทางการค้า และ 1-MCP สามารถชะลอการสุกได้ ทั้งนี้การที่ทรีตเมนต์ B, C และ D ไม่สามารถชะลอการสุกได้อาจเป็นเพราะปริมาณการบรรจุน้อยเกินไป หรือการที่ถ่านดูดซับความชื้น และก๊าซชนิดอื่นๆ ในสภาพเก็บรักษา ทำให้พื้นที่ผิวว่างซึ่งเป็นความสามารถในการดูดซับสารลดลง การชะลอการสุกจึงไม่ประสบผลสำเร็จ ในขณะที่สารดูดซับเอทิลีนทางการค้ามีสาระสำคัญ คือ potassium permanganate (ด่างทับทิม, $KMnO_4$) มีความสามารถในการออกซิไดส์เอทิลีนในสภาวะทดลอง ไม่สูญเสียไปด้วยอิทธิพลของความชื้นในสภาพเก็บรักษา แม้ว่าความชื้นจะลดพื้นที่ผิวรูพรุนของ zeolite ซึ่งเป็นวัสดุรูพรุนของด่างทับทิมในสารดูดซับเอทิลีนทางการค้า และ 1-MCP ซึ่งมีความจำเพาะ และความถาวรต่อ ethylene receptor ไม่ได้รับอิทธิพลจากความชื้น จึงสามารถชะลอการสุกได้ในสภาพเก็บรักษาเดียวกัน ขณะที่จำนวนวันที่สามารถยืดอายุได้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์การให้ความสำคัญของค่าทางคุณลักษณะ เช่น จะใช้ความแน่นเนื้อเป็นเกณฑ์ ใช้ค่าสี หรือใช้ปริมาณ TSS%TA หรือค่า pH เป็นต้น ซึ่งการใช้คุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งของผลมะม่วงอาจไม่สามารถแบ่งแยกขั้นการสุกได้เด็ดขาด ดังนั้นจึงใช้การจำแนกจากบุคคลซึ่งอาศัยการสังเกตผลรวมลักษณะทั้งหมด หรือเฉพาะลักษณะทางกายภาพ (สีเปลือก สีเนื้อ และการสัมผัส) ร่วมด้วย วิธีนี้ช่วยจำแนกได้ว่ามะม่วงแต่ละทรีตเมนต์ของแต่ละวันอยู่ในขั้นการสุกใด (Table 1) และยังเป็นวิธีที่ถูกนำมาใช้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จาก Table 1 หากใช้จำนวนวันสูงสุดที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ในช่วง Ripe ทรีตเมนต์ E และ F จะยืดอายุการเก็บรักษาได้ 2 และ 8 วัน ตามลำดับ

Table 1 Human sensing with all characterizes of ripeness comprehensible can be classify in 4 stages

Day	Raw	Pre ripe	Ripe	Over ripe
trt A, Control	1 – 8	9 – 11	12 - 24	25 …
trt B, Powder AC	1 - 8	9 – 11	12 - 23	24 …
trt C, Granular AC	1 – 7	8 – 12	13 - 24	25 …
trt D, 4x8 mesh AC	1 – 8	9 – 10	11 - 23	24 …
trt E, Ethylene absorber	1 – 11	12 – 13	14 - 26	27 …
trt F, 1,000 ppb 1-MCP	1 – 12	13 – 14	15 - 32	33 …

สรุปผล

กลุ่มควบคุมและกลุ่มบรรจุกล่องพร้อมถ่านกัมมันต์แบบต่างๆ ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในค่าความแน่นเนื้อผ่านเปลือก ค่าความแน่นเนื้อ ค่าสีด้วยเทคนิคภาพถ่าย ค่าความเป็นกรดด่า (pH) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) กล่าวคือ การใช้ถ่านกัมมันต์ประเภทต่างๆ ในทุกทรีตเมนต์ไม่สามารถชะลอการสุกได้ แต่กรรมวิธีการใช้สารดูดซับเอทิลีน และกรรมวิธีการใช้ -1MCP ความเข้มข้น 1000 ppb เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยสามารถชะลอการสุกได้ประมาณ 2 และ 8 วัน ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ทุนสนับสนุนนักศึกษาบัณฑิตศึกษาภายใต้โครงการ OROG

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช และ ดารณี ศิริวงศ์ไพศาล. 2539. การใช้ขี้เถ้าแกลบเป็นพาหะของ $KMnO_4$ สำหรับกำจัดเอทิลีน. รายงานการประชุมวิชาการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลพืชสวน ครั้งที่ 4 วันที่ 8-10 พฤษภาคม 2539 ณ โรงแรมไดมอนพลาซ่า อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา. พิมพ์โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กองโครงการและประสานงานวิจัย. กรุงเทพฯ. หน้า 88-99.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกการอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. หน้า 80.

จารุวัฒน์ โรจนภัทรากุล และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2545. ผลของ 1-Methylcyclopropene ต่อการชะลอการสุกของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ว. วิทย. กษ. 33: (6 พิเศษ): 60-67.

ชัยพร สามพุ่มพวง และ รังสินี โสธรวิทย์. 2550. กระบวนการผลิตกระดาษฟางข้าวเพื่อดูดซับเอทิลีน. ว.วิทย. กษ. 38: 5 (พิเศษ): 283-286 (2550).

เบญจมาศ รัตนชินกร, ดารินทร์ กำแพงเพชร และ จตุพร สิงโต. 2548. ผลของ 1-MCP ต่อคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5, 26-29 เมษายน 2548 ณ โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จ.ชลบุรี. หน้า 226.

ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์, อภิรดี อุทัยรัตนกิจ, เฉลิมชัย วงษ์อารี และ ธิติมา วงษ์ชีรี. 2552. รายงานฉบับสมบูรณ์ เรื่องผลของการฉายรังสีแกมมาต่อคุณภาพของผลมะม่วงเสนอศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว โดยมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี. หน้า 17.

พรชัย ราชตนะพันธุ์, สุพัฒน์ คำไทย และ ดวงใจ น้อยวัน. 2553. ผลของบรรจุภัณฑ์แอคทีฟจากกระดาษดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้. ว. วิทย. กษ. 41: (1 พิเศษ): 227-230.

มยุรี สักทอง. 2538. ผลของด่างทับทิมต่อการยืดอายุการเก็บรักษาบร็อคโคลี่. สัมมนาทางวิชาการเทคโนโลยีการเกษตร ครั้งที่ 4 และการประชุมสามัญประจำปี ชมรมวิทยาการเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2. พิมพ์โดยสำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ. กรุงเทพฯ. หน้า 23.

อภิตา บุญศิริ. 2554. กระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวมะม่วงเพื่อการส่งออก. จดหมายข่าวสมาคมชาวสวนมะม่วงไทย. ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 (22 หน้า.)

Kambarova, G. B. and Sh. Sarymsakov. 2008. Preparation of Activated Charcoal from Walnut Shells. Solid Fuel Chemistry 42 (3): 183-186.

Sirisomboon P., S., Boonmung, P., Pornchaloempong and M., Pithuncharurnlap. 2008. A preliminary study on classification of mango maturity by compression test. Tayloe & Francis 11 (1): 206-212.