

อิทธิพลของสภาพแวดล้อมและตำแหน่งของผลบนต้นที่มีต่อคุณภาพของมะม่วงพันธุ์มหาชนก

Influence of Environmental Factors and Fruit Position on Quality of 'Mahachanok' Mango

นงลักษณ์ พยัคษศิรินาวิน¹ และ อุบล ชินวัง^{1,2}Nongluck Payakkasirinawin¹ and Ubol Chinwang^{1,2}

Abstract

'Mahachanok' mango (*Mangifera indica* L. cv. Mahachanok; syn. Mahajanaka) is one of the well-known mango varieties for export. The main attractive character of the variety is the red blush on the peel skin which is one kind of anthocyanins. The main factors affecting anthocyanin accumulation on the peel skin are sunlight and temperature. The objective of this research was to study the influence of some environmental factors (light duration and temperature) and fruit position (inner and outer) on peel skin color development and fruit quality at harvesting period (105-110 days after full bloom) in 2012-2013 (first year) and 2013-2014 (second year) seasons which had the average light duration of 8.14 and 8.09 hours per day, and the average temperature of 28.28 and 26.30°C, respectively. The study revealed that the mango fruit showed no statistical difference in red blush area in the first and second years (10.85 and 8.02% of the total peel skin). Nevertheless, the fruits in the first year contained more anthocyanin ($P \leq 0.05$) than those in the second year (1.79 and 1.56 mg/100 g fresh weight, respectively). The fruits located in the outer canopy had a greater red blush area (5 times) than those harvested from the inner canopy. The intensity of blush area (a^* value), anthocyanin content on the peel skin, and vitamin C content of the pulp from the fruits located in the outer canopy were greater ($P \leq 0.05$) than those located in the inner canopy. However, the fruits located in either the outer or inner canopy exhibited no significant difference ($P > 0.05$) in fruit weight, dry matter, flesh firmness and chemical properties (total soluble solids, titratable acidity and pH).

Keywords: anthocyanin, fruit position, light duration

บทคัดย่อ

มะม่วงพันธุ์มหาชนก (*Mangifera indica* L. cv. Mahachanok; syn. Mahajanaka) เป็นสายพันธุ์หนึ่งที่นิยมส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ โดยมีลักษณะเด่น คือ พื้นที่แต้มสีแดงบนผิวผล ซึ่งเป็นสารแอนโทไซยานินชนิดหนึ่ง ปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการสะสมแอนโทไซยานินบนผิวเปลือก คือ แสงแดด และอุณหภูมิของอากาศ การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อม ได้แก่ ความยาวนานของแสง และอุณหภูมิของอากาศ และตำแหน่งของผลบนต้น คือ ภายใน และภายนอกทรงพุ่ม ที่มีต่อการพัฒนาสีผิวและคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกในระยะเก็บเกี่ยว (อายุ 105-110 วันหลังดอกบาน) ในฤดูการผลิต พ.ศ. 2555-2556 (ปีที่ 1) และ 2556-2557 (ปีที่ 2) ซึ่งมีความยาวนานของแสงเฉลี่ย 8.14 และ 8.09 ชั่วโมงต่อวัน และอุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย 28.28 และ 26.30°C ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า ผลมะม่วงในปีที่ 1 และ 2 มีพื้นที่แต้มสีแดงไม่แตกต่างกัน (10.85 และ 8.02% ของพื้นที่ผิวผลทั้งหมด) อย่างไรก็ตาม ผลมะม่วงปีที่ 1 มีปริมาณแอนโทไซยานินบนผิวผลมากกว่า ($P \leq 0.05$) ผลในปีที่ 2 (1.79 และ 1.56 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสดของเปลือก 100 กรัม ตามลำดับ) ผลที่เก็บเกี่ยวจากภายนอกทรงพุ่มมีพื้นที่ของแต้มสีแดงบนผิวเปลือกเกิดขึ้นมากกว่าผลภายในทรงพุ่มประมาณ 5 เท่า และมีความเข้มของแต้มสีแดง (ค่า a^*) ปริมาณแอนโทไซยานินบนผิวเปลือก และปริมาณวิตามินซีในเนื้อผลมากกว่า ($P \leq 0.05$) ผลภายในทรงพุ่ม อย่างไรก็ตาม ผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวจากภายนอกและภายในทรงพุ่มมีน้ำหนักผล น้ำหนักแห้ง ความแน่นเนื้อ และคุณภาพทางเคมีของเนื้อผลด้านอื่น คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และค่าพีเอชไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

คำสำคัญ: แอนโทไซยานิน, ตำแหน่งของผล, ความยาวนานของแสง

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190

² ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จ. อุบลราชธานี 34190

² Postharvest Technology Innovation Center, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190

คำนำ

มะม่วงพันธุ์มหาชนก (*Mangifera indica* L. cv. Mahachanok; syn. Mahajanaka) เป็นไม้ผลเขตร้อนสามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย ผลผลิตที่ได้มีทั้งการจำหน่ายภายในประเทศและส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศ มะม่วงพันธุ์มหาชนกมีลักษณะที่โดดเด่นคือ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว รสหวานอมเปรี้ยว เปลือกมีแต่มีสีแดงสวยงามสามารถดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคได้ดี ผิวผลสีแดงสวยเกิดจากการสร้างและการสะสมของสารแอนโทไซยานินที่ผิวเปลือก แต่ปัญหาสำคัญที่พบในการผลิตมะม่วงพันธุ์มหาชนกคือ ผิวเปลือกมักมีแต่มีสีแดงน้อยและไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งผล (อุบล และคณะ, 2558) การเกิดสีแดงที่เปลือกมะม่วงจะมากขึ้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย และปัจจัยสำคัญทางสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อปริมาณสารสีแอนโทไซยานินบนผิวเปลือกส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับแสงแดด (ความยาวนานของแสง) อุณหภูมิของอากาศ และตำแหน่งของผลบนต้น (ส่วนหรือด้านของผลที่ได้รับแสง) (Saengnil *et al.*, 2011) ดังนั้น การศึกษานี้จึงต้องการทราบถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมและตำแหน่งของผลบนต้นที่มีต่อคุณภาพด้านต่างๆ ของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกในระยะเก็บเกี่ยว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวิธีการปรับปรุงการเกษตรกรรมเพื่อให้ได้ผลมะม่วงที่มีคุณภาพดีตรงตามมาตรฐานที่ผู้บริโภคต้องการ และมีสีผิวสวยงามเหมาะสมต่อการส่งออกไปยังต่างประเทศต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ต้นมะม่วงที่ใช้ในการศึกษาอยู่ในสวนมะม่วงทางการค้าของเกษตรกรในตำบลหนองหิน อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ เลือกต้นอายุประมาณ 5-6 ปี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มประมาณ 5.0-5.5 เมตร ทำการเก็บเกี่ยวช่วงต้นเดือนพฤษภาคม เมื่อมะม่วงอายุ 105-110 วันหลังดอกบาน ในฤดูกาลผลิต พ.ศ. 2555-2556 (ปีที่ 1) และ 2556-2557 (ปีที่ 2) โดยปัจจัยที่ศึกษามี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัย A เป็นสภาพแวดล้อมในปีที่ 1 และ 2 (มีความยาวนานของแสงเฉลี่ย 8.14 และ 8.09 ชั่วโมงต่อวัน และอุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย 28.28 และ 26.30°C ตามลำดับ ระหว่างเดือนมิถุนายน 2555 ถึงเดือนพฤษภาคม 2557) และปัจจัย B เป็นตำแหน่งของผลบนต้น คือ ผลจากตำแหน่งภายนอก และภายในทรงพุ่ม (ระยะผลประมาณ 0.5 เมตร วัดจากขอบทรงพุ่มเข้ามามีค่าต้น) ใช้ต้นมะม่วงจำนวน 5 ต้นต่อปี (1 ต้น เป็น 1 ซ้ำ) สุ่มเก็บเกี่ยวผลมะม่วงโดยรอบทรงพุ่มทั้งภายในและภายนอกจำนวน 16 ผลต่อต้น (8 ผลต่อตำแหน่ง) นำตัวอย่างผลมะม่วงมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 63% และทำการวิเคราะห์ผลทันที (วันที่ 1 หลังการเก็บเกี่ยว) โดยบันทึกข้อมูลคุณภาพทางกายภาพและเคมี ได้แก่ น้ำหนักผล (กรัม) ด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล Precision Balance รุ่น SPS202 (Ohaus, USA) น้ำหนักแห้ง (%) ความแน่นเนื้อ (N) โดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อผลไม้ (fruit tester Model FT-327, Italy) พื้นที่แต่มสีแดง (คิดเป็น % ของพื้นที่ผิวผลทั้งหมด) ความเข้มของแต่มสีแดง โดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐานและเปลี่ยนเป็นค่า a^* และ h° ด้วยตารางเปรียบเทียบของ The Royal Horticultural Society Colour Charts Edition V จากนั้นนำตัวอย่างเนื้อผลจำนวน 15 กรัม มาปั่นละเอียดและปั่นเหวี่ยงเพื่อนำน้ำคั้นที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ($^{\circ}$ Brix) ด้วย hand refractometer (Atago, Japan) ค่าพีเอช ด้วยเครื่อง pH meter (Mettler Toledo Model FEP20 Five Easy™ PLUS pH, Switzerland) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%TA เปรียบเทียบกับกรดซิตริก) ปริมาณวิตามินซีในเนื้อผล (มิลลิกรัมเปรียบเทียบกับวิตามินซีต่อน้ำคั้น 100 มิลลิลิตร) และปริมาณแอนโทไซยานินบนผิวผล (มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสดของเปลือก 100 กรัม)

ผล

ผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในปีที่ 1 และ 2 มีน้ำหนักผล น้ำหนักแห้ง ความแน่นเนื้อ พื้นที่แต่มสีแดง และมีความเข้มของแต่มสีแดง (ค่า a^* และ h°) ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่ผิวเปลือกมะม่วงในปีที่ 1 มีปริมาณแอนโทไซยานินมากกว่า ($P\leq 0.05$) ผลในปีที่ 2 (1.79 และ 1.56 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสดของเปลือก 100 กรัม ตามลำดับ) ผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวจากภายนอกทรงพุ่มมีพื้นที่ของแต่มสีแดงบนผิวเปลือกเกิดขึ้นมากกว่าผลภายในทรงพุ่มประมาณ 5 เท่า (15.53 และ 3.34% ตามลำดับ) และมีความเข้มของแต่มสีแดง (ค่า a^*) มากกว่า ($P\leq 0.05$) ผลภายในทรงพุ่ม (35.30 และ 24.30 ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม ผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวจากภายนอกและภายในทรงพุ่มมีน้ำหนักผล น้ำหนักแห้ง และความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) (Table 1) และมีปริมาณวิตามินซีในเนื้อผล และปริมาณแอนโทไซยานินบนผิวเปลือก มากกว่า ($P\leq 0.05$) ผลภายในทรงพุ่ม (23.84 และ 19.63 มิลลิกรัมเปรียบเทียบกับวิตามินซีต่อน้ำคั้น 100 มิลลิลิตร และ 1.83 และ 1.52 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสดของเปลือก 100 กรัม ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม ผลที่เก็บเกี่ยวจากภายนอกและภายในทรงพุ่มมีคุณภาพทางเคมีของเนื้อผลด้านอื่น คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ค่าพีเอช และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) (Table 2)

Table 1 Fruit weight, dry matter, flesh firmness, blush area and color on blush (a^* and h°) of mature mango fruit cv. 'Mahachanok' harvested from two positions in canopy (outer and inner) in two seasons (2012-2013 and 2013-2014)

Factor	Fruit weight (g)	Dry matter (%)	Fresh firmness (N)	¹ Blush area (%)	¹ Color on blush	
					a^*	h°
A : Year						
Year 1	365.57	24.32	105.56	10.85	29.50	38.60
Year 2	382.20	23.97	108.69	8.02	30.10	37.00
B : Fruit position						
Outer canopy	377.18	23.51	107.83	15.53 ^a	35.30 ^a	38.40
Inner canopy	370.60	24.78	106.41	3.34 ^b	24.30 ^b	37.20
Factor	² F-Test					
A	ns	ns	ns	ns	ns	ns
B	ns	ns	ns	*	*	ns
A×B	ns	ns	ns	ns	ns	ns
%CV	8.62	11.6	4.21	47.64	18.53	13.68

¹ Means followed by different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD

² * = significantly different at $P \leq 0.05$, ns = non-significantly different at $P > 0.05$

Table 2 Total soluble solids, pH, titratable acidity, vitamin C and total anthocyanins of mature mango fruit cv. 'Mahachanok' harvested from two positions in canopy (outer and inner) in two seasons (2012-2013 and 2013-2014)

Factor	TSS (°Brix)	pH	TA (%TA as citric acid)	¹ Vitamin C (mg AAE/100 ml juice)	¹ TAn (mg/100g sample)
Year 1	8.80	3.46	1.75	21.65	1.79 ^a
Year 2	8.18	3.46	1.67	21.82	1.56 ^b
Factor B: position					
Outer	8.78	3.45	1.76	23.84 ^a	1.83 ^a
Inner	8.21	3.47	1.66	19.63 ^b	1.52 ^b
Factor	² F-Test				
A	ns	ns	ns	ns	*
B	ns	ns	ns	*	*
A×B	ns	ns	ns	ns	ns
%CV	14.26	22.65	19.06	15.20	13.10

¹ Means followed by different letters are significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD

² * = significantly different at $P \leq 0.05$, ns = non-significantly different at $P > 0.05$

วิจารณ์ผล

ผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่เก็บเกี่ยวในปีที่ 1 และ 2 มีน้ำหนักผล น้ำหนักแห้ง ความแน่นเนื้อ พื้นที่แต่มสีแดง และมีความเข้มของแต่มสีแดง (ค่า a^* และ h°) ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) เนื่องจากสภาพแวดล้อมในปีที่ 1 และ 2 มีความยาวนานของแสงใกล้เคียงกัน (เฉลี่ย 8.14 และ 8.09 ชั่วโมงต่อวัน) และอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในปีที่ 1 สูงกว่าปีที่ 2 ประมาณ 2°C (เฉลี่ย 28.28 และ 26.30°C) อย่างไรก็ตาม ผลมะม่วงในปีที่ 1 มีปริมาณแอนโทไซยานินบนผิวเปลือกมากกว่า ($P \leq 0.05$) ผลในปีที่ 2 โดยทั่วไปจะมีการสังเคราะห์และสะสมแอนโทไซยานินในเนื้อเยื่อพีระหว่างอุณหภูมิ 17-26°C (Yamane *et al.*, 2006) และผลในปีที่ 1 ซึ่งมีอุณหภูมิของอากาศมากกว่าประมาณ 2°C เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพอากาศในปีที่ 2 และผลสร้างหรือ

สะสมแอนโทไซยานินได้มากกว่าผลในปีที่ 2 อุณหภูมิของอากาศที่แตกต่างกันเพียง 2°C อาจมีสาเหตุของการมีปริมาณแอนโทไซยานินที่แตกต่างกัน โดยสาเหตุที่เป็นไปได้ อาจเนื่องมาจาก ความแตกต่างของระดับความเข้มของแสงที่ผลมะม่วงได้รับเป็นเวลาประมาณ 8 ชั่วโมงต่อวัน หรือระหว่างอุณหภูมิของอากาศในเวลากลางวันและกลางคืน และเมื่อพิจารณาจากตำแหน่งของผลพบว่า ผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวจากภายนอกทรงพุ่มมีพื้นที่ของแต้มีสีแดงบนผิวเปลือกเกิดขึ้นมากกว่า ($P \leq 0.05$) ผลภายในทรงพุ่มประมาณ 5 เท่า และมีความเข้มของแต้มีสีแดง (ค่า a^*) มากกว่า ($P \leq 0.05$) ผลภายในทรงพุ่ม ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ผลที่อยู่ภายนอกทรงพุ่มมีการสังเคราะห์และสะสมสารสีแอนโทไซยานินได้มากกว่าผลที่อยู่ในทรงพุ่ม ทั้งนี้คาดว่า เป็นเพราะผลที่อยู่ภายนอกทรงพุ่มมีโอกาสได้รับแสงแดดในระหว่างการเจริญเติบโตและในช่วงของการติดผลมากกว่าผลที่อยู่ในทรงพุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับ ผลการศึกษามะม่วงพันธุ์ของ อุบล และคณะ (2558) และสอดคล้องกับ ผลการทดลองในส้มแมนดารินพันธุ์ Nules Clementine (Cronje *et al*, 2011) ดังนั้นในการเพิ่มพื้นที่สีแดงบนผิวผลมะม่วงพันธุ์นี้จึงควรตัดแต่งกิ่งและปลิดใบของทรงพุ่มให้โปร่งหลังจากผลมะม่วงติดผลและโตพอสมควร ซึ่งเป็นวิธีปฏิบัติที่มีการแนะนำเพื่อเพิ่มสีแดงของผิวผลมะม่วงให้มีสีแดงมากขึ้นได้ (ฉลองชัย, 2556; รัฐพล และพีระศักดิ์, 2557) ผลที่เก็บเกี่ยวจากทั้งภายนอกและภายในทรงพุ่มมีคุณภาพทางเคมี (ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ค่าพีเอช และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้) ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้พบว่าผลมะม่วงที่อยู่ภายนอกทรงพุ่มมีปริมาณวิตามินซีในเนื้อผลมากกว่า ($P \leq 0.05$) ผลภายในทรงพุ่ม ทั้งนี้ คาดว่าผลที่อยู่ภายนอกทรงพุ่มได้รับความเข้มแสงสูงกว่าผลที่อยู่ในทรงพุ่ม จึงชักนำให้เกิดสภาวะความเครียดออกซิเดชัน (oxidative stress) ก่อให้เกิดความเสียหายแก่องค์ประกอบต่างๆ ของเซลล์จากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เพิ่มสูงขึ้น (Vitor *et al*, 2001) ผลที่อยู่ภายนอกทรงพุ่มจึงจำเป็นต้องมีการสะสมน้ำตาลรีดิวซ์และนอมนรีดิวซ์ มากขึ้นและกระตุ้นการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระอย่างเช่น วิตามินซี ให้มากขึ้น เพื่อปกป้องรังสีจากแสงอาทิตย์ และช่วยลดความเครียดที่เกิดจากแสงแดด จึงส่งผลให้การผลิตรายวิตามินซีในผลที่อยู่ภายนอกทรงพุ่มมีปริมาณมากกว่าผลที่อยู่ในทรงพุ่ม

สรุป

อิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกันทำให้ผลมะม่วงที่เก็บเกี่ยวในปีที่ 1 และ 2 มีน้ำหนักผล น้ำหนักแห้ง ความแน่นเนื้อ พื้นที่แต้มีสีแดง และมีความเข้มของแต้มีสีแดง (ค่า a^* และ h°) ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่ผิวผลมะม่วงในปีที่ 1 มีปริมาณแอนโทไซยานินมากกว่า ($P \leq 0.05$) ผลในปีที่ 2 ส่วนตำแหน่งของผลบนต้นมีอิทธิพลทำให้ผลที่เก็บเกี่ยวจากภายนอกทรงพุ่มมีพื้นที่ของแต้มีสีแดงบนผิวผลเกิดขึ้นมากกว่าผลภายในทรงพุ่มถึงประมาณ 5 เท่า มีความเข้มของแต้มีสีแดง (ค่า a^*) ปริมาณวิตามินซีในเนื้อผล และปริมาณแอนโทไซยานินบนผิวเปลือกมากกว่า ($P \leq 0.05$) ผลที่เก็บเกี่ยวจากภายในทรงพุ่ม

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคุณเบญจวรรณ สารเมืองโฮม ที่อนุเคราะห์พื้นที่และต้นมะม่วงสำหรับเก็บข้อมูลและทำการทดลอง ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สำหรับสถานที่ตลอดจนเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ทำการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ฉลองชัย แบบประเสริฐ. 2556. การตัดแต่งกิ่งช่วยเพิ่มสีผิวผลมะม่วง. จดหมายข่าวสมาคมสวนมะม่วงไทย 4(8): 5-13.
- รัฐพล เมืองแก้ว และพีระศักดิ์ ฉายประสาธ. 2557. ผลของการฉีดพ่นสารละลายเมทิลจัสโมเนตและการปลิดใบต่อการเกิดสีแดง คุณภาพ และอายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 45 (3/1 พิเศษ): 201-204.
- อุบล ชินวัง, ทินน์ พรหมโชติ, สาธิต พสุวิทยกุล และ วันสสันต์ นันทะบรรณ. 2558. ปริมาณผลผลิตและคุณภาพของมะม่วงพันธุ์มหาชนกในการผลิตนอกฤดู. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 33 (1): 72-83.
- Cronje. P. J. R., G. H. Barry and M. Huysamer. 2011. Fruiting position during development of 'Nules Clementine' mandarin affects the concentration of K, Mg and Ca in the flavedo. Scientia Horticulturae 130: 829-837.
- Saengnil, K., K. Luaengprasert and J. Uthaibutra. 2011. Sunlight-stimulated phenylalanine ammonia-lyase (PAL) activity and anthocyanin accumulation in exocarp of 'Mahajanaka' mango. Maejo International Journal of Science and Technology 5(3): 365-373.
- Vitor. R. F., F. C. Lidon, M. D. G. Barreiro, M. C. Medeira and A. Guerrriro. 2001. Peel pitting of Encore mandarin fruit: etiology, control and implications in fruit quality. Fruits-Journal 56: 27-35.
- Yamane, T., S. T. Jeong, N. G. Yamamoto, Y. Koshita and S. Kobayashi. 2006. Effect of temperature on anthocyanin biosynthesis in grape berry skin. American Journal of Enology and Viticulture 57 (1): 54-59.