

## ผลของสารเอทيفونและฤดูการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ฮอลแลนด์ Effect of Ethephon and Harvesting Seasons on Fruit Quality of 'Khak Dam' and 'Holland' Papaya

กันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ์<sup>1</sup> และ ลำแพน ขวัญพูล<sup>1</sup>  
Kanthee Sirivejabandhu<sup>1</sup> and Lampan Khumpoon<sup>1</sup>

### Abstract

The effect of ethephon on the changes in peel and pulp color and fruit quality of 'Khak Dam' and 'Holland' papaya harvested in summer was compared with those harvesting in winter season. Mature fruits were dipped in 500 and 1,000 ppm ethephon solution for 5 minutes and kept at room temperature. The results showed that fruits treated with 500 and 1,000 ppm ethephon were significantly higher in L\*, a\* and b\* values of the peel color change than non-treated fruits, tended to increase during storage but not significantly different in the change of pulp color. Ethephon treatments enhanced the chlorophyll a, b and chlorophyllase activity in the peel, pulp softening and TSS/TA ratio during storage, but there was no difference between harvesting seasons. Fruits treated with ethephon showed significantly higher fresh weight loss than non-treated fruits. Fruits harvested in summer season were also higher in fresh weight loss than those harvested from winter season.

**Keywords:** Chlorophyllase, Pigments, Weight loss

### บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของสารเอทيفونต่อการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ และคุณภาพในมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ฮอลแลนด์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว โดยทำการบ่มผลมะละกอโดยจุ่มผลในสารเอทيفون ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม นาน 5 นาที พบว่ามะละกอทั้งสองพันธุ์ที่จุ่มสารเอทيفون มีการเปลี่ยนแปลงค่า L\*, a\* และ b\* ของสีผิวเร็วกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสาร แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างผลที่จุ่มและไม่ได้จุ่มสารต่อการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อ โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา สำหรับการเปลี่ยนแปลงสารสี พบว่ามะละกอทั้งสองพันธุ์ที่จุ่มสารเอทيفون มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสในเปลือก การอ่อนนุ่มของเนื้อ และสัดส่วนปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสารตลอดอายุการเก็บรักษา แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างฤดูการเก็บเกี่ยว ผลที่จุ่มสารเอทيفونมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**คำสำคัญ:** คลอโรฟิลเลส, สารสี, การสูญเสียน้ำหนัก

### คำนำ

มะละกามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carica papaya* L. อยู่ในวงศ์ Caricaceae และมีชื่อสามัญคือ papaya เป็นไม้ผลล้มลุกขนาดกลาง เป็นพืชปลูกง่ายโตเร็ว ให้ผลเร็ว ให้ผลได้ตลอดทั้งปี สามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพภูมิอากาศ (โกศล, 2548) ผลมะละกอมีการสุกอย่างรวดเร็วภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยสังเกตได้จากสีของเปลือกเปลี่ยนจากเขียวเป็นเหลือง ซึ่งการเปลี่ยนสีของผลเกิดจากการสังเคราะห์และการสลายตัวของสารสีบางชนิด เช่น คลอโรฟิลล์ ซึ่งให้สีเขียว มีการสังเคราะห์เกิดขึ้นเรื่อยๆ จนกว่าจะถึงช่วงชีวิตสุดท้ายของเซลล์ที่มีการสังเคราะห์แสง แต่ขณะเดียวกันคลอโรฟิลล์ก็มีการสลายตัวอยู่ตลอดเวลาเช่นกัน และพบว่าการสลายของคลอโรฟิลล์ ยังขึ้นอยู่กับกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทำให้คลอโรฟิลล์สลายตัว โดยแยกเอาส่วนที่เป็นไฟทอล ออกจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ ซึ่งคาดกันว่ามีความสำคัญต่อการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (จริงแท้, 2550) ในขณะที่เกิดการสุกพบว่าสีเนื้อเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีส้มแดง-แดง ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ โดยการพัฒนาสีเนื้อเกี่ยวข้องกับเปลี่ยนแปลงของแคโรทีนอยด์ ซึ่งให้สีเหลือง-แดง เป็นสารสีที่มีคุณสมบัติค่อนข้างเสถียรโดยแม้เก็บเกี่ยวมาแล้วแคโรทีนอยด์ก็ยังสามารถอยู่ได้เป็นเวลานานหรืออาจมีการสังเคราะห์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่การสลายตัวก็มีมากเช่นกันในกรณีที่เนื้อเยื่อมีการเสื่อมสลาย

<sup>1</sup> หลักสูตรพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

<sup>1</sup> Program of Horticulture, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

มะละกอบเป็นผลไม้ในกลุ่ม Climacteric fruits สามารถผลิตและตอบสนองต่อเอทิลีน (Ethylene) ได้อย่างรวดเร็วในระหว่างที่เกิดการสุก ซึ่งเอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชเพียงชนิดเดียวที่มีสถานะเป็นแก๊สที่มีคุณสมบัติในการเร่งกระบวนการสุกของผลไม้ สามารถแพร่กระจายไปยังส่วนต่างๆของพืชได้ง่าย และจากการศึกษาในผลไม้พบว่า กระบวนการสุกจะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าไม่มีเอทิลีน และระหว่างการสุกก็ยังจำเป็นต้องมีเอทิลีนมิฉะนั้นการสุกจะเกิดขึ้นไม่ได้สมบูรณ์ ซึ่งโดยทั่วไปการสุกของผลไม้ตามปกติก็เกิดจากการที่ผลไม้ที่สุกแล้วเอทิลีนขึ้นมา ดังนั้นการให้เอทิลีนกับผลไม้ที่แก่จัดจึงสามารถเร่งให้เกิดการสุกได้เร็วกว่าปกติ โดยที่คุณภาพของผลไม้ไม่ได้เปลี่ยนแปลงไป (จริงแท้, 2549) แต่เนื่องจากสารนี้อยู่ในสภาพที่เป็นแก๊ส ทำให้การใช้งานไม่สะดวกในหลายกรณี เพราะแก๊สสามารถระเหยไปในอากาศได้อย่างรวดเร็ว โอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยากับพืชยังไม่ทันที่จะเกิดขึ้นจึงได้มีการสังเคราะห์สารที่ชื่อว่า เอทิลฟอน (ethephon) ซึ่งเป็นสารกึ่งแข็งขึ้นมา เมื่อสารนี้ดูดซึมเข้าไปในพืช จะค่อยๆ สลายตัวและปลดปล่อยแก๊สเอทิลีนออกมา ซึ่งใช้ปมผลไม้ให้สุกได้ ดังนั้นในงานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารเอทิลฟอนและฤดูกาลเก็บเกี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวและสีเนื้อและคุณภาพของมะละกอฟันธุ์แขกดำและพันธุ์ฮอลแลนด์

### อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาผลของสารเอทิลฟอนต่อการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อ และคุณภาพในมะละกอฟันธุ์แขกดำและพันธุ์ฮอลแลนด์ที่พัฒนาผลในช่วงฤดูร้อน (เดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม) และฤดูหนาว (เดือนมกราคม ถึง กุมภาพันธ์) โดยเก็บเกี่ยวผลมะละกอกจากสวนเกษตรกรในพื้นที่ จังหวัดสระแก้ว นำมาล้างทำความสะอาด ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำผลมะละกอมารวมผลในสารเอทิลฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับผลมะละกอกที่ไม่ได้จุ่มสาร โดยแบ่งเป็น 3 ทรีทเมนต์ คือ 1) ไม่จุ่มสาร (ชุดควบคุม) 2) จุ่มสารเอทิลฟอน ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม นาน 5 นาที และ 3) จุ่มสารเอทิลฟอน ความเข้มข้น 1,000 พีพีเอ็ม นาน 5 นาที แต่ละหน่วยทดลองมี 4 ซ้ำๆ ละ 6 ผล เก็บรักษาผลมะละกอกไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 25 องศาเซลเซียส) และบันทึกผลทุก 2 วัน เป็นระยะเวลา 6 วัน

ทำการบันทึกสีผิว และสีเนื้อ ด้วยเครื่องวัดสี Color Flex ในระบบ CIE L a b color space โดยค่า L\* คือค่าความสว่าง มีค่าเท่ากับ 0 คือสีดำ และ 100 คือสีขาว ค่า a\* โดยถ้าค่า a\* เป็นบวก (+) คือสีแดง ค่า a\* เป็นลบ (-) คือสีเขียว และค่า b\* โดยถ้าค่า b\* เป็นบวก (+) คือสีเหลือง ค่า b\* เป็นลบ (-) คือสีน้ำเงิน การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์) ความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง firmness tester (นิวดัน) จากนั้นนำตัวอย่างเนื้อจำนวน 50 กรัมมาคั้นน้ำ นำน้ำคั้นไปวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids, TSS) ด้วย hand refractrometer และนำไปวัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity, TA) โดยใช้วิธีการไทเทรตด้วยสารละลายต่างมาตรฐาน (0.1N NaOH) จากนั้นทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเปลือกเพื่อวัดปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และ บี โดยตัดแปลงตามวิธีการของ Dere *et al.* (1998) และวัดกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส โดยตัดแปลงตามวิธีการของ Hershkovitz *et al.* (2005)

### ผลการทดลอง

ผลมะละกอฟันธุ์แขกดำที่จุ่มสารเอทิลฟอนมีการเปลี่ยนแปลงสีผิว (ค่า L\*, a\* และ b\*) เร็วกว่ากว่าผลมะละกอกที่ไม่ได้จุ่มสาร แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว ขณะที่ผลมะละกอฟันธุ์ฮอลแลนด์ที่เก็บเกี่ยวจากทั้งสองฤดูกาลและจุ่มสารเอทิลฟอน มีค่า L\*, a\* และ b\* สูงกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสาร และพบความแตกต่างระหว่างผลที่ไม่ได้จุ่มสารและที่จุ่มสารแต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว ขณะที่การเปลี่ยนแปลงค่าสีเนื้อ มีค่า L\*, a\* และ b\* ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างผลที่ไม่ได้จุ่มสารและที่จุ่มสาร โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา (Table 1)

มะละกอฟันธุ์แขกดำ และพันธุ์ฮอลแลนด์ที่จุ่มสารเอทิลฟอนที่เก็บเกี่ยวจากทั้งสองฤดูกาลเก็บเกี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และ บี ลดลงมากกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสาร แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว (Table 1) และพบว่ามะละกอกทั้งสองพันธุ์ที่จุ่มสารเอทิลฟอน มีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงกว่าผลมะละกอกที่ไม่ได้จุ่มสารตลอดการเก็บรักษา โดยมะละกอฟันธุ์แขกดำมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงสุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยผลที่จุ่มสารมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสารประมาณ 1.6 unit/mg protein ส่วนมะละกอฟันธุ์ฮอลแลนด์ที่จุ่มสารเอทิลฟอนมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงสุดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสารประมาณ 6.5 unit/mg protein และพบความแตกต่างระหว่างผลที่ไม่ได้จุ่มสารและผลที่จุ่มสาร และระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว (Table 1)

**Table 1** Changes in peel color (L\*, a\* and b\*), chlorophyll a (µg/g FW), chlorophyll b (µg/g FW) and chlorophyllase activity (unit/mg protein) in 'Khak Dam' and 'Holland' papaya fruits after treatments with 0 (control), 500 and 1,000 ppm ethephon and kept at room temperature for 6 days.

Cultivars	Seasons	Treatments	Quality parameters					
			L*	a*	b*	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Chlorophyllase activity
Khak Dam	summer	Control	50.1±2.1	7.7±2.1	39.2±2.8	0.6±0.3a	0.7±0.4	0.7±0.1d
		500 ppm	51.4±5.9	6.1±9.3	42.4±9.7	0.3±0.1ab	0.3±0.0	3.8±0.5b
		1,000 ppm	50.4±7.1	6.0±1.2	41.1±10.8	0.2±0.1b	0.6±0.2	1.7±0.4c
	winter	Control	50.3±2.0	7.5±2.4	39.1±3.4	0.6±0.3a	0.7±0.4	1.0±0.2cd
		500 ppm	52.2±4.6	7.8±7.5	42.8±9.0	0.4±0.1ab	0.4±0.2	4.6±0.5a
		1,000 ppm	51.4±5.5	7.2±4.3	41.8±9.7	0.4±0.1ab	0.4±0.2	3.5±0.9b
Holland	summer	Control	53.9±4.5b <sup>1/</sup>	2.2±1.3b	42.3±3.0b	0.8±0.0b	0.8±0.3ab	14.0±1.5b
		500 ppm	59.0±2.1a	14.6±1.5a	49.8±1.6a	0.5±0.1c	0.6±0.1abc	18.1±0.3ab
		1,000 ppm	59.4±1.7a	14.8±1.6a	49.3±2.3a	0.5±0.1c	0.5±0.1bc	19.0±0.2a
	winter	Control	54.3±5.6ab	3.5±4.2b	43.8±6.6ab	1.0±0.1a	0.9±0.1a	10.5±1.5c
		500 ppm	59.1±3.3a	14.7±3.0a	49.9±3.3a	0.5±0.1c	0.5±0.2c	17.8±1.1ab
		1,000 ppm	59.5±2.9a	15.2±3.3a	49.5±3.4a	0.4±0.1c	0.5±0.2bc	19.6±0.8a

<sup>1/</sup> Mean ±SD followed by different letters within columns for each cultivar are significantly different by Duncan's multiple range test at P<0.05. SD = Standard Deviation

ผลมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ฮอลแลนด์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูงกว่าผลมะละกอที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวประมาณ 5.7 และ 6.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบความแตกต่างระหว่างผลที่ไม่ได้จุ่มสารและที่จุ่มสาร และระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว (Table 2)

ความแน่นเนื้อของผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวจากทั้งสองฤดูทั้งที่ไม่ได้จุ่มและที่จุ่มสารเอทิลฟอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลที่จุ่มสารมีความแน่นเนื้อน้อยกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสาร ประมาณ 3.7 และ 7.8 นิวตัน ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา สำหรับผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว ตามลำดับ ขณะที่ผลมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ที่จุ่มสารเอทิลฟอนความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม มีความแน่นเนื้อน้อยกว่าผลมะละกอที่ไม่ได้จุ่มสารประมาณ 43.4 และ 41.9 นิวตัน ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว สำหรับค่าสัดส่วนปริมาณ TSS/TA ของผลมะละกอทั้งสองพันธุ์ที่ไม่ได้จุ่มและที่จุ่มสารเอทิลฟอน พบว่าผลมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ฮอลแลนด์ที่จุ่มสารเอทิลฟอน มีค่าสัดส่วนปริมาณ TSS/TA สูงกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสาร แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลเก็บเกี่ยว (Table 2)

**Table 2** Changes in weight loss (%), firmness (N) and TSS/TA ratio in 'Khak Dam' and 'Holland' papaya fruits after treatments with 0 (control), 500 and 1,000 ppm ethephon and kept at room temperature for 6 days.

Cultivars	Seasons	Treatments	Quality parameters		
			Weight loss (%)	Firmness (N)	TSS/TA ratio
Khak Dam	summer	Control	18.8±1.7a	11.7±0.8b	73.5±18.2b
		500 ppm	12.5±2.4b	8.0±1.0c	80.2±15.1b
		1,000 ppm	12.9±3.3b	8.0±1.3c	110.6±13.4a
	winter	Control	8.9±0.5c	16.7±0.8a	73.5±18.3b
		500 ppm	8.7±1.7c	9.1±0.5c	85.7±10.6b
		1,000 ppm	9.3±1.0c	8.7±0.6c	86.5±17.5b
Holland	summer	Control	10.3±3.1ab	119.9±3.8a	25.6±6.3b
		500 ppm	13.3±1.8a	80.4±1.8bc	30.9±3.4ab
		1,000 ppm	10.9±0.8b	72.5±1.9c	36.4±4.4a
	winter	Control	3.4±2.3c	125.9±2.3a	24.9±5.0b
		500 ppm	5.7±2.3c	84.9±3.6b	30.0±2.1ab
		1,000 ppm	4.6±1.8c	83.1±2.9b	32.0±5.7ab

<sup>1/</sup> Mean ±SD followed by different letters within columns for each cultivar are significantly different by Duncan's multiple range test at P<0.05. SD = Standard Deviation

### วิจารณ์ผล

จากการศึกษาผลของการจุ่มสารเอธิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม นาน 5 นาที พบว่ามะละกอต้งสองพันธุ์ที่จุ่มสารเอธิฟอน มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลเร็วกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสาร และมีการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา สำหรับการเปลี่ยนแปลงสารสี พบว่ามะละกอต้งสองพันธุ์ที่จุ่มสารเอธิฟอนที่เก็บเกี่ยวจากทั้งสองฤดูการผลิตมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บีลดลงเร็วกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสาร และพบว่ามะละกอต้งที่จุ่มสารเอธิฟอนมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงกว่ำผลที่ไม่ได้จุ่มสาร โดยเฉพาะในมะละกอต้งพันธุ์ฮอลแลนด์ที่จุ่มสารเอธิฟอนมีการเปลี่ยนแปลงสีผิว ปริมาณคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บี กิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงกว่ำในมะละกอต้งพันธุ์แขกดำ และมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสารประมาณ 4 วัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Paull *et al.* (1997) ที่รายงานว่าผลมะละกอต้งที่ได้รับเอทิลีนมีการสุกของผล การเปลี่ยนสีของผล การอ่อนนุ่มและการเปลี่ยนสีของเนื้อเร็วกว่าผลมะละกอต้งที่ไม่ได้รับเอทิลีน อาจเนื่องจากเอทิลีนมีผลช่วยเร่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ การอ่อนนุ่มของผล และกระบวนการสุกในผลไม้ประเภท climateric fruit (Saltveit, 1999) และนอกจากนี้ยังพบว่ามะละกอต้งที่จุ่มสารเอธิฟอนมีการอ่อนนุ่มของเนื้อเร็วกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสาร เมื่อประเมินเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดพบว่าผลมะละกอต้งที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูงกว่ำที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาวเช่นเดียวกับที่พบว่าผลที่จุ่มสารเอธิฟอนมีปริมาณ TSS/TA สูงกว่ำที่ไม่ได้จุ่มสาร สอดคล้องกับการทดลองของ Ban *et al.* (2007) พบว่าสารเอธิฟอนมีผลทำให้ผลบลูเบอร์รี่มีปริมาณกรดที่โตเตรตได้ การอ่อนนุ่มของเนื้อ ปริมาณสารสีแอนโทไซยานินลดลง และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้รับสารเอธิฟอน และจากการทดลองในผลกีวี พบว่าผลกีวีที่จุ่มสารเอธิฟอน มีการอ่อนนุ่มของเนื้อเร็วกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสาร ปริมาณกรดที่โตเตรตได้ลดลง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เร็วกว่าและมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงกว่ำเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้จุ่มสารเอธิฟอน (Zhang *et al.*, 2012) ซึ่งการที่ผลิตผลที่ได้รับเอทิลีนมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและกระบวนการสุกเร็วกว่าผลิตผลทั่วไปเนื่องจากเอทิลีนมีผลไปกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและกระบวนการสุกของผลิตผล เช่น การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ การหลุดร่วงของส่วนต่างๆ เนื้อสัมผัส รสชาติ การงอก การชราภาพ การเกิดอาการผิดปกติ การผลิตเอทิลีน และการเกิดโรค แต่ทั้งนี้ข้อดีของเอทิลีนต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืชยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ อายุของผลิตผล ความเข้มข้นของเอทิลีน และระยะเวลาที่ผลิตผลสัมผัสกับเอทิลีนด้วย (จริงแท้, 2549)

### สรุป

จากการทดลองจุ่มผลในสารเอธิฟอน ความเข้มข้น 500 และ 1,000 พีพีเอ็ม นาน 5 นาที ในมะละกอต้งพันธุ์แขกดำและพันธุ์ฮอลแลนด์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนและฤดูหนาว พบว่า มะละกอต้งพันธุ์แขกดำและพันธุ์ฮอลแลนด์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนเมื่อบ่มด้วยสารเอธิฟอน มีการเปลี่ยนแปลงสีผิว การอ่อนนุ่มของเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด มากกว่าผลที่เก็บเกี่ยวในฤดูหนาว และผลมะละกอต้งที่บ่มด้วยสารเอธิฟอนมีปริมาณ TSS/TA การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบี และมีกิจกรรมของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสสูงกว่ำผลที่ไม่ได้บ่มด้วยสารเอธิฟอน และพบความแตกต่างระหว่างผลที่ไม่ได้จุ่มสารและผลที่จุ่มสาร

### เอกสารอ้างอิง

- โกศล มารมย์. 2548. การปลูกไม้ผล 9 ชนิด. สำนักพิมพ์ภูมิปัญญา. กรุงเทพฯ. 168 หน้า.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2550. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางขายของพืช. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 453 หน้า.
- Ban, T., M. Kugishima, T. Ogata, S. Shiozaki, S. Horiuchi and H.Ueda. 2007. Effect of ethephon (2-chloroethylphosphonic acid) on the fruit ripening characters of rabbiteye blueberry. *Sci. hortic.* 112: 278–281.
- Dere, S., T. Gunes and R. Sivaci. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll – A, B and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. *Turk J Bot.* 22: 13-17.
- Hershkovitz, V., S. I. Saguy and E. Pesis. 2005. Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. *Postharvest Biol. Technol.* 37: 252-264.
- Paull R. E., W. Nishijima, M. Reyes and C. Cavaletto. 1997. Postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya* L.). *Postharvest Biol. Technol.* 11: 165–179.
- Saltveit, M. E. 1999. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* 15: 279–292.
- Zhang, L., S. Li, X. Liu, C. Song and X. Liu. 2012. Effects of ethephon on physicochemical and quality properties of kiwifruit during ripening. *Postharvest Biol. Technol.* 65: 69–75.