

การบ่มผลมะละกอพันธุ์แขกดำ ชันไรส์ และฮอลแลนด์เชิงพาณิชย์ด้วยแก๊สเอทิลีน
Commercial Stimulation of Papaya cvs. Khak Dam, Sunrise and Holland Fruit Ripening Using
Ethylene Gas

พีรพงษ์ แสงวนางค์กุล^{1,2} เจริญ ขุนพรหม¹ และ ยูพิน อ่อนศิริ¹
Peerapong Sangwanangkul^{1,2}, Charoen Kunprom¹ and Yupin Onsiri¹

Abstract

Stimulation of papaya ripening in Thailand is usually using calcium carbide. It is easy to buy and to use, however, there are some disadvantages including high cost, bad smell, difficulty of quality control, hazardous waste management and worker health concern. This research aimed to investigate the optimum ethylene concentration for stimulation of papaya ripening in replacing of calcium carbide application. 'Khak Dam', 'Sunrise' and 'Holland' papayas were applied with ethylene gas at the concentrations of 0, 125, 250 and 500 $\mu\text{L/L}$ in 25-28°C controlled room for 24 hours with air removal every 8 hours interval, then stored for another 24-48 hours. 'Sunrise' and 'Holland' papaya could be evenly ripened within 2-3 days with 125-250 $\mu\text{L/L}$ ethylene, whereas 'Khak Dam' papaya needed 500 $\mu\text{L/L}$ ethylene. The cost of 1,000-ton papaya ripening using calcium carbide was 102,600 Baht/year, whereas the use of 250 $\mu\text{L/L}$ ethylene costs only 2,236 Baht/year. The expense was reduced for 100,364 Baht/year.

Keywords: papaya, ripening, ethylene

บทคัดย่อ

การบ่มมะละกอในประเทศไทยมักใช้ถ่านแก๊สแคลเซียมคาร์ไบด์ซึ่งหาซื้อและใช้งานง่าย แต่มีข้อเสียด้านค่าใช้จ่ายที่สูง กลิ่นเหม็น ควบคุมคุณภาพผลผลิตและการจัดการกากสารเคมียาก และต้องคำนึงถึงสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความเข้มข้นของเอทิลีนที่เหมาะสมต่อการบ่มผลมะละกอเพื่อทดแทนการใช้ถ่านแก๊สแคลเซียมคาร์ไบด์ โดยบ่มผลมะละกอพันธุ์แขกดำ ชันไรส์ และฮอลแลนด์ด้วยแก๊สเอทิลีนเข้มข้น 0 125 250 และ 500 $\mu\text{L/L}$ ที่อุณหภูมิ 25-28°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ระบายอากาศทุก 8 ชั่วโมง และวางให้สุกต่ออีก 24-48 ชั่วโมง พบว่า ผลมะละกอพันธุ์ชันไรส์ และฮอลแลนด์สามารถบ่มให้สุกได้ด้วยเอทิลีนเข้มข้น 125-250 $\mu\text{L/L}$ ขณะที่พันธุ์แขกดำต้องใช้แก๊สเข้มข้น 500 $\mu\text{L/L}$ ผลจึงสุกสม่ำเสมอได้ภายใน 2-3 วัน ทั้งนี้การบ่มมะละกอจำนวน 1,000 ตัน ต้องใช้ถ่านแก๊สมูลค่า 102,600 บาท/ปี ขณะที่การบ่มด้วยแก๊สเอทิลีนเข้มข้น 250 $\mu\text{L/L}$ มีค่าใช้จ่ายเพียง 2,236 บาท/ปี สามารถลดค่าใช้จ่ายได้มากถึง 100,364 บาท/ปี

คำสำคัญ : มะละกอ การสุก เอทิลีน

คำนำ

การบ่มผลไม้ด้วยถ่านแก๊สแคลเซียมคาร์ไบด์ (CaC_2) สามารถทำได้ง่ายแต่มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักมาก ควบคุมคุณภาพยาก ผลที่อยู่ใกล้มักสุกเกินผิวอาจมีรอยไหม้และมีกลิ่นฉุนติดเนื้อ แต่ผลที่อยู่ห่างสุกช้าไม่สม่ำเสมอ การระเหิดของถ่านแก๊สยังส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน หากสัมผัสต่อเนื่องอาจมีอาการปวดหัว หายใจติดขัด เยื่อจมูกอักเสบ ทำลาย เกิดผื่นแดงคัน ผิวแห้งกร้าน อีกทั้งกากที่เหลือหลังการใช้ยังกำจัดได้ยาก (Anonymous, 2009) ต้องใช้แรงงานในการห่อกระดาษ และผลไม้ที่บ่มด้วยถ่านแก๊สนี้ไม่สามารถส่งออกไปจำหน่ายบางประเทศในสหภาพยุโรปได้ ทำให้จำกัดขอบเขตในการส่งออก บริษัท ซี.โอ. สวนสระแก้ว จำกัด จำเป็นต้องบ่มมะละกอ 2.5-3.0 ตัน/วัน หรือ 890-1,000 ตัน/ปี โดยใช้ถ่านแก๊สแคลเซียมคาร์ไบด์ 7.5 กิโลกรัม/วัน (กิโลกรัมละ 38 บาท) คิดเป็นมูลค่าของถ่านแก๊สไม่รวมค่าวัสดุห่อและค่าแรงในการห่อ เป็นเงิน 102,600 บาท/ปี บริษัทจึงต้องการเทคโนโลยีในการบ่มผลมะละกอพันธุ์แขกดำ ชันไรส์ และฮอลแลนด์ ซึ่งมีขนาดผล ความ

¹ ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน 73140

¹ Postharvest Technology Center, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom, Thailand 73140

² ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

² Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400 THAILAND

หนาของเปลือกและเนื้อ และการตอบสนองต่อเอทิลีนที่ใช้บ่มแตกต่างกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความเข้มข้นของแก๊สเอทิลีนที่เหมาะสมต่อการบ่มผลมะละกอพันธุ์แขกดำ ชันไรส์ และฮอลแลนด์ ในระดับพาณิชย์ โดยให้มะละกอสุกพอดีมีสีผิวเหลืองไม่น้อยกว่า 30% ของพื้นที่ผิวผล ในกรณีส่งห้างสรรพสินค้าและตลาดต่างประเทศ และไม่น้อยกว่า 50% เพื่อส่งเข้าครัวสายการบิน ในเวลา 2-3 วัน

อุปกรณ์และวิธีการ

บ่มผลมะละกอพันธุ์แขกดำ ชันไรส์ และฮอลแลนด์ ที่บริษัทรวบรวมมา ด้วยแก๊สเอทิลีนเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 125 250 และ 500 $\mu\text{L/L}$ ที่อุณหภูมิ 25-28°C ความชื้นสัมพัทธ์ 82±3% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยให้แก๊สไหลผ่านตลอดเวลา จากนั้นปล่อยให้ผลสุกที่อุณหภูมิเดียวกัน เป็นเวลา 1-2 วัน จึงทำการประเมินคุณภาพผล ดังนี้ การพัฒนาสีเปลือก การพัฒนาสีเนื้อตามขวางและตามยาวของผล เปอร์เซ็นต์พื้นที่เกิดโรค ความแน่นเนื้อ ปริมาณ total soluble solids (TSS) ประเมินความหวาน เมื่อ 1 คือ จืด ไม่หวาน 3 คือ หวานปานกลาง และ 5 คือ หวานมากที่สุด และประเมินความชอบ เมื่อ 1 คือ ไม่ชอบ 3 คือ ชอบปานกลาง และ 5 คือ ชอบมากที่สุด วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 4 ทรีทเมนต์ ต่อการทดลองบ่มมะละกอแต่ละพันธุ์

ผลและวิจารณ์

ผลของเอทิลีนต่อคุณภาพผลมะละกอพันธุ์แขกดำ

การบ่มผลมะละกอพันธุ์แขกดำที่เก็บเกี่ยวช่วงฤดูหนาว (ธันวาคม) จาก จ.ปราจีนบุรี ด้วยเอทิลีนเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 125 250 และ 500 $\mu\text{L/L}$ ที่อุณหภูมิ 28°C ความชื้นสัมพัทธ์ 82±3% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยให้แก๊สไหลผ่านตลอดเวลา และวางต่อที่อุณหภูมิเดิมจนผลสุกเป็นเวลาอีก 2 วัน รวมใช้เวลา 3 วัน พบว่า ผลมะละกอทั้งหมดภายหลังการบ่มมีการพัฒนาสีเปลือก สีเนื้อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณ TSS เปอร์เซ็นต์พื้นที่เกิดโรค คุณภาพการรับประทานเมื่อประเมินความหวานและความชอบ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ผลที่บ่มด้วยเอทิลีนเข้มข้น 500 250 และ 125 $\mu\text{L/L}$ มีเปอร์เซ็นต์สีเปลือกเหลือง 81.5 76.5 และ 68.0 % ตามลำดับ มากกว่าผลที่สุกตามธรรมชาติที่เปลือกมีสีเหลืองเพียง 58.0% และผลที่บ่มด้วยเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์ผลเกิดโรคน้อยกว่าผลที่สุกตามธรรมชาติ (Table 1) สอดคล้องกับรายงานการบ่มมะละกอพันธุ์มาราดอลด้วยเอทิลีนเข้มข้น 500 $\mu\text{L/L}$ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สามารถเร่งให้ผลสุกสม่ำเสมอได้ในระยะเวลา 3 วัน (CRUZ *et al.*, 2003) ดังนั้นเพื่อให้ผลมะละกอพันธุ์แขกดำซึ่งมีขนาดใหญ่เช่นเดียวกับผลมะละกอพันธุ์มาราดอลสุกสม่ำเสมอมีการพัฒนาสีเปลือกและสีเนื้อเต็มที่ โดยมีเปอร์เซ็นต์เกิดโรคน้อยที่สุด จึงควรบ่มด้วยเอทิลีนเข้มข้น 500 $\mu\text{L/L}$ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่ 28°C และวางต่อจนผลสุก

Table 1 Quality of 'Khak Dam' papaya fruit harvested in winter after ripening with various ethylene concentrations in flow-through system at 28°C for 24 hours, then stored for another 2 days

Ethylene ($\mu\text{L/L}$)	Color development (%)			Disease incident area (%)	TSS (%)	Firmness (N/cm^2)	Consumer scores	
	Skin	Flesh by cross section	Flesh by long section				Sweetness	Preference
Control	58.0	94.0	98.0	14.0	8.42	12.13	3.06	3.31
125 $\mu\text{L/L}$	68.0	82.0	96.0	3.0	8.18	16.22	2.75	3.25
250 $\mu\text{L/L}$	76.5	90.0	98.0	10.0	8.32	10.87	2.63	2.50
500 $\mu\text{L/L}$	81.5	94.0	100.0	5.0	8.58	13.27	2.75	2.88
Sig.	0.181 ^{ns}	0.256 ^{ns}	0.532 ^{ns}	0.248 ^{ns}	0.734 ^{ns}	0.147 ^{ns}	0.775 ^{ns}	0.066 ^{ns}
%C.V.	35.03	11.52	4.27	112.7	6.86	27.16	31.02	21.80

ผลของเอทิลีนต่อคุณภาพผลมะละกอพันธุ์ชันไรส์

การบ่มผลมะละกอพันธุ์ชันไรส์ที่เก็บเกี่ยวช่วงฤดูหนาวด้วยเอทิลีนเข้มข้น 0 125 250 และ 500 $\mu\text{L/L}$ ที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 82±3% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ระบายอากาศทุก 8 ชั่วโมง และวางต่อที่อุณหภูมิเดิมเป็นเวลาอีก 1 วันจนผลสุกรวมใช้เวลา 2 วัน พบว่า ผลมะละกอทั้งหมดสุกได้ใน 2 วัน มีคุณภาพไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างความเข้มข้นของเอทิลีนที่ใช้ บ่ม อย่างไรก็ตามการบ่มผลด้วยเอทิลีนเข้มข้น 125 $\mu\text{L/L}$ เพียงพอต่อการสุกของมะละกอพันธุ์ชันไรส์ ผลมีการพัฒนาสีเปลือก

มากที่สุด ยังคงแน่น มีรสหวานและผู้ชิมมีความพึงพอใจมากที่สุด (Table 2) An and Paul (1990) รายงานว่า อุณหภูมิระหว่าง 22.5-27.5°C เหมาะสมต่อการบ่มผลมะละกอกกลุ่มไซโลที่ผลิตในฮาวาย ซึ่งจะทำให้ผลที่เก็บเกี่ยวในระยะเริ่มเปลี่ยนสีสามารถสุกเหลืองเต็มที่ภายใน 10-18 วัน การบ่มที่อุณหภูมิสูงกว่านี้มีผลให้ผลสูญเสียน้ำหนักมากและมีลักษณะภายนอกผิดปกติได้ การบ่มผลมะละกอกกลุ่มฮาวายด้วยเอทิลีนที่มีความเข้มข้นเพียง 100 µL/L ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ทำให้ผลสุกมีเปลือกสีเหลือง 60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อบ่มครบ 2 วัน และเหลืองเต็มที่เมื่อบ่มครบ 4 วัน ดังนั้นเพื่อให้ผลมะละกอกพันธุ์ซันไรส์สุกสม่ำเสมอมีการพัฒนาสีเปลือกและสีเนื้อเต็มที่ และเนื้อยังคงแน่นจึงควรบ่มด้วยเอทิลีนเข้มข้น 125 µL/L ที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 82+3% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และวางต่อจนผลสุกอีก 1 วัน

Table 2 Quality of 'Sun rise' papaya fruit after ripening with various ethylene concentrations at 25°C for 24 hours, then stored for another day

Ethylene (µL/L)	Color development (%)			Disease incident area (%)	TSS (%)	Firmness (N/cm ²)	Consumer scores	
	Skin	Flesh by cross section	Flesh by long section				Sweetness	Preference
Control	62.0	92.0	96.0	0.00	13.52	14.86	4.00	4.00
125 µL/L	79.0	90.0	100.0	0.00	12.94	15.94	4.57	4.67
250 µL/L	74.5	91.0	99.0	0.00	13.08	15.96	4.57	4.29
500 µL/L	74.0	98.0	99.0	0.00	12.92	13.76	5.00	4.43
Sig.	0.285 ^{ns}	0.220 ^{ns}	0.585 ^{ns}	-	0.469 ^{ns}	0.536 ^{ns}	0.252 ^{ns}	0.556 ^{ns}
%C.V.	27.74	6.77	4.82	0.00	5.06	17.84	19.27	19.53

ผลของเอทิลีนต่อคุณภาพผลมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์

การบ่มผลมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ที่เก็บเกี่ยวช่วงฤดูร้อน (เมษายน 2554) ด้วยเอทิลีนเข้มข้น 0 125 250 และ 500 µL/L ที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 82+3% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ระบายอากาศทุก 8 ชั่วโมง และวางต่อที่อุณหภูมิเดิมจนผลสุกเป็นเวลาอีก 1 วัน รวมใช้เวลา 2 วัน พบว่า ผลมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์เก็บเกี่ยวช่วงฤดูร้อนเมื่อปล่อยให้สุกตามธรรมชาติและเมื่อบ่มด้วยเอทิลีนเป็นเวลา 2 วัน มีการพัฒนาสีเปลือกเหลืองสมบูรณ์ทั้งผลในทุกความเข้มข้น มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักระหว่าง 1.38–2.44% มีสีเนื้อ ความแน่นเนื้อ ปริมาณ TSS และคะแนนประเมินคุณภาพการบริโภคไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกความเข้มข้น (Table 3) ทั้งนี้ผลเมื่อเริ่มบ่มมีเปลือกเหลือง 16.25+8.85 เปอร์เซ็นต์ แต่เนื่องจากมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์เป็นพันธุ์ที่มีการพัฒนาสีเปลือกเหลืองสมบูรณ์ได้ดีอยู่แล้ว ประกอบสภาพอากาศที่ร้อนในเดือนเมษายนจึงสุกได้ง่ายแม้ไม่ได้บ่ม ดังนั้นการบ่มผลมะละกอลักไม่ลายด้วยเอทิลีนในช่วงฤดูร้อนจึงอาจไม่จำเป็นสำหรับกรวางจำหน่ายปลีกหากเก็บเมื่อผิวผลมีการพัฒนาสีเหลืองมากแล้ว แต่การบ่มทำให้ผลสุกสม่ำเสมอทุกผลและพร้อมสำหรับการตัดแต่ง

Table 3 Quality of 'Holland' papaya fruit harvested in summer (April 2011) after ripening with various ethylene concentrations at 25°C for 24 hours, then stored for another day

Ethylene (µL/L)	Weight loss (%)	Color development (%)			Firmness (N/cm ²)	TSS (%)	Consumer scores	
		Skin*	Flesh by cross section	Flesh by long section			Sweetness	Preference
Control	1.38	99.5	87.5	82.5	27.84	11.75	3.20	3.20
125 µL/L	1.61	99.5	78.8	78.8	38.02	9.67	2.60	2.20
250 µL/L	1.38	100.0	87.5	93.8	26.69	9.95	2.60	2.60
500 µL/L	1.75	99.5	78.8	81.3	34.91	10.25	3.20	2.80
Sig.	0.869 ^{ns}	0.802 ^{ns}	0.635 ^{ns}	0.320 ^{ns}	0.271 ^{ns}	0.490 ^{ns}	0.730 ^{ns}	0.561 ^{ns}
% CV	47.83	0.87	15.87	13.87	28.33	19.23	40.43	40.99

*Initial skin color was 16.25±8.85 %.

สำหรับผลมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ที่เก็บเกี่ยวในช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคม 2554) เมื่อบ่มด้วยเอทิลีนเข้มข้น 125 – 500 µL/L ที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 82+3% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ระบายอากาศทุก 8 ชั่วโมง และวางต่อที่อุณหภูมิ

เดิมจนผลสุกเป็นเวลาอีก 1 วัน รวมใช้เวลา 2 วัน พบว่า การบ่มผลด้วยเอทิลีนเข้มข้น 125 $\mu\text{L/L}$ ทำให้เปลือกผลเหลืองมากที่สุด 84 เปอร์เซ็นต์ และมีการพัฒนาสีเนื้อเต็มที่ ไม่แตกต่างจากผลที่บ่มด้วยเอทิลีนเข้มข้น 500 $\mu\text{L/L}$ แต่แตกต่างจากผลที่สุกตามธรรมชาติที่มีการพัฒนาสีเปลือกและสีเนื้อตามขวาง 49 และ 96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้ผลทั้งหมดมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยมาก อยู่ระหว่าง 0.61-0.70 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น (Table 4) ดังนั้นการบ่มผลมะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์ในช่วงปลายฤดูฝนจึงควรบ่มด้วยเอทิลีนเข้มข้น 125 $\mu\text{L/L}$ เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนปล่อยให้ผลสุกต่ออีก 1 วัน ที่อุณหภูมิ 25°C

Table 4 Quality of 'Holland' papaya fruit harvested in late monsoon (October 2011) after ripening with various ethylene concentrations at 25°C for 24 hours, then stored for another day

Ethylene ($\mu\text{L/L}$)	Weight loss (%)	Color development (%)			Firmness (N/cm^2)	TSS (%)	Consumer scores	
		Skin*	Flesh by cross section	Flesh by long section			Sweetness	Preference
Control	0.614	49.0 ^b	96.0 ^b	98.0	59.17	10.9	2.40	3.00
125 $\mu\text{L/L}$	0.708	84.0 ^a	100.0 ^a	100.0	29.74	11.1	3.00	3.40
250 $\mu\text{L/L}$	0.624	74.0 ^{ab}	99.0 ^{ab}	100.0	32.36	10.6	2.55	3.35
500 $\mu\text{L/L}$	0.696	78.0 ^a	100.0 ^a	100.0	36.52	11.5	3.10	3.50
Sig.	0.200 ^{ns}	0.044*	0.052 ^{ns}	0.083 ^{ns}	0.066 ^{ns}	0.504 ^{ns}	0.214 ^{ns}	0.775 ^{ns}
% CV	12.67	26.23	2.40	1.38	53.14	8.79	31.07	34.10

การผสมแก๊สและต้นทุนแก๊สเอทิลีนเข้มข้น 250 $\mu\text{L/L}$ ต่อการบ่มระบบเปิดเชิงพาณิชย์ 24 ชั่วโมง

การผสมแก๊สเอทิลีนให้ได้ความเข้มข้น 250 $\mu\text{L/L}$ สำหรับห้องบ่มขนาด 280 cm. x 320 cm. x 210 cm. (18.816 m^3) ต้องฉีดแก๊สเอทิลีนเข้มข้นจำนวน 4,704 มิลลิลิตร จากนั้นควบคุมอัตราการไหลของแก๊สที่ระดับความเข้มข้น 250 $\mu\text{L/L}$ อัตรา 3,000 มิลลิลิตร/นาที่ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเก็บรักษาต่อจนผลมะละกอสุกประมาณ 1-2 วัน แล้วตรวจวัดคุณภาพ

การคำนวณต้นทุนแก๊สเอทิลีนเข้มข้น 250 $\mu\text{L/L}$ ปริมาตร 4,320,000 มิลลิลิตร (3,000 มิลลิลิตร \times 60 นาที \times 24 ชั่วโมง) ต้องใช้แก๊สเอทิลีนเข้มข้นจำนวน 1,080 มิลลิลิตร รวมกับแก๊สเอทิลีนเข้มข้นที่ปล่อยเข้าห้องบ่มเมื่อเริ่มต้นจำนวน 4,704 มิลลิลิตร เป็นจำนวนทั้งสิ้น 5,784 มิลลิลิตร คิดเป็นค่าแก๊สเอทิลีน 6.21 บาท/ห้อง/วัน (แก๊สเอทิลีนเข้มข้นน้ำหนัก 2.95 กิโลกรัม มีปริมาตร 1,321,600 มิลลิลิตร ราคา 1,418 บาท) หรือ 186.30 บาท/ห้อง/เดือน ทำให้ประหยัดค่าถ่านแก๊สได้ปีละ 100,364 บาท ทั้งนี้ในการปฏิบัติจริงอาจมีการสูญเสียของก๊าซเอทิลีนส่วนหนึ่ง

สรุป

1. มะละกอพันธุ์แขกดำสามารถบ่มด้วยเอทิลีนเข้มข้น 500 $\mu\text{L/L}$ ที่ 28°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และวางให้สุกอีก 2 วัน
2. มะละกอพันธุ์ซันไรส์สามารถบ่มด้วยเอทิลีนเข้มข้น 125 $\mu\text{L/L}$ ที่ 25°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และวางให้สุกอีก 1 วัน
3. มะละกอพันธุ์ฮอลแลนด์เก็บเกี่ยวในช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคม) ควรบ่มด้วยเอทิลีนเข้มข้น 125 $\mu\text{L/L}$ เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนปล่อยให้ผลสุกต่ออีก 1 วัน ที่ 25°C ทั้งนี้มะละกอที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูร้อนไม่จำเป็นต้องบ่มด้วยแก๊สเอทิลีนก็สามารถสุกได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท ซี. โอ. สวนสระแก้ว จำกัด และโครงการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย (ITap) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- An, J. F. and R. E. Paull. 1990. Storage temperature and ethylene influence on ripening of papaya fruit. J. AMER. Soc. HORT. SCI. 115(6):949-953.
- Anonymous. 2009. Material Safety Data Sheet #142.00, Calcium Carbide. Scholar Chemistry and Columbus Chemical Industries, Inc., Issue Date January 23, 2009.
- Cruz De La, J., G. Vela, and H. S. Garcia. 2003. Accelerated ripening of Maradol papaya (*Carica papaya* L.) with ethylene. 2003 IFT Annual Meeting, Chicago. [Online]. Available: http://ift.confex.com/ift/2003/techprogram/paper_19938.htm (21/10/2010)