รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การใช้สารเมทิลไซโคลโพรพีนและจิบเบอเรลลิค แอซิดก่อนและหลังเก็บเกี่ยว ต่อการสุก คุณภาพ และอายุการเก็บรักษาของผลมังคุด

Pre- and postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) and gibberellic acid (GA_3) on ripening, quality and storage life of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) fruits

คณะนักวิจัย
ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์
อดิเรก รักคง

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินรายได้มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ประจำปีงบประมาณ 2553 ประเภทที่ 2 รหัสโครงการ NAT540688S

ชื่อโครงการ การใช้สารเมทิลไซโคลโพรพีนและจิบเบอเรลลิค แอซิดก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อการสุก คุณภาพ และอายุการเก็บรักษาของผลมังคุด

Pre- and postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) and gibberellic acid (GA_3) on ripening, quality and storage life of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) fruits

คณะผู้วิจัย	หน่วยงาน
ผศ. ดร. ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์	ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร. อดิเรก รักคง	ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สนับสนุนโดย เงินรายได้วิทยาเขตหาดใหญ่ ประเภททั่วไป ประจำปี 2553 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สัญญาเลขที่ NAT540688S

บทคัดย่อ

ปัจจุบันยังไม่มีเมทิลไซโคลโพรพีน (1-MCP) ในรูปของสารละลายที่สามารถใช้ก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมการสุกของผลมังคุดที่อยู่บนต้น จึงจำเป็นต้องหาสารเคมีที่สามารถชะลอการสุกของผลไม้เพื่อใช้ทดแทน การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กรดจิบเบอเรลลิก (GA_3) เปรียบเทียบกับการใช้ 1-MCP ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวต่อวันที่เก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของผลมังคุด การให้ทรีทเมนต์ที่ทำกับผลมังคุดที่อยู่บนต้นก่อนเก็บเกี่ยว 2.5 สัปดาห์ ได้แก่ ไม่ให้สาร (ชุดควบคุม) พ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 25, 50 และ 100 มิลลิกรัม/ลิตร และรม 1-MCP [(0.25 กรัม) ของสารออกฤทธิ์ 1-MCP 0.19%] ผลการทดลองพบว่า การให้ GA_3 50 และ 100 มิลลิกรัม/ลิตร และ 1-MCP สามารถชะลอวันที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดได้ 4, 5 และ 7 วัน ตามลำดับ สำหรับการให้ทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยวก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ^{o}ซ ได้แก่ ไม่ให้รับสาร (ชุดควบคุม) แช่สารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัม/ลิตร และรมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 500 นาโนลิตร/ลิตร ผลการทดลองพบว่า การให้ทรีทเมนต์ก่อนการเก็บเกี่ยวมีปฏิสัมพันธ์กับทรีทเมนต์หลังการเก็บเกี่ยวหรือก่อนการเก็บรักษา การให้ GA_3 และ 1-MCP หลังการเก็บเกี่ยวมีผลทำให้ผลมังคุดมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น 4 – 12 วัน แต่เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะใน ทรีทเมนต์หลังการเก็บเกี่ยว พบว่า มังคุดที่ได้รับ GA_3 100 มิลลิกรัม/ลิตร ก่อนการเก็บเกี่ยวและได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP หลังการเก็บเกี่ยวมีอายุการเก็บรักษานานกว่ามังคุดในชุดควบคุม 5 และ 6 วัน ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่า ผลของสาร GA_3 และ 1-MCP ก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อการชะลอวันที่เก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของผลมังคุด โดยมีผลต่อการขยายเวลาของช่วงการเก็บเกี่ยวมังคุดระยะสายเลือดให้ยาวนานขึ้นได้ตั้งแต่ 2 วัน – 2 สัปดาห์ ทรีทเมนต์ที่ดีที่สุดคือการให้สาร GA_3 ความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวตามด้วยการรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บรักษา และ การรมสาร 1-MCP ทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยว สำหรับคุณภาพผล การให้ทรีทเมนต์ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวทำให้ผลมังคุดมีความแข็งเปลือกสูงสุด อย่างไรก็ตามการให้ทรีทเมนต์ GA_3 ทั้งก่อนเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะในความเข้มข้นที่ 50 มิลลิลิตร/ลิตรและหลังการเก็บเกี่ยวมีอัตราส่วน SSC : TA หรือคุณภาพด้านองค์ประกอบเคมีดีที่สุด

Abstract

Recently, there is no 1-methylcyclopropene (1-MCP) spray formulation applied for ripening control in mangosteen fruits on the tree. Therefore, chemicals which can control fruit ripening are needed. The objective of this study was to investigate the effects of pre- and post-harvest gibberellic acid (GA_3) applications in comparison with 1-MCP on harvesting date and storage life of mangosteens. Treatments were applied to intact mangosteen fruits at 2.5 weeks before harvest. Pre-harvest treatments consisted of no chemical (control), spray with GA_3 at 25, 50 and 100 mlL^{-1} and fumigation with 1/8 (0.25g) of 1-MCP pellet (0.19% a.i.). The results showed that pre-harvest treatment with 50 and 100 mgL^{-1} GA_3 and 1-MCP delayed the harvest date of mangosteen at stage 1 (light greenish yellow with 5% scattered pinkish spots) for 4, 5 and 7 days, respectively. Postharvest treatments, soaking in 1000 mgL^{-1} GA_3 and fumigation with 500 nlL^{-1} 1-MCP, before storage at 15 °C were investigated. The results showed that there was the interaction between pre-harvest and post-harvest treatments affecting harvest date and storage life. The storage life of the intact fruits treated with GA_3 and 1-MCP was 4 – 12 days longer than the control fruits. For postharvest GA_3 and 1-MCP treatments, the storage life of the intact fruit previously treated with 100 mgL^{-1} GA_3 and 1-MCP was 5 and 6 days longer than the control fruits, respectively. In other words, the combined use of preharvest treatments, GA_3, with 1-MCP treatment applied postharvest, was evaluated to delay the harvest date and improve the length of storability of mangosteen, at both room temperature and 15 ºC for 2 days – 2 weeks. The best of combined treatments were the use of 50 mlL^{-1} GA_3 plus 1-MCP and the both combination of 1-MCP application at pre- and postharvest. Fruit quality at both storage temperatures, 1-MCP treatment at preharvest in all combinations showed a large effect on the firmness of the peel. However, The combination of GA_3, especially at concentration 50 mlL^{-1}, and all pre-storage treatments had a greater effect on SSC : TA ratio.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในโครงการ การใช้สารเมทิลไซโคลโพรพีนและจิบเบอเรลลิคแอซิดก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อการสุก คุณภาพ และอายุการเก็บรักษาของผลมังคุด ได้ดำเนินการและสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ งานวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนเงินรายได้ วิทยาเขตหาดใหญ่ ประเภททั่วไป ประจำปี 2553 มหาวิทยาลัยสงขลา-นครินทร์ สัญญาเลขที่ NAT540688S และได้รับการสนับสนุนแปลงและผลผลิตมังคุดจากภาควิชาพืชศาสตร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา และศูนย์วิจัยพืชยืนต้นและไม้ผลเมืองร้อน สถานีทดลองเทพา อ.เทพา จ.สงขลา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นางสาวสายทิพย์ ทิพย์ปาน นางสาวอรจิรา พรหมทองรักษ์ นางสาวนฤมล นวลวิจิตร นายธนกร เหมะรักษ์ นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในการช่วยเหลือคณะผู้วิจัยในการออกพื้นที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล และหน่วยงานดังกล่าวข้างต้นที่ได้ให้การสนับสนุน

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	ง
รายการตาราง	จ
รายการภาพประกอบ	ช
บทนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
วิธีการทดลอง	8
ผลการทดลองและวิจารณ์	12
สรุปผลการทดลอง	42
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก	48

รายการตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	ผลของสารละลาย GA_3 ต่ออายุการเก็บรักษาของผลมังคุดที่อุณหภูมิห้อง	13
ตารางที่ 2	ผลของสารละลาย GA_3 ต่ออายุการเก็บรักษาของผลมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ^{o}ซ	13
ตารางที่ 3	ผลของสาร 1-MCP และ สาร GA_3 ต่อจำนวนวันที่เก็บเกี่ยวต่อจำนวนวันที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือด (ระยะ 1) เมื่อให้สารก่อนเก็บเกี่ยวในวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ.2554	14
ตารางที่ 4	วันที่เก็บเกี่ยว จำนวนวันนับตั้งแต่เริ่มทดลอง-เก็บเกี่ยว จำนวนผลที่เก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวของมังคุดระยะสายเลือดในชุดควบคุม โดยเริ่มการทดลองในวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2554	17
ตารางที่ 5	วันที่เก็บเกี่ยว จำนวนวันนับตั้งแต่เริ่มทดลอง-เก็บเกี่ยว จำนวนผลที่เก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวของมังคุดระยะสายเลือดที่ได้รับการรมสาร 1-MCP ในวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2554	18
ตารางที่ 6	วันที่เก็บเกี่ยว จำนวนวันนับตั้งแต่เริ่มทดลอง-เก็บเกี่ยว จำนวนผลที่เก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวของมังคุดระยะสายเลือดที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 25 มิลลิลิตร/ลิตร ในวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2554	19
ตารางที่ 7	วันที่เก็บเกี่ยว จำนวนวันนับตั้งแต่เริ่มทดลอง-เก็บเกี่ยว จำนวนผลที่เก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวของมังคุดระยะสายเลือดที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตร ในวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2554	20
ตารางที่ 8	วันที่เก็บเกี่ยว จำนวนวันนับตั้งแต่เริ่มทดลอง-เก็บเกี่ยว จำนวนผลที่เก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวของมังคุดระยะสายเลือดที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร ในวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2554	21
ตารางที่ 9	จำนวนและเปอร์เซ็นต์ผลร่วงของมังคุดภายหลังการได้รับสาร 1-MCP และ GA_3 ความเข้มข้น 25, 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร ในวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2554	23
ตารางที่ 10	คุณภาพผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวและนำผลมังคุดที่เก็บเกี่ยวแล้วมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง (วิเคราะห์เมื่อผลมังคุดเปลี่ยนจากสีสายเลือดเป็นสีม่วงแดงหรือระยะที่ 4)	24
ตารางที่ 11	คุณภาพผลมังคุดระยะผลสีม่วงแดง (ระยะ 4) ที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวภายหลังเก็บเกี่ยวในระยะสายเลือดนำมารม 1-MCP ก่อนนำไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง	26
ตารางที่ 12	คุณภาพผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว ภายหลังเก็บเกี่ยวในระยะสายเลือดนำมาจุ่มแช่ในสารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 1,000 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนนำไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง	28

รายการตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 13	จำนวนวันการเปลี่ยนแปลงสีจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดงของมังคุดที่เก็บเกี่ยวจากต้นที่ได้รับทรีทเมนต์กรดจิบเบอเรลลิคและการรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว	29
ตารางที่ 14	ผลของสาร GA_3 และสาร 1-MCP หลังการเก็บเกี่ยวต่ออายุการเก็บรักษาของผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สาร GA_3 ความเข้มข้นต่างๆ และสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว	30
ตารางที่ 15	จำนวนวันของการพัฒนาสีตั้งแต่ระยะสายเลือด (ระยะ 1) – ระยะผลสีม่วงแดง (ระยะ 4) ของผลมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ	33
ตารางที่ 16	การพัฒนาสีตั้งแต่ระยะสายเลือด (ระยะ 1) – ระยะผลสีม่วง (ระยะ 5) ของผลมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ	34
ตารางที่ 17	ผลของการให้สาร GA_3 และ 1-MCP ก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อการชะลอวันที่เก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของผลมังคุด	36
ตารางที่ 18	คุณภาพผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ	37
ตารางที่ 19	คุณภาพผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวที่ได้รับ GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ	39
ตารางที่ 20	คุณภาพผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวที่ได้รับการรม 1-MCP ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ	40

รายการภาพประกอบ

		หน้า
ภาพที่ 1	แผนภาพแสดงการให้ทรีทเมนต์ก่อนและหลังเก็บเกี่ยวมังคุด	11
ภาพที่ 2	จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดของมังคุดในชุดควบคุม ที่เริ่มการทดลองในวันที่ 11 มิถุนายน 2554	17
ภาพที่ 3	จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดของมังคุดที่ได้รับการรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวในวันที่ 11 มิถุนายน 2554	18
ภาพที่ 4	จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดของมังคุดที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 25 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวในวันที่ 11 มิถุนายน 2554	19
ภาพที่ 5	จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดของมังคุดที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวในวันที่ 11 มิถุนายน 2554	20
ภาพที่ 6	จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดของมังคุดที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวในวันที่ 11 มิถุนายน 2554	21
ภาพที่ 7	จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สาร 1-MCP และ GA_3 ความเข้มข้นต่างๆ และสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวในวันที่ 11 มิถุนายน 2554	22
ภาพที่ 8	การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle (h) ของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ต่างๆ ก่อนเก็บเกี่ยว และภายหลังเก็บเกี่ยวนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ (เส้นประ --- ที่ตำแหน่งค่า hue angle เท่ากับ 20 หมายถึงผลมังคุดเปลี่ยนสีเป็นสีม่วงแดงหรือผลระยะที่ 4)	31
ภาพที่ 9	การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle (h) ของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ต่างๆ ก่อนเก็บเกี่ยว และภายหลังเก็บเกี่ยวแช่สารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิลิตร/ลิตร นาน 10 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ (เส้นประ --- ที่ตำแหน่งค่า hue angle เท่ากับ 20 หมายถึงผลมังคุดเปลี่ยนสีเป็นสีม่วงแดงหรือผลระยะที่ 4)	32
ภาพที่ 10	การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle (h) ของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ต่างๆ ก่อนเก็บเกี่ยว และหลังเก็บเกี่ยวรมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 500 นาโนลิตร/ลิตร นาน 18 ชั่วโมง ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ (เส้นประ --- ที่ตำแหน่งค่า hue angle เท่ากับ 20 หมายถึงผลมังคุดเปลี่ยนสีเป็นสีม่วงแดงหรือผลระยะที่ 4)	32
ภาพที่ 11	แผนภาพแสดงจำนวนวันที่สีผลเปลี่ยนแปลงจากสีระยะที่ 1 (สายเลือด) ไปเป็นสีระยะที่ 4 (ม่วงแดง) และสีระยะที่ 5 (ม่วง) ของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนและหลังเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ	34

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 12	แผนภาพแสดงจำนวนวันที่สีผลเปลี่ยนแปลงจากสีระยะที่ 1 (สายเลือด) ไปเป็นสีระยะที่ 4 (ม่วงแดง) และสีระยะที่ 5 (ม่วง) ของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว และภายหลังเก็บเกี่ยวแช่สารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิลิตร/ลิตร นาน 10 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ	35
ภาพที่ 13	แผนภาพแสดงจำนวนวันที่สีผลเปลี่ยนแปลงจากสีระยะที่ 1 (สายเลือด) ไปเป็นสีระยะที่ 4 (ม่วงแดง) และสีระยะที่ 5 (ม่วง) ของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว และภายหลังเก็บเกี่ยวรมสาร 1-MCP 500 นาโนลิตร/ลิตร ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ	35

บทนำ

แม้มังคุดจะเป็นไม้ผลที่มีศักยภาพในการส่งออกสูง แต่การส่งออกมังคุดของไทยยังทำได้ในปริมาณที่จำกัดเนื่องจากการผลิตของผลมังคุดที่ได้ไม่สม่ำเสมอส่งผลถึงคุณภาพโดยรวมของผลมังคุด ปัญหาที่สำคัญในการผลิตมังคุดคือมีช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 1-2 เดือน ในปีที่มีการออกดอกติดผลของมังคุดในฤดูกาลปกติเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศเหมาะสม ทำให้เกิดปัญหาผลผลิตมีการกระจุกตัว ล้นตลาดและราคาตกต่ำ (นพรัตน์, 2536) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องเน้นคุณภาพเพื่อการส่งออกและขยายการบริโภคภายในประเทศทั้งในรูปผลสดและการแปรรูป (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2551)

จากการที่มังคุดถูกจัดเป็นผลไม้ประเภท climacteric fruit ซึ่งในระยะการสุกของผลมังคุดที่ได้รับเอทิลีนจากภายนอกจะมีการสร้างเอทิลีนเกิดขึ้นและผลมังคุดเมื่อถูกเก็บเกี่ยวจากต้นแล้วยังคงมีการเปลี่ยนแปลงภายในต่อไป (สมโภชน์, 2535) ดังนั้นการควบคุมทั้งในด้านการเร่งและชะลอกระบวนการสุกของมังคุด โดยควบคุมการสร้างและการทำงานของเอทิลีนเป็นส่วนสำคัญในการควบคุมการสุกของมังคุดให้เป็นไปตามที่ต้องการ สาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) ซึ่งเป็นสารยับยั้งการทำงานของเอทิลีนในระดับตัวรับเอทิลีน (ethylene receptor) ได้ถูกนำมาศึกษาและใช้กับผลมังคุดพบว่าสามารถชะลอการสุกของผลมังคุดหลังการเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 10 วัน (พัชร, 2551) จากการศึกษาเบื้องต้นในการรมเมทิลไซโคลโพรพีน (1-methylcyclopropene, 1-MCP) กับผลมังคุดก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า สามารถชะลอการสุกแก่ได้ประมาณ 6 วัน (ลดาวัลย์ และภูริณัฐ, 2552) อย่างไรก็ตาม การใช้สาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวในสภาพแปลงทำได้ไม่สะดวก และปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีสาร 1-MCP ในรูปของสารละลาย จึงจำเป็นต้องหาสารเคมีที่สามารถชะลอการสุกของมังคุดเพื่อใช้ทดแทนสาร 1-MCP สำหรับกรดจิบเบอเรลลิก (Gibberellic acid, GA_3) เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชอีกชนิดหนึ่งที่สามารถชะลอการสุกของผลไม้ก่อนเก็บเกี่ยวหลายชนิด เนื่องจากมีการทำงานแบบแข่งขันกับเอทิลีนซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ควบคุมการสุกของผลไม้ (Lurie, 2000)

ดังนั้น การทดลองในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ GA_3 เปรียบเทียบกับการใช้ 1-MCP ก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อวันที่เก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของผลมังคุด ซึ่งอาจเป็นแนวทางในการยืดเวลาการเก็บเกี่ยวของมังคุดออกไปให้ยาวนานขึ้น ทำให้ช่วยลดการกระจุกตัวของผลผลิต นอกจากนี้ยังศึกษาร่วมกับการเก็บรักษาเพื่อขยายเวลาให้มีมังคุดผลสดออกวางจำหน่ายในตลาดได้ยาวนานขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อทราบผลของการใช้สาร 1-MCP และ GA_3 ตั้งแต่ระยะก่อนการเก็บเกี่ยวไปจนถึงการเก็บรักษาต่อกระบวนการสุกและคุณภาพของผลมังคุด

การตรวจเอกสาร

มังคุด (*Garcinia mangostana* L.) เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยและนิยมปลูกเป็นการค้ามากขึ้นเพราะมังคุดเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ โดยมีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปีเนื่องจากมังคุดเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดีและมีการส่งออกทั้งในรูปผลสดและแช่แข็ง โดยทั่วไปมังคุดจะออกผลปีละครั้ง แต่เนื่องจากความแตกต่างทางภูมิอากาศ และพื้นที่ปลูกทำให้ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวมังคุดแตกต่างกัน มังคุดในประเทศไทยมีช่วงเวลาให้ผลผลิตตั้งแต่เดือนมีนาคม – ตุลาคม ประมาณ 8 เดือน โดยมังคุดที่ปลูกทางภาคตะวันออกจะให้ผลผลิตในช่วงมีนาคม – มิถุนายน (เดือนพฤษภาคมให้ผลผลิตสูงสุด) ในขณะที่มังคุดที่ปลูกในภาคใต้จะให้ผลผลิตในช่วงมิถุนายน – ตุลาคม (เดือนสิงหาคมให้ผลผลิตสูงสุด) (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2551) ในปัจจุบันประเทศไทยส่งออกมังคุดเป็นอันดับ 1 ของโลกมูลค่าปีละกว่า 1,000 ล้านบาท และตลาดยังมีความต้องการมังคุดคุณภาพอีกมาก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552)

สารเคมีควบคุมการสุกของผลไม้

สารเคมีที่ใช้ในการควบคุมการสุกของผลไม้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ สารเร่งการสุก และสารชะลอการสุก

1. สารเร่งการสุก

สารเอทิฟอน (Ethephon)

สารเอทิฟอนถูกนำมาใช้เร่งการสุกของพืชหลายชนิดอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีราคาไม่แพงและใช้สะดวก อย่างไรก็ตามในกรณีของผลส้ม หากความเข้มข้นของเอทิฟอนที่ใช้สูงมากเกินไป จะส่งผลทำให้ใบร่วงเป็นจำนวนมากและเมื่อใช้ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงจะเพิ่มอาการเป็นพิษที่เป็นอันตรายต่อต้นมากขึ้น โดยผลของเอทิลีนที่ทำให้ใบร่วงนั้นเป็นผลมาจากการใช้เอทิฟอน ไม่ใช่เพราะสารเอทิฟอนชักนำให้พืชเกิดการสร้างเอทิลีนแล้วไปมีผลทำให้ใบร่วง (Burns, 2008) นอกจากนี้จากรายงานของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี (2542) พบว่าสารเอทิฟอนเร่งให้เกิดการพัฒนาสีของผลมังคุด โดยการฉีดพ่นผลมังคุดที่แก่จัด (ผลมีสีเขียวตองอ่อนหรือระดับสีที่ 0) ด้วยสารเอทิฟอนความเข้มข้น 200 – 400 ส่วนต่อล้าน (ppm) ก่อนระยะเก็บเกี่ยวจะทำให้เกิดการพัฒนาสีผลเข้าสู่ระยะสายเลือดหลังจากพ่นสาร 2 วัน และยังพบผลข้างเคียงของเอทิฟอนโดยเร่งการเปลี่ยนสีของผลอ่อนมังคุดที่มีขนาดเล็ก โดยผลมังคุดนี้จะสามารถสุกได้ (เปลือกเปลี่ยนเป็นสีแดง) แต่เนื้อจะไม่แยกจากเปลือก รสชาติไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค หากทำการฉีดพ่นสารเอทิฟอนให้กับผลมังคุดที่ยังอ่อนมากเกินไปจะทำให้ผลมีขนาดเล็กกว่าปกติมากกว่า 25% ดังนั้นการใช้สารเอทิฟอนเพื่อควบคุมการสุกของผลมังคุดก่อนเก็บเกี่ยวจึงยังไม่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ประโยชน์กับมังคุดในปัจจุบัน

2. สารยับยั้งหรือชะลอการสุก

เนื่องจากเอทิลีนเป็นฮอร์โมนที่กระตุ้นให้ผลไม้ประเภท climacteric เกิดการสุกได้ ดังนั้นสารเคมีที่นำมาใช้ส่วนใหญ่จะเป็นสารยับยั้งเอทิลีนซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือสารเคมีที่ใช้ในการยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีน (ethylene biosynthesis) และสารเคมีที่ใช้ในการยับยั้งการทำงานของเอทิลีน (ethylene action) และปัจจุบันได้พัฒนาขึ้นมาใช้ในทางการค้า (Lurie, 2008) ซึ่งมีหลักการในการควบคุมคือ ยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนจากตัวพืช ป้องกันการจับกันของเอทิลีนและตัวรับเอทิลีน (ethylene receptors) และ

ป้องกันปฏิกิริยาการตอบสนองของพืชต่อการจับกันของเอทิลีนและตัวรับเอทิลีน (Reid and Staby, 2008) เช่น สาร aminoethoxyvinylglycine (AVG) ซึ่งเป็นสารยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีน โดยยับยั้งในขั้นตอนการเปลี่ยนจาก S-adenosyl methionine ไปเป็น 1-aminocyclopropene-1-carboxylic acid (Yang and Hoffman, 1984) สารยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนที่มีใช้อย่างเป็นการค้าในปัจจุบัน คือ สาร aminoethoxyvinylglycine (AVG) และสารนี้มีผลต่อชะลอการสุกและลดกลิ่นของแอปเปิ้ลลง (Romani *et al*., 1983 ; Child *et al*., 1984) ประสิทธิภาพของสาร AVG จะยิ่งเพิ่มขึ้นถ้าหากผลไม้ที่เก็บเกี่ยวมาได้รับเอทิลีนทันที (Bangerth *et al*., 1984) หรือในระหว่างการเก็บรักษาในห้องเย็น (Bangerth and Streif, 1987) และการให้สาร AVG จะช่วยลดอาการเนื้อเละของผลท้อได้ (Hayama *et al*., 2008) นอกจากนี้การให้สาร AVG ตั้งแต่ก่อนระยะการเก็บเกี่ยวเพื่อปรับปรุงคุณภาพผลประเภท climacteric หลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษา แสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างเอทิลีนต่อพืชในด้านการพัฒนาผล การสุกแก่ และคุณภาพผล นอกจากนี้ได้มีการศึกษาผลของสาร AVG ในรูปการค้าคือ Retain® กับสาลี่พันธุ์ ‘Barlett’ เมื่อใช้ก่อนการเก็บเกี่ยว 3, 2 และ 1 สัปดาห์ พบว่าสาร Retain® สามารถชะลอการสุกของผลของผลสาลี่ได้ โดยชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อ ชะลอการเปลี่ยนสี เมื่อเปรียบเทียบกับสาลี่ที่ไม่ได้รับสาร ซึ่งการใช้สารก่อนเก็บเกี่ยว 1 และ 2 สัปดาห์เป็นเวลาที่เหมาะสมที่สุด (Mitcham *et al*., 1998) นอกจากนี้ยังพบว่าสาร Retain® ยังชะลออัตราการลดลงของความแน่นเนื้อของผลสาลี่ โดยมีความแน่นเนื้อผลมากกว่าผลที่ไม่ได้รับสาร และทำให้เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -1°ซ ได้นานถึง 4 เดือน นอกจากนี้ยังมีรายงานผลการวิจัยจากการศึกษาที่พบว่าสารดังกล่าวสามารถชะลอการสุกแก่ของผลสาลี่พันธุ์ ‘Williams’ ได้ (Dussi *et al*., 2000)

สำหรับสารยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนอีกชนิดหนึ่งคือ สาร AOA (aminooxyacetic acid) สำหรับการศึกษาการใช้สาร AOA เพื่อควบคุมกระบวนการสุกของกล้วยซึ่งเป็นผลประเภท climacteric ในระยะเก็บเกี่ยวต่างๆ พบว่าสาร AOA มีผลทำให้เกิดการลดลงของปริมาณการสร้างเอทิลีน และปริมาณตัวยับยั้งโปรตีน (protein inhibitor) ของเอนไซม์ polygalacturonase ซึ่งเกี่ยวข้องกับการอ่อนนุ่ม (softening) ของผล (Bulantseva *et al*., 2009)

สาร 1-methylcyclopropene (1-MPC)

สาร 1-MCP เป็นสารที่มี 4 คาร์บอนโมเลกุล (C_4H_6) มีองค์ประกอบเป็นสามเหลี่ยม 3 คาร์บอนที่มีหมู่ methyl เกาะอยู่และเกิดจากกระบวนการสลายของ diazocyclopropene ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายเอทิลีนและขัดขวางการจับกันระหว่างเอทิลีนและตัวรับเอทิลีนที่อยู่บริเวณเมมเบรน โดยสาร 1-MCP จับกับตัวรับเอทิลีนได้ดีกว่าตัวเอทิลีน 10 เท่า และมีประสิทธิภาพในการทำงานดีมากที่ความเข้มข้นต่ำ สาร 1-MCP จะเข้าไปจับกับตัวรับเอทิลีนอย่างถาวร ทำให้เอทิลีนไม่สามารถส่งสัญญาณในการทำงานต่อไปได้ โดย 1-MCP มีผลทำให้การหายใจลดลงเนื่องจากการสร้างเอทิลีนลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการสร้างเอนไซม์ ACC synthase และ ACC oxidase ตลอดจนการสังเคราะห์ mRNA ของเอนไซม์ทั้งสองชนิดลดลง ทั้งนี้เนื่องจากสาร 1-MCP ไปจับกับตัวรับเอทิลีนแทนเอทิลีน จึงกระตุ้นการแสดงออกของยีนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเอทิลีน ทำให้เอทิลีนไม่ทำงานส่งผลต่อยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสุก จึงทำให้การสุกของผลไม้ถูกยับยั้ง (Blankenship and Dole, 2003)

สาร 1-MCP เป็นสารที่ไม่มีสีและกลิ่น มีประสิทธิภาพดีมากที่ความเข้มข้นต่ำ ทำให้ใช้ได้ผลค่อนข้างดีในพืชหลายชนิดดังปรากฏในรายงานของ Blankenship and Dole (2003) และ Watkins (2006) การค้นพบสาร 1-MCP ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ของวิธีการจัดการผลิตผลทางเกษตรหลายชนิด (Reid and Staby, 2008) โดยเฉพาะในผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตาม การใช้สาร 1-MCP ก่อนการเก็บเกี่ยวหรือ

ในระดับแปลงยังมีข้อจำกัดมาก เนื่องจากวิธีการใช้สาร 1-MCP อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเป็นให้สารแบบการรม (fumigation) ดังนั้นสาร 1-MCP จะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปแก๊ส จึงทำให้การนำสารไปใช้ในแปลงทำได้ค่อนข้างยากและจำกัด นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ 1-MCP ก่อนการเก็บเกี่ยวส่วนใหญ่ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดผลกระทบจากการให้เอทิลีนกับพืช แต่ไม่ใช่เพื่อยับยั้งการสร้างเอทิลีนจากพืช เช่นในการทดลองพ่นสารละลาย 1-MCP ให้กับต้นส้มก่อนการเก็บเกี่ยว เพื่อลดผลกระทบของการใช้เอทิฟอนในการเก็บเกี่ยว ซึ่งเอทิฟอนมีผลข้างเคียงทำให้เกิดใบร่วง พบว่า การพ่นสาร 1-MCP ทำให้ใบร่วงน้อยลง และการใช้สาร 1-MCP ไปพร้อมๆ กับการให้สารเอทิฟอน มีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้สาร 1-MCP เพียงอย่างเดียว ซึ่งความเข้มข้นที่เหมาะสมของ 1-MCP ที่ใช้ในแปลงขณะทดลองอยู่ในช่วง 1-5 mM และความเข้มข้นที่เหมาะสมเท่ากับ 1-MCP 5 mM (Burns, 2008)

สำหรับการศึกษาการใช้สาร 1-MCP ในมังคุดพบว่าสามารถชะลอการสุกของผลมังคุดหลังการเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 10 วัน (พัชร, 2551) และการใช้สาร 1-MCP ก่อนการเก็บเกี่ยวต้องประสบปัญหากับรูปแบบของสารที่ใช้ ซึ่งเป็นผงสีขาวและจะปลดปล่อยสาร 1-MCP ออกมาในรูปของก๊าซเมื่อละลายน้ำ ประกอบกับความเข้มข้นของสารที่ใช้เพื่อให้ได้ผลกับในสภาพแปลงปลูกอยู่ในระดับสูง ถึงแม้จะมีการผลิตสาร 1-MCP ออกมาในรูปสารละลายและถูกใช้เพื่อลดการเกิดการร่วงของใบที่เกิดจากการใช้สารเอทิฟอนในการเก็บเกี่ยวผลแอปเปิ้ลในประเทศสหรัฐอเมริกา (Moggia and Pereira, 2007) ถึงแม้สารยับยั้งการทำงานของเอทิลีนอย่าง 1-MCP จะมีการผลิตในชื่อการค้า SmartFresh™ (AgroFresh) (Lurie, 2008) แต่ก็ยังไม่มีการผลิตออกมาในรูปของเคมีเกษตรที่มีจำหน่ายในประเทศไทย นอกจากนี้ผลการใช้สารในการชะลอการสุกยังไม่ได้ผลดีเท่ากับการรม จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาหาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชชนิดอื่นที่สามารถควบคุมการสุกของผลมังคุดในระยะก่อนเก็บเกี่ยว

สารจิบเบอเรลลิคแอซิด (gibberellic acid ; GA_3)

จิบเบอเรลลิคแอซิด หรือ GA_3 เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชอีกชนิดหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องต่อกระบวนการสุกของผลไม้หลายชนิด สารในกลุ่มจิบเบอเรลลินมีผลตรงข้ามกับฤทธิ์ของเอทิลีน (Burg, 1962) และมีรายงานว่า GA_3 สามารถชะลอการสุกของผลของพืชตระกูลส้มได้ (Coggins and Lewis, 1962)

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผลหลังการเก็บเกี่ยว

คุณภาพผลหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้ มีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยวหลายประการ ปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อคุณภาพผลไม้ ได้แก่ พันธุกรรม สภาพแวดล้อม การปฏิบัติดูแลรักษา พัฒนาการของผล และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Mattheis and Fellman, 1999) อย่างไรก็ตาม พบว่าการศึกษาปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยวต่างๆ ที่มีผลต่อคุณภาพผลของไม้ผลเมืองร้อนยังมีจำนวนไม่มากนัก มีงานทดลองอยู่ไม่กี่รายงานที่ศึกษาถึงอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมก่อนการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผล การศึกษาปัจจัยเหล่านี้มีความจำเป็น เพื่อเป็นการหาวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแนวทางที่เป็นไปได้เพื่อการปรับปรุงคุณภาพผล สารควบคุมการเจริญเติบโตถูกนำมาใช้ในช่วงการพัฒนาผลมีวัตถุประสงค์เพื่อ ควบคุมการติดผล สร้างผลไร้เมล็ด ช่วยในการปลิดผล เพิ่มขนาดผล เร่งหรือชะลอการสุกและความบริบูรณ์ และปรับปรุงคุณภาพผลหลังการเก็บเกี่ยว (Lurie, 2000)

ผลของการใช้สาร 1-MCP และ GA_3 ก่อนการเก็บเกี่ยว

การสร้างเอทิลีนของผลแอปเปิ้ลสามารถเกิดขึ้นได้กับผลทั้งผลที่เก็บเกี่ยวแล้วและผลที่ยังอยู่บนต้น เมื่อมีกระบวนการสุกเริ่มต้นขึ้น ดังนั้นสาร 1-MCP จึงมีผลต่อระยะการสุกของผลทั้งที่อยู่บนต้นและเก็บเกี่ยวมาแล้ว รวมไปถึงผลถูกเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำก่อนการให้ 1-MCP (Lurie, 2008) จากการที่ 1-MCP เป็นสารที่อยู่ในรูปก๊าซซึ่งไม่สะดวกในการเก็บ ดั้งนั้นจึงมีการพัฒนาสารนี้ให้อยู่ในรูปของแข็งที่เป็นผง โดยรวมตัวกับ y-cyclodextrin เป็นสารประกอบเชิงซ้อนในรูปผง ที่อยู่ในสภาพเสถียรสามารถผสมรวมกับน้ำและปลดปล่อยก๊าซ 1-MCP ออกมาจึงนำมาใช้รมผลไม้ได้ นอกจากนี้มีการนำเอา 1-MCP (Smartfresh™) มาใช้พ่นกับต้นส้มพันธุ์ 'Valencia' ที่ต่อกิ่งบนต้นตอมะนาว เพื่อลดการร่วงของใบและผลที่เกิดขึ้นจากการใช้ ethephon มากเกินไปได้ (Burns, 2008) อย่างไรก็ตามในปัจจุบันได้มีการพัฒนาสารที่ใช้ผสมน้ำแล้วอยู่ในรูปสารละลายซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ในสวนผลไม้ ดังเช่นในรายงานของ Moggia และ Pereira (2007) ว่ามีการใช้สาร 1-MCP ชื่อการค้าคือ HARVISTA™ TECHNOLOGY มาใช้ในการชะลอการสุกของแอปเปิ้ลเพื่อยืดอายุการเก็บเกี่ยว อีกทั้งยังพบว่าชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อ การสลายตัวของสีผลและทำให้ได้ผลมีขนาดที่ต้องการด้วย การศึกษาเบื้องต้นของการให้สาร 1-MCP กับผลมังคุดก่อนการเก็บเกี่ยวพบว่า 1-MCP สามารถยืดอายุการเก็บเกี่ยวที่ระยะสายเลือดได้ประมาณ 6 วัน โดยผลมังคุดหลังเก็บเกี่ยวมาแล้วจะมีความแน่นเนื้อของเปลือกและผลเพิ่มขึ้น (ลดาวัลย์และภูริณัฐ, 2552)

การให้ GA_3 ก่อนการเก็บเกี่ยวสามารถชะลอการเก็บเกี่ยวของผลพลับบางพันธุ์ได้แก่ พันธุ์ Triumph (Ben Arie *et al*., 1996) พันธุ์ 'Fuyu' (Kim and Lee, 2005) พันธุ์ 'Hiratanenashi' (Nakano *et al*., 1997) การพ่น GA_3 25 mg/L ให้กับส้มเขียวหวานพันธุ์ 'SUNBURST' ในระยะก่อนการเปลี่ยนสี (6-8 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว) มีผลทำให้ชะลอการเปลี่ยนสีในส่วน flavedo และป้องกันการเกิด puffing ที่เปลือก สามารถขยายเวลาในการเก็บเกี่ยวจากเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคมไปเป็นเดือนมกราคม แต่คุณภาพผลภายในไม่แตกต่าง (Pozo *et al*., 2000) ในส้มเขียวหวานพันธุ์ 'Clementine' GA_3 ช่วยในการลดความหนาเปลือกและชะลอการเปลี่ยนสีเปลือก (Garcia-Luis *et al*., 1992) นอกจากนี้ การให้สาร GA_3 ความเข้มข้น 100 200 300 และ 400 สตล กับมะม่วงพันธุ์ 'Dashehari' หลังการติดผล และพ่นอีกครั้งหลังการพ่นครั้งแรก 10 วัน พบว่าสามารถชะลอการสุกของผลได้นาน 6 วัน (Khader, 1991) การให้สาร GA_3 ความเข้มข้น 25 – 50 สตล กับลิ้นจี่พันธุ์ 'China' สามารถชะลอการเก็บเกี่ยวออกไปได้ 4-5 วัน (Ray and Sharma, 1986)

ผลของสาร 1-MCP และ GA_3 ต่อคุณภาพผลหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษา

สาร 1-MCP พบว่าสามารถคงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลสดหลายชนิดทั้งที่เป็น climacteric และ non-climacteric (Blankenship and Dole, 2003 ; Watkins, 2006) ได้แก่ ไม้ตัดดอก ผลไม้ เช่น แอปเปิ้ล กล้วย กีวีฟรุ๊ต เมลอน เนคทารีน มะละกอ ท้อ สาลี่ พลับ พลัม และมะเขือเทศ การตอบสนองค่อนข้างกว้าง โดยเฉพาะในผลไม้และผัก อาจเนื่องมาจากความแตกต่างในเรื่องของพันธุ์ ระยะทางกายภาพของการพัฒนา และวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกันในผลไม้แต่ละชนิด (Lurie, 2008) แต่มีการนำมาใช้อย่างเป็นการค้าทำอย่างกว้างขวางเช่นเดียวกับการใช้สารเอทิฟอนในแอปเปิ้ล ผลของ 1-MCP ต่อแอปเปิ้ลคือยับยั้งการสุกได้ดี (Elfving *et al*., 2007) ดังนั้นการสร้างเอทิลีนที่ลดลงและระดับเอทิลีนภายในสัมพันธ์กับระดับการสุกที่เพิ่มขึ้นถูกป้องกันหรือชะลอโดยการให้สาร 1-MCP ซึ่งระยะเวลาของการยับยั้งจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ชนิดและช่วงเวลาการเก็บรักษา (Watkins, 2006) สำหรับการใช้สาร 1-MCP ในมังคุดมีเพียงการศึกษา ซึ่งมีการนำใช้กับผลมังคุดหลังการเก็บเกี่ยวเท่านั้น โดยพัชร (2551) รายงานว่าการรมมังคุดหลังจากเก็บเกี่ยวด้วย

สาร 1-MCP สามารถชะลอการสุกแก่ของมังคุดได้ประมาณ 10วัน เมื่อเปรียบเทียบกับมังคุดที่ไม่ได้รับสาร

การศึกษาการใช้ GA_3 หลังจากเก็บเกี่ยวและในระหว่างการเก็บรักษาผลไม้หลายชนิดมีดังรายงานต่อไปนี้ ส้มพันธุ์ 'Oroblanco' ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่างส้มโอและเกรฟฟรุ๊ต (*Citrus grandis* Osbeck x *C. paradise* Macf.) จะถูกเก็บเกี่ยวขณะที่ผลยังมีสีเขียว แต่ปัญหาของผลที่สูญเสียสีเขียวไปในระหว่างการขนส่งและเก็บรักษาเป็นการลดมูลค่าของผลผลิต จึงมีการศึกษาผลของอุณหภูมิที่เก็บรักษา สาร GA_3 และ 1-MCP ต่อการเกิด degreening โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 °ซ ยังสามารถรักษาสีเขียวของผลไว้ได้นาน 5 สัปดาห์ ในขณะที่อุณหภูมิที่สูงกว่า คือ 6 12 และ 20 °ซ เพิ่มอัตราการเกิด degreening เป็นลำดับ ซึ่งการให้สาร GA_3 ทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวสามารถรักษาความเขียวของผลเอาไว้ได้ (Porat *et al*., 2001) การให้สาร GA_3 ความเข้มข้น 10 สตล และ การให้อุณหภูมิ 37 °ซ กับสาลี่หลังจากเก็บเกี่ยว (หลังดอกชุดที่ 2 บานประมาณ 10 สัปดาห์) และนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 6 °ซ นาน 45 วันตามด้วยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 °ซ อีก 4 วัน เพื่อยืดเวลาการวางจำหน่าย พบว่า GA_3 ชะลอการสุกของผล ลดปริมาณ ethanol ในเนื้อผลที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาและวางจำหน่าย ลดการเน่าเสียของผลในระหว่างการเก็บรักษา (Schirra *et al*., 1999) การใช้สาร GA_3 ร่วมกับการฉายรังสีแกมมาและสาร thidiazuron กับผลหลังการเก็บเกี่ยวสามารถลดการเกิดอาการสะท้านหนาวของผลเกรฟฟรุ๊ตพันธุ์ 'Marsh' ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำได้ (Miller and McDonald, 1996) และการใช้สาร 1-MCP ร่วมกับ GA_3 สามารถชะลอการสุก ชะลออัตราการลดลงของความแน่นเนื้อและวิตามินซี ลดปริมาณ ethanol ในผลพุทราที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 2 °ซ และ 20 °ซ (Jiang *et al*., 2002) สำหรับการนำสาร GA_3 มาใช้กับมังคุดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ เป็นเวลา 15 วัน ผลมังคุดที่จุ่มเฉพาะขั้วและกลีบเลี้ยงใน GA_3 ความเข้มข้น 1,000 สตล พบว่ามีการสะสมแก๊ส CO_2 และเอทิลีนภายในผลต่ำกว่า control และผลมังคุดที่ได้รับ GA_3 ยังคงมีลักษณะภายนอกและคุณภาพการรับประทานซึ่งสามารถซื้อขายกันได้ (สมโภชน์, 2535) การจุ่มขั้วผลและกลีบเลี้ยงใน GA_3 ความเข้มข้น 0 50 100 และ 200 สตล ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 °ซ พบว่าสามารถชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลด์ในกลีบเลี้ยงได้ ความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดคือที่ 200 สตล และสามารถเก็บรักษาได้นาน 18 วัน (จินตนา, 2546) ต่อมา นพรัตน์ (2549) ได้ศึกษาการจุ่มผลมังคุดในสารละลาย GA_3 1000 สตล ร่วมกับสารเคลือบผิวเมธิลเซลลูโลส 1% พบว่าสามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเปลี่ยนแปลงคลอโรฟิลล์ ลดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนได้ดีกว่าการใช้สาร GA_3 เพียงอย่างเดียว แต่ไม่ผลต่อความแน่นเนื้อและเปลือกผล สีผลและกลีบเลี้ยง เมื่อนำไปเก็บรักษาจะสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 28 วัน นอกจากนี้การใช้สารเหล่านี้ในช่วงการเก็บรักษาโดยบรรจุอยู่ในถุงพลาสติก PE (Polyethylene)ที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 3% พบว่าลดอาการแข็งของเปลือกผล ชะลอการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ และกิจกรรมของเอนไซม์ PAL (phenylalanylammonialyase) และ POD (peroxidase) และยังมีคะแนนที่ผู้บริโภคยอมรับ โดยวิธีนี้สามารถเก็บรักษามังคุดไว้ได้นาน 32 วัน

นอกจากนี้ได้มีการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดอื่นต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลมังคุด วีรพล (2532) ศึกษาเปรียบเทียบสาร 4 ชนิด ได้แก่ 6-benzylaminopurine (BA) naphthalene acetic acid (NAA) indolebutyric acid (IBA) และ GA_3 โดยหลังการให้สารด้วยการพ่นจะเก็บไว้ในถุงพลาสติก PE ไว้ที่อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส พบว่าสาร BA ที่ความเข้มข้น 100 สตล มีผลทำให้สามารถเก็บรักษาผลมังคุดได้นานที่สุดคือ 18 วัน ส่วนผลมังคุดที่ได้รับสาร GA_3 ที่ความเข้มข้น 1000 สตล จะแสดงอาการเหี่ยวของผลน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้ไม่มีการรายงานผลของสารต่อคุณภาพผลภายใน ในเวลาต่อมา รุจิรา (2540) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของสาร BA NAA และ GA_3 ที่มีต่อคุณภาพและ

อายุการเก็บรักษาของผลมังคุด โดยหลังการให้สารจะนำผลมังคุดไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส พบว่า สารละลาย BA ความเข้มข้น 150 สตล สามารถชะลอการเหี่ยวของขั้วผลและกลีบเลี้ยงมังคุดได้

วิธีการทดลอง

การทดลองเบื้องต้น ผลของจิบเบอเรลลิคแอซิดต่อการสุกและคุณภาพผลของมังคุดหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

การทดลองเบื้องต้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบความเข้มข้นของจิบเบอเรลลิคแอซิด (GA_3) ที่เหมาะสมในการให้สารกับผลมังคุดภายหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อลดจำนวนทรีทเมนต์ที่ใช้ตัวอย่างผลมังคุดในการศึกษามากเกินไปเนื่องจากมีการวางแผนแบบแฟคทอเรียลที่มีปัจจัยที่มีอิทธิพลในการศึกษาจำนวน 3 ปัจจัย ได้แก่ การให้สาร GA_3 และสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว (5 ทรีทเมนต์) การให้สาร GA_3 และสาร 1-MCP หลังเก็บเกี่ยว (3 ทรีทเมนต์) และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา (2 ทรีทเมนต์)

วิธีการ

คัดเลือกผลมังคุดระยะสายเลือดหรือผลระยะที่ 1 (ผลมีสีเหลืองอ่อนชมพู มีสีชมพูกระจายไปทั่วผิวผลมังคุด) ที่มีความสม่ำเสมอมาใช้ในการศึกษา วางแผนการทดลองแบบ 4×2 แฟกทอเรียลในสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomed Design; CRD) ทำ 4 ซ้ำ (1 ผล คือ 1 ซ้ำ) โดย ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของ GA_3 4 ระดับ ได้แก่ 0, 250, 500 และ 1000 มิลลิลิตร/ลิตร (มล/ล) และปัจจัย B คือ การวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 25$\pm$2 องศาเซลเซียส ($^{\circ}$ซ) และเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 15$\pm$2 $^{\circ}$ซ

นำผลมังคุดมาแช่ลงในสารละลาย GA_3 ในแต่ละทรีทเมนต์ เป็นเวลา 30 นาที แล้วผึ่งให้แห้งก่อนบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูกขนาด 24.5 เซนติเมตร × 41.5 เซนติเมตร × 27.5 เซนติเมตร และนำไปเก็บรักษาโดยการวางไว้ที่อุณหภูมิห้องและในห้องเย็นอุณหภูมิ 15 $^{\circ}$ซ ต่อไป

การบันทึกผล

บันทึกผลจำนวนวันจากผลระยะสายเลือดเปลี่ยนสีไปเป็นสีม่วงแดงทุกวันภายหลังการให้ทรีทเมนต์และเก็บรักษา

การทดลองที่ 1 ผลกระทบของการใช้สารสารเมทิลไซโคลโพรพีนและจิบเบอเรลลิคแอซิดก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการสุกและคุณภาพของผลมังคุดก่อนเก็บเกี่ยว

วัสดุพืชและการวางแผนการทดลอง

คัดเลือกต้นมังคุดอายุประมาณ 13 – 15 ปีที่มีความสมบูรณ์และสม่ำเสมอ จำนวน 15 ต้น จากสวนมังคุดในแปลงสถานีทดลองเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.เทพา จ.สงขลา แต่ละต้นทำเครื่องหมายผูกป้ายไว้ที่ดอกมังคุดที่ออกดอกวันเดียวกัน ต้นละ 25 ผล

วางแผนแบบสุ่มในบล็อกอย่างสมบูรณ์ ทำ 3 ซ้ำ (1 ต้น คือ 1 ซ้ำ) ประกอบด้วย 5 ทรีทเมนต์ ดังนี้ คือ ชุดควบคุม (ไม่พ่นสาร) พ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 25, 50 และ 100 มล/ล และรมด้วย 1-MCP 1,000 นาโนลิตรต่อลิตร (นล/ล) การให้ทรีทเมนต์การพ่นสารละลายเฉพาะที่ผล โดยเป็นผลมังคุดที่มีอายุก่อน

เก็บเกี่ยวประมาณ 2.5 สัปดาห์ หรือ ภายหลังดอกบาน 10 สัปดาห์ (ผลมังคุดอยู่ในระยะ 0 คือผลมีสีขาวอมเหลืองสม่ำเสมอ)

การให้สาร GA_3 ก่อนเก็บเกี่ยว

พ่นสารละลาย GA_3 ทำโดยเตรียมสารละลาย GA_3 จากสารจิบเบอเรลลินทางการค้าแฮปปี้จิ๊บ (มีสารออกฤทธิ์กรดจิบเบอเรลลิค 2%) ในความเข้มข้นต่างๆ ที่กำหนดไว้ ผสมสารในถังพ่นตามความเข้มข้นที่คำนวณ และผสมสารจับใบตามอัตราที่กำหนดข้างขวด พ่นโดยตรงลงบนผลมังคุดจนสารละลายเปียกทั่วทั้งผล

การรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว

วิธีการรมสารทำโดยนำสำลีชุบน้ำบีบให้หมาดและนำมาห่อเม็ด 1-MCP 1/8 เม็ด [0.25 กรัมของสารออกฤทธิ์ 0.19% ยี่ห้อ AnsiP® (Lytone Enterprise, Inc., Taiwan)] ใส่ลงในถุงพลาสติก PE ขนาด 6x11 นิ้ว แล้วห่อผลมังคุดทันทีโดยมัดปากถุงให้แน่นไม่ให้มีอากาศรั่วไหล ห่อผลมังคุดทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใช้คัตเตอร์กรีดก้นถุงเพื่อระบายอากาศ ห่อทิ้งไว้จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลในระยะสายเลือด

การบันทึกผล

บันทึกผลภายหลังการให้ทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว ดังนี้

1. จำนวนวันภายหลังการให้สารจนกระทั่งผลมังคุดอยู่ในระยะสายเลือด
2. สีเปลือก โดยสุ่มวัด 3 ตำแหน่งรอบผิวเปลือกของผล ใช้เครื่องวัดสี (Colorimeter) ยี่ห้อ KONICA MINALTA รุ่น CR-400 วัดสีในระบบ L, Chroma และ hue โดยแต่ละค่ามีรายละเอียดดังนี้

ค่าความสว่าง (L) เป็นค่าความสว่างของเปลือก มีค่าตั้งแต่ 0-100 หากมีค่า L* สูงแสดงว่าเปลือกมีความสว่างมาก

ค่า Chroma (C) คือคุณสมบัติของสี (Hue) ที่ถูกผสมกับ สีกลาง (Neutral) ในระดับใดระดับหนึ่ง (0 - 9) ทำให้ค่า Chroma ของสีนั้น อ่อนลง (Weak) และไล่น้ำหนักจนกระทั่งสีนั้นมีค่าความจัดของสีสูง (High Chroma)

ค่า hue (hue angle) เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของโทนสีในระดับต่าง ๆ ที่เปลี่ยนไปตามค่ามุม

3. ความแข็งของเปลือกและความแน่นเนื้อ ด้วยเครื่อง firmness tester ยี่ห้อ Daiichi ที่รับแรงกด 10 กิโลกรัม โดยใช้แท่งกดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 เพื่อวัดความแข็งเปลือกและ 0.5 เซนติเมตร เพื่อวัดความแน่นเนื้อ ผลละ 2 ครั้งด้านตรงข้ามกัน มีหน่วยเป็นนิวตัน (newtons)
4. นำน้ำคั้นจากเนื้อผลมาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solids content : SSC) (A.O.A.C., 1984b) ด้วยเครื่อง hand refractometer อ่านค่าเป็น องศาบริกซ์ ($^{\circ}$Brix) หรือเปอร์เซ็นต์ (%) โดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวปรับศูนย์
5. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity : TA) (A.O.A.C., 1984a) โดยนำน้ำคั้นจากเนื้อของผลมังคุดมาไทเทรตกับสารละลาย NaOH 0.1 N โดยใช้ phenolphthalein ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวบอกจุดยุติ คำนวณหาปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ เป็นเปอร์เซ็นต์ (%) ในเนื้อผลมังคุด 100 กรัม จากสูตร

titratable acidity (%)=ความเข้มข้น NaOH ×ปริมาตร NaOH (ml) × meq. wt. ของกรดซิตริก ×100
ปริมาตรของน้ำผลไม้ (ml)

โดย milliequivalent weight (meq. wt.) ของกรดซิตริก = 0.06404

หมายเหตุ : บันทึกผลในข้อ 2 ทุกวัน สำหรับข้อที่ 3 – 5 บันทึกผลเมื่อผลมังคุดเปลี่ยนเป็นสีม่วง (ระยะ 5)

การทดลองที่ 2 ผลกระทบของการใช้สารเมทิลไซโคลโพรพีนและจิบเบอเรลลิคแอซิดหลังการเก็บเกี่ยวต่อการสุกและคุณภาพของผลมังคุดที่เก็บรักษา

วัสดุพืชและการวางแผนการทดลอง

เก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดของต้นในการทดลองที่ 1 จากสถานีวิจัยเทพา อ.เทพา จ.สงขลา มายังห้องปฏิบัติการหลังเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ใช้เวลาการเดินทางประมาณ 1 ชั่วโมง ก่อนเข้ากรรมวิธีทำการวิเคราะห์คุณภาพผลที่เก็บเกี่ยวมาวันแรก (D0) โดยบันทึกผลเช่นเดียวกับการทดลองเบื้องต้น

วางแผนการทดลองแบบ 5 x 3 แฟกทอเรียลในสุ่มสมบูรณ์ ทำ 7 ซ้ำ (1 ผล คือ 1 ซ้ำ) โดยปัจจัย A และ B คือ คือ ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนและหลังเก็บเกี่ยว ตามลำดับ ภายหลังเก็บเกี่ยว นำผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ต่างๆ ก่อนเก็บเกี่ยว (การทดลองที่ 1) แต่ละทรีทเมนต์แยกเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มให้ได้รับทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยว ดังนี้คือ ชุดควบคุม (ไม่พ่นสาร) แช่สารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิลิตร/ลิตร นาน 10 นาที และรมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 500 นาโนลิตร/ลิตร นาน 18 ชั่วโมง หลังการให้ทรีทเมนต์ นำมังคุดบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูกก่อนเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 15 ^{o}ซ

การรมสาร 1-MCP หลังเก็บเกี่ยว

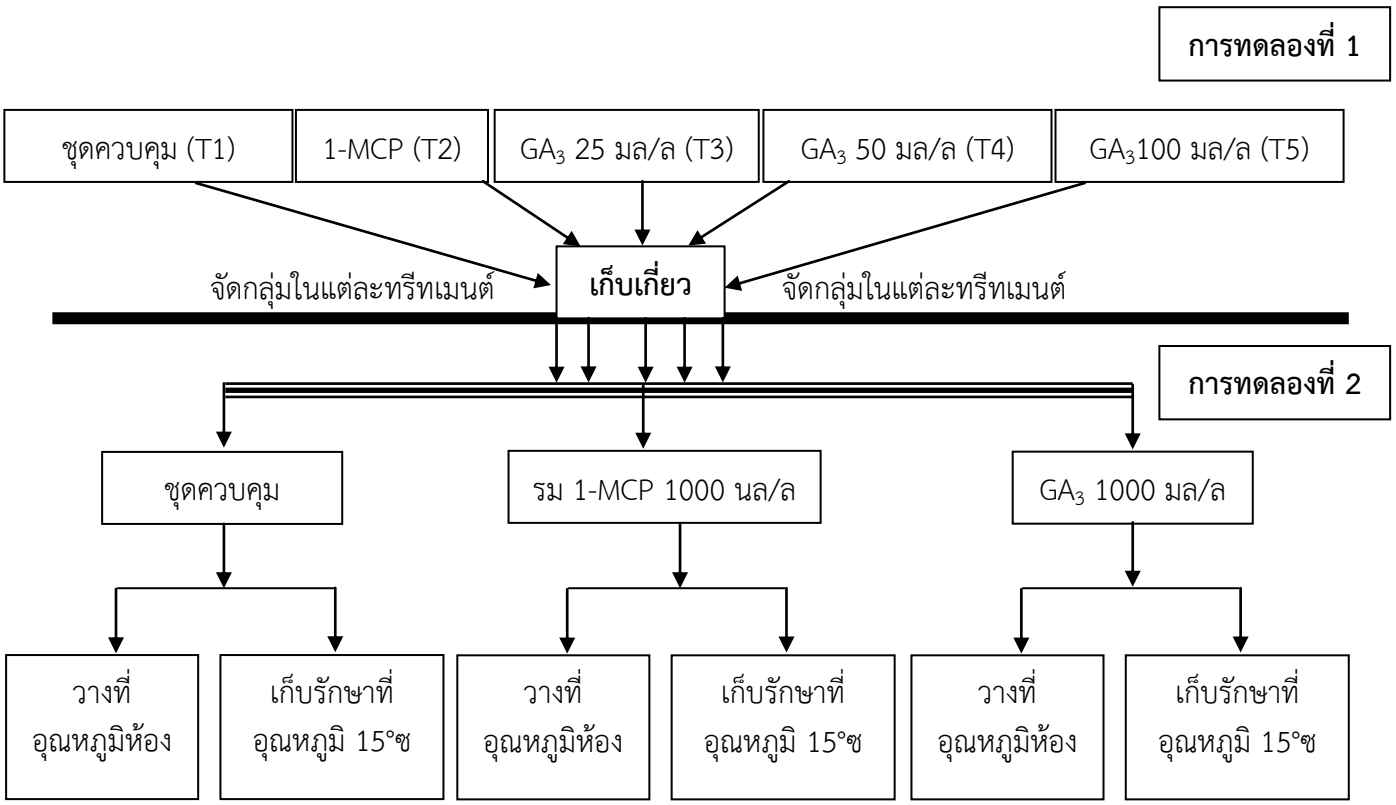
การรมผลมังคุดด้วยสาร 1-MCP ทำโดยนำผลมังคุดใส่ในตะกร้า และรมในตู้ขนาด 50 เซนติเมตร x 50 เซนติเมตร x 50 เซนติเมตร ที่ภายในติดพัดลมระบายอากาศเพื่อให้อากาศภายในตู้ไหลเวียนและทำให้ก๊าซกระจายทั่วตู้ วิธีการรมสารทำโดยชั่งผง 1-MCP ตามน้ำหนักที่คำนวณไว้ให้ได้ความเข้มข้นที่ปลดปล่อยออกมาเท่ากับ 1,000 นาโนลิตรต่อลิตร (นล/ล) ชั่งสารในขวดแก้วขนาดเล็ก นำขวดแก้วพร้อมสารวางในตู้ เติมน้ำลงให้ขวดแล้วรีบปิดฝาตู้ทันที จากนั้นใช้เทปกาวปิดรอยต่อบริเวณฝาปิด เปิดพัดลมที่ติดกับตู้ประมาณ 10 นาที แล้วปิด ใช้เวลารมสาร 1-MCP นาน 18 ชั่วโมง นำผลมังคุดออกจากตู้ บันทึกผลการทดลอง

การให้สาร GA_3 หลังเก็บเกี่ยว

การแช่ผลมังคุดในสารละลาย GA_3 ทำโดยเตรียมสารละลาย GA_3 จากสารจิบเบอเรลลินทางการค้าแฮปปี้จิ๊บ (มีสารออกฤทธิ์กรดจิบเบอเรลลิค 2%) ในความเข้มข้นต่างๆ ที่กำหนดไว้ นำผลมังคุดมาแช่ใน

สารละลายในแต่ละกรรมวิธีนาน 10 นาที จากนั้นนำออกมาวางผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้องก่อนเข้ากรรมวิธีวิเคราะห์คุณภาพผลเช่นเดียวกับที่กล่าวไปข้างต้น จากนั้นแยกผลมังคุดออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มที่ 1 นำไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง และกลุ่มที่ 2 นำไปเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 15 °ซ

จากการทดลองที่ 1 และ 2 สามารถเขียนเป็นแผนภาพการให้ทรีทเมนต์ของการทดลองทั้งสอง ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงการให้ทรีทเมนต์ก่อนและหลังเก็บเกี่ยวมังคุด

การบันทึกผล

บันทึกผลทุกวันภายหลังการให้ทรีทเมนต์ก่อนนำไปเก็บรักษา

1. จำนวนวันการเปลี่ยนสีของผลระยะสายเลือด (ระยะ 1) ไปเป็นสีม่วงแดง (ระยะ 4) และสีม่วง (ระยะ 5)

2. บันทึกสีเปลือก ความแข็งเปลือก ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

สถานที่ทำการวิจัย

1. แปลงมังคุดสถานีวิจัยเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ อ.เทพา จ.สงขลา
2. อาคารปฏิบัติการภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

ผลการทดลองและวิจารณ์

มังคุดเป็นผลไม้เมืองร้อนที่มีศักยภาพในการส่งออกสูงของประเทศไทย แต่การส่งออกมังคุดของไทยยังทำได้ในปริมาณที่จำกัดเนื่องจากการผลิตของผลมังคุดที่ได้ไม่สม่ำเสมอส่งผลถึงคุณภาพโดยรวมของผลมังคุด ปัญหาที่สำคัญในการผลิตมังคุดคือมีช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 1-2 เดือน ในปีที่มีการออกดอกติดผลของมังคุดในฤดูกาลปกติเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศเหมาะสม ทำให้เกิดปัญหาผลผลิตมีการกระจุกตัว ล้นตลาดและราคาตกต่ำ (นพรัตน์, 2536) นอกจากนี้ภายหลังการเก็บเกี่ยวปัญหาที่พบคือมังคุดมีอายุการเก็บรักษาและอายุการวางจำหน่ายสั้น ซึ่งผลมังคุดจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะสีเปลือก รวมทั้งขั้วผลและกลีบเลี้ยงเกิดการเหี่ยว (Piriyavinit et al., 2011) ก่อนหน้านี้ได้มีการศึกษาถึงการใช้สาร 1-MCP ก่อนการเก็บเกี่ยวกับผลมังคุดในวัตถุประสงค์เพื่อชะลอการสุกของผลมังคุดบนต้น โดยพบว่าสามารถชะลอการสุกแก่ได้ประมาณ 6 วัน (ลดาวัลย์ และภูริณัฐ, 2552) และในการศึกษาต่อมา พบว่า การรมสาร 1-MCP เช่นเดียวกันมีผลชะลอการสุกออกไปได้ 2 – 14 วัน แต่การใช้ในรูปของสารละลาย 1-MCP พบว่า ให้ผลชะลอได้ 7 วัน แต่ต้องใช้จำนวนสาร 1-MCP ถึง 20 เม็ด (Lerslerwong et al., 2013) ดังนั้นการใช้สาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวในสภาพแปลงทำได้ไม่สะดวก และปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีการนำเข้าสาร 1-MCP ในรูปของสารละลาย จึงจำเป็นต้องหาสารเคมีที่สามารถชะลอการสุกของมังคุดเพื่อใช้ทดแทนสาร 1-MCP ซึ่งได้แก่ GA_3 ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชอีกชนิดหนึ่งที่สามารถชะลอการสุกของผลไม้ก่อนเก็บเกี่ยวหลายชนิดเนื่องจากมีการทำงานแบบแข่งขันกับเอทิลีนซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ควบคุมการสุกของผลไม้ (Lurie, 2000)

การทดลองเบื้องต้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบความเข้มข้นของจิบเบอเรลลิคแอซิด (GA_3) ที่เหมาะสมในการให้สารกับผลมังคุดภายหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อลดจำนวนทรีทเมนต์ที่ใช้ตัวอย่างผลมังคุดในการศึกษามากเกินไปซึ่งเป็นข้อจำกัดในการศึกษาการให้ทรีทเมนต์ก่อนการเก็บเกี่ยวและต้องนำผลมังคุดที่ได้จากการทดลองก่อนเก็บเกี่ยวไปศึกษาต่อเนื่องในการทดลองหลังการเก็บเกี่ยว

การทดลองเบื้องต้น ผลของจิบเบอเรลลิคแอซิดต่อการสุกและคุณภาพผลของมังคุดภายหลังการเก็บรักษา

1. ผลของกรดจิบเบอเรลลิคต่อการเปลี่ยนแปลงของผลมังคุดหลังเก็บเกี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ภายหลังการให้สาร ผลมังคุดที่วางไว้ที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงสีผลจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดงโดยใช้เวลาประมาณ 4 วัน ในขณะที่ผลมังคุดที่แช่สารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 250, 500 และ 1000 มิลลิลิตร/ลิตร ใช้เวลาในการเปลี่ยนสีไปเป็นสีม่วงแดงประมาณ 2, 3 และ 6 วันตามลำดับ (ตาราง 1)

2. ผลของกรดจิบเบอเรลลิคต่อการเปลี่ยนแปลงของผลมังคุดหลังเก็บเกี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

ภายหลังการให้สาร ผลมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 °ซ มีการเปลี่ยนแปลงสีผลจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดงโดยใช้เวลาประมาณ 26 วัน ในขณะที่ผลมังคุดที่แช่สารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 250, 500 และ 1000 มิลลิลิตร/ลิตรใช้เวลาในการเปลี่ยนสีไปเป็นสีม่วงแดงประมาณ 14, 29 และ 27 วันตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตาราง 1 ผลของสารละลาย GA_3 ต่ออายุการเก็บรักษาของผลมังคุดที่อุณหภูมิห้อง

กรรมวิธี	อายุการเก็บรักษา (วัน)
ชุดควบคุม (ไม่ให้สาร)	4 ab
GA_3 250 มิลลิลิตร/ลิตร	2 b
GA_3 500 มิลลิลิตร/ลิตร	3 b
GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตร	6 ab

หมายเหตุ: 1) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี Duncan's multiple range test (P = 0.01)
2) GA_3 = กรดจิบเบอเรลลิค

ตาราง 2 ผลของสารละลาย GA_3 ต่ออายุการเก็บรักษาของผลมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

กรรมวิธี	อายุการเก็บรักษา (วัน)
ชุดควบคุม (ไม่แช่สาร)	26 a
GA_3 250 มิลลิลิตร/ลิตร	14 b
GA_3 500 มิลลิลิตร/ลิตร	29 a
GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตร	27 a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี Duncan's multiple range test (P = 0.01)

จากผลการทดลอง ได้เลือกใช้ GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิลิตร/ลิตร สำหรับนำไปใช้เป็นทรีทเมนต์ให้กับผลมังคุดภายหลังการเก็บเกี่ยวก่อนที่จะนำไปเก็บรักษาต่อไป โดยพิจารณาจากการยืดอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้นานกว่าความเข้มข้นอื่นๆ และชุดควบคุม

การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงก่อนเก็บเกี่ยว (การทดลองที่ 1) และช่วงหลังเก็บเกี่ยว (การทดลองที่ 2) ซึ่งผลปรากฏดังนี้

การทดลองที่ 1 ผลกระทบของการใช้ GA_3 และ 1-MCP ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการสุกและคุณภาพของผลมังคุด

ดำเนินการให้ทรีทเมนต์ด้วยสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 25, 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร และการรมสาร 1-MCP โดยทำกับผลมังคุดบนต้นอายุ 13 ปี ในวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2554 เมื่อผลมังคุดก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 2.5 สัปดาห์ หรือ ภายหลังดอกบาน 10 สัปดาห์ ผลการทดลองมีดังนี้

ผลของการใช้สาร GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวในการชะลอวันที่เก็บเกี่ยว

การให้ทรีทเมนต์ GA_3 ความเข้มข้น 25, 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร และการรมสาร 1-MCP สามารถชะลอวันที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดได้ 2, 4, 5 และ 7 วัน ตามลำดับ (ตาราง 3)

ตาราง 3 ผลของสาร 1-MCP และ สาร GA_3 ต่อจำนวนวันที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือด (ระยะ 1) เมื่อให้สารก่อนเก็บเกี่ยวในวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ.2554

ทรีทเมนต์	จำนวนวันนับจากให้สารถึงวันที่เก็บเกี่ยว (วัน)
ชุดควบคุม (ไม่ได้รับสาร)	18.5c
GA_3 25 มิลลิลิตร/ลิตร	19.6c
GA_3 50 มิลลิลิตร/ลิตร	22.1b
GA_3 100 มิลลิลิตร/ลิตร	22.8ab
การรม 1-MCP	24.7a

หมายเหตุ: 1) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี Duncan's multiple range test (P = 0.05)

2) 1-MCP = เมทิลไซโคลโพรพีน

3) GA_3 = กรดจิบเบอเรลลิค

กรดจิบเบอเรลลิคหรือ GA_3 มีผลในการชะลอการสุกของผลไม้หลายชนิดทั้งประเภท climacteric และ non-climacteric ถึงแม้งานวิจัยเกี่ยวกับผลของจิบเบอเรลลินเพื่อควบคุมการสุกของผลไม้ส่วนใหญ่จะเน้นไปในการใช้ก่อนการเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตาม มักเป็นการศึกษาในผลไม้ประเภท non-climacteric เช่น พืชตระกูลส้ม เชอรี่ องุ่น เป็นต้น (Serrano et al., 2004) สำหรับการศึกษาครั้งนี้พบว่า การใช้สาร GA_3 พ่นให้กับผลมังคุดระยะที่ 0 หรือ ก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 2.5 สัปดาห์ สามารถยืดระยะเวลาของวันที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดได้ โดยความเข้มข้นที่ได้ผลคือที่ระดับ 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร ผลการทดลองที่ได้รับในการใช้ GA_3 ก่อนเก็บเกี่ยวชะลอการสุกหรือยืดเวลาการเก็บเกี่ยวของผลมังคุดครั้งนี้สอดคล้องกับที่มีรายงานที่ผ่านมา ได้แก่ การพ่นสาร GA_3 ให้กับผลแคคตัส (cactus pear) ในระยะ 10 สัปดาห์หลังการออกดอกครั้งที่ 2 สามารถชะลอการสุกของผลได้ (Schirra et al., 1999) การพ่นสาร GA_3 ความเข้มข้น 500 มิลลิลิตร/ลิตร ให้กับแอปเปิลพันธุ์ 'Jonagold' โดยพ่นในระยะหลังดอกบาน 15, 17 และ 18 สัปดาห์ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของสีแดงบริเวณผลในช่วงการสุกลดลง

ซึ่งเนื่องมาจากการชะลอการเพิ่มขึ้นของสารแอนโธไซยานิน (Award and de Jeger, 2002) Canli และคณะ (2009) ได้พ่นสาร GA_3 กับผลเชอรี่หวานพันธุ์ '0900 Ziraat' ในระยะผลสีเหลืองซีด (straw-yellow color s tage) พบว่า สามารถเก็บเกี่ยวผลที่ได้รับสารช้ากว่า ผลที่ไม่ได้รับสาร และต่อมาก็ได้มีรายงานในพืชชนิดเดียวกัน ที่พบว่าการพ่น GA_3 ให้กับเชอรี่หวานพันธุ์ 'Mashhad' ในระยะก่อนเก็บเกี่ยว 3 สัปดาห์ หรือในระยะผลเริ่มเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง พบว่าสามารถชะลอการสุกของผลได้ (Gholami et al., 2010) ต่อมาก็ได้มีการให้ GA_3 50, 100 และ 150 มิลลิลิตร/ลิตร กับผลอินทผลัมพันธุ์ 'Barhee' ในช่วงผลดิบ (kimri stage) หรือ 15 – 16 สัปดาห์ภายหลังการผสมเกสร พบว่า สามารถชะลอการสุกของผลได้ (Awad and Al-Qurashi, 2012)

ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นอีกด้วยว่า การตอบสนองของผลมังคุดต่อสารเคมีควบคุมการสุกเกิดขึ้นตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว สอดคล้องกับรายงานของ Lerslerwong และคณะ (2013) ที่ยืนยันว่า climacteric ของมังคุดเกิดขึ้นตั้งแต่ผลอยู่บนต้น โดยผลอยู่ในระยะที่ 0 หรือผลเริ่มมีการเปลี่ยนสีซึ่งจะสังเกตเห็นได้จากผลจากสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลืองนวล และการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมการสุกของผลมังคุดให้ประสบผลสำเร็จจะต้องใช้กับมังคุดในระยะดังกล่าวจึงจะสามารถชะลอการสุกหรือชะลอวันที่เก็บเกี่ยวได้ นอกจากนี้ ผลการทดลองยังพบว่า การชะลอการสุกของผลมังคุดที่อยู่บนต้นมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของ GA_3 แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการรมสาร 1-MCP ประสิทธิภาพในการชะลอการสุกของสาร GA_3 ยังด้อยกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากความเข้มข้นที่เหมาะสมอาจจะสูงกว่าความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้ในการทดลองคือ 100 มิลลิลิตร/ลิตร ทั้งนี้การที่สาร 1-MCP มีสูตรโครงสร้างทางเคมี C_4H_6 มีสถานะเป็นแก๊ส มีคุณสมบัติในการยับยั้งการทำงานของเอทิลีนในระดับตัวรับเอทิลีน (ethylene receptor) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถจับกับตัวรับเอทิลีนได้มากกว่าเอทิลีนถึง 10 เท่า มีผลทำให้เอทิลีน ไม่สามารถทำงานได้ (Blankenship and Dole, 2003) ดังนั้นในการศึกษาในด้านการใช้สาร GA_3 จึงอาจจะต้องมีการศึกษาในความเข้มข้น ที่สูงขึ้น จำนวนครั้งที่ใช้ระยะก่อนและหลัง climacteric เพื่อทำให้การใช้สารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

สำหรับการรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวก็มีผลในการชะลอการสุกของผลมังคุด ซึ่งยืนยันผลการศึกษาเดิมที่ได้รายงานไว้ กล่าวคือ ในฤดูกาลผลิตปี พ.ศ. 2552 และ 2553 การรมสาร 1-MCP สามารถชะลอการสุกของผลมังคุด 2 – 11 วัน และ 6 – 14 วัน ตามลำดับ (Lerslerwong et al., 2012) ผลของสาร 1-MCP ที่แตกต่างกันใน 2 ฤดูกาลผลิตนี้ อาจเนื่องมาจากการศึกษาในครั้งนั้นยังไม่ทราบระยะการพัฒนาผล ที่เหมาะสมต่อการใช้สาร แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าสาร 1-MCP มีคุณสมบัติในการชะลอการสุกของผลมังคุดได้ ทั้งนี้เป็นเพราะสาร 1-MCP เป็นสารยับยั้งการทำงานของเอทิลีนที่มีประสิทธิภาพสูง (Sisler and Serek, 1997; Blankenship and Dole, 2003; Watkins, 2006)

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้สาร 1-MCP จะใช้ได้ผลในการชะลอการสุกในผลมังคุด แต่การใช้สาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวในสภาพแปลงทำได้ไม่สะดวก และปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีสาร 1-MCP ในรูปของสารละลายจำหน่าย ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ของการใช้สาร GA_3 ทดแทนการใช้สาร 1-MCP เพื่อชะลอการสุกของผลมังคุดหรือสามารถทำให้เก็บเกี่ยวผลมังคุดได้ช้าลง ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบความเป็นไปได้ของการนำสาร GA_3 มาใช้ทดแทน 1-MCP ที่สามารถใช้ได้ค่อนข้างสะดวก เนื่องจากอยู่ในรูปของสารละลายที่สามารถใช้พ่นให้กับต้นมังคุดได้ทั่วทั้งต้น แต่การใช้สาร GA_3 กับผลมังคุดก่อนเก็บเกี่ยว ยังให้ประสิทธิผลในระดับหนึ่ง จึงยังต้องมีการศึกษาต่อยอดเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเข้มข้นของสาร GA_3 ดังกล่าวไปแล้วข้างต้นต่อไป

เปอร์เซ็นต์ความถี่การเก็บเกี่ยว

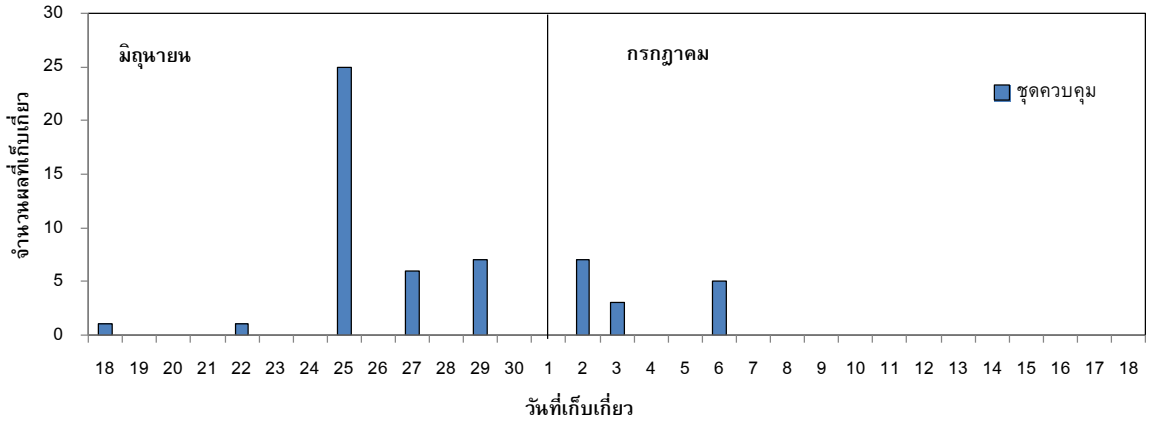
ข้อสังเกตจากการข้อมูลการเก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดภายหลังการให้ทรีทเมนต์ 1-MCP และ GA_3 พบว่ามีความน่าสนใจต่อการนำไปปฏิบัติจริงต่อไป จึงได้รวบรวมและใช้ข้อมูลดังกล่าวคิดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ความถี่ของจำนวนผลมังคุดที่เก็บเกี่ยว ดังแสดงในตาราง 2 - 6 และภาพที่ 2 - 6 ซึ่งมีผลดังนี้คือ

การเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดที่ไม่ได้รับทรีทเมนต์หรือในชุดควบคุมสามารถทำได้ภายหลังจากที่เริ่มดำเนินการทดลองประมาณ 1 สัปดาห์ คือเริ่มเก็บเกี่ยวผลมังคุดได้ในวันที่ 18 มิถุนายน พ.ศ. 2554 และเก็บเกี่ยวในครั้งต่อๆ มาในวันที่ 22, 25, 27, 29 มิถุนายน, 2, 3 และ 6 กรกฎาคม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวจากจำนวนทั้งหมด 75 ผล (จำนวนผลทั้งหมดที่ได้ทำการทดลอง) เท่ากับ 1.3, 1.3, 33.3, 8, 9.3, 9.3, 4 และ 6.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจำนวนผลทั้งหมดที่สามารถเก็บเกี่ยวได้จริงคิดเป็น 73.3 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผลทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง ผลที่เหลือไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้เนื่องจากเกิดการหลุดร่วง และหากสังเกตการเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผลทั้งหมดที่ใช้ทดลอง พบว่า ใช้เวลาประมาณ 18 วันภายหลังเริ่มการทดลอง คือในวันที่ 29 มิถุนายน สามารถเก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดเท่ากับ 53.2 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4, ภาพที่ 2)

ตาราง 4 วันที่เก็บเกี่ยว จำนวนวันนับตั้งแต่เริ่มทดลอง-เก็บเกี่ยว จำนวนผลที่เก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวของมังคุดระยะสายเลือดในชุดควบคุม โดยเริ่มการทดลองในวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2554

วันที่เก็บเกี่ยว	จำนวนวัน เริ่มทดลอง-เก็บเกี่ยว (วัน)	จำนวนผลที่เก็บเกี่ยว (ผล)	เปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยว (%) (75 ผล)
18 มิถุนายน	7	1	1.3
22 มิถุนายน	11	1	1.3
25 มิถุนายน	14	25	33.3
27 มิถุนายน	16	6	8
29 มิถุนายน	18	7	9.3
2 กรกฎาคม	22	7	9.3
3 กรกฎาคม	23	3	4
6 กรกฎาคม	26	5	6.7
รวม		**55**	**73.3**

หมายเหตุ – เส้นแนวนอนในตารางระหว่างวันที่ 29 มิถุนายน และ 2 กรกฎาคม หมายถึง สามารถเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดได้มากกว่าหรือเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์



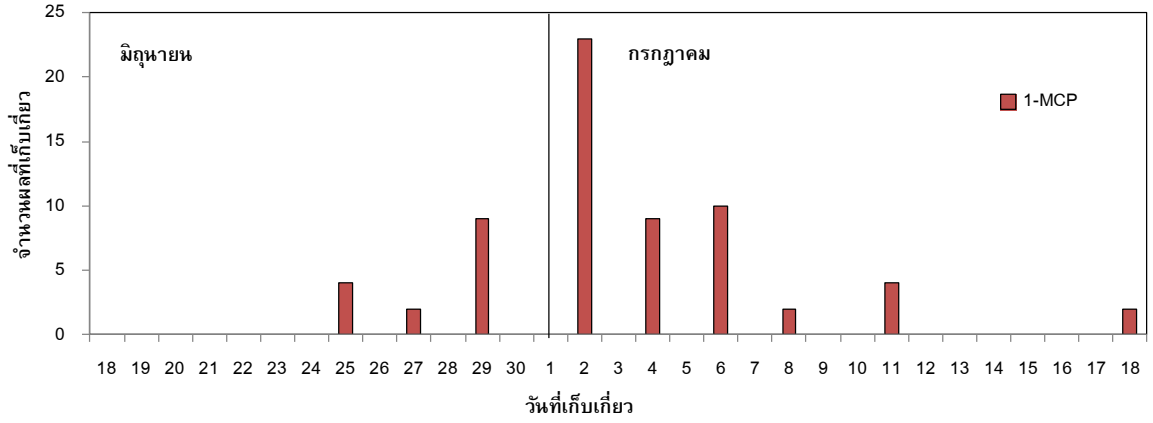
ภาพที่ 2 จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดของมังคุดในชุดควบคุม ที่เริ่มการทดลองในวันที่ 11 มิถุนายน 2554

การเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดที่ได้รับทรีทเมนต์คือการรมสาร 1-MCP สามารถทำได้ภายหลังจากที่เริ่มดำเนินการทดลองประมาณ 2 สัปดาห์ คือเริ่มเก็บเกี่ยวผลมังคุดได้ในวันที่ 25 มิถุนายน พ.ศ. 2554 และเก็บเกี่ยวในครั้งต่อๆ มาในวันที่ 27, 29 มิถุนายน, 2, 4, 6, 8, 11 และ 18 กรกฎาคม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวจากจำนวนทั้งหมด 75 ผล (จำนวนผลทั้งหมดที่ได้ทำการทดลอง) เท่ากับ 5.3, 2.7, 12, 30.7, 12, 13.3, 2.7, 3.3 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจำนวนผลทั้งหมดที่สามารถเก็บเกี่ยวได้จริงคิดเป็น 86.7 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผลทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง และหากสังเกตการเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผลทั้งหมดที่ใช้ทดลอง พบว่า ใช้เวลาประมาณ 22 วันภายหลังเริ่มการทดลอง คือในวันที่ 2 กรกฎาคม สามารถเก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดเท่ากับ 50.7 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 5, ภาพที่ 3)

ตาราง 5 วันที่เก็บเกี่ยว จำนวนวันนับตั้งแต่เริ่มทดลอง-เก็บเกี่ยว จำนวนผลที่เก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวของมังคุดระยะสายเลือดที่ได้รับการรมสาร 1-MCP ในวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2554

วันที่เก็บเกี่ยว	จำนวนวัน เริ่มทดลอง-เก็บเกี่ยว (วัน)	จำนวนผลที่เก็บเกี่ยว (ผล)	เปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยว (%) (75 ผล)
25 มิถุนายน	14	4	5.3
27 มิถุนายน	16	2	2.7
29 มิถุนายน	18	9	12
2 กรกฎาคม	22	23	30.7
4 กรกฎาคม	24	9	12
6 กรกฎาคม	26	10	13.3
8 กรกฎาคม	28	2	2.7
11 กรกฎาคม	31	4	5.3
18 กรกฎาคม	28	2	2.7
รวม		**65**	**86.7**

หมายเหตุ – เส้นแนวนอนในตารางระหว่างวันที่ 2 และ 4 กรกฎาคม หมายถึง สามารถเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดได้มากกว่าหรือเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์



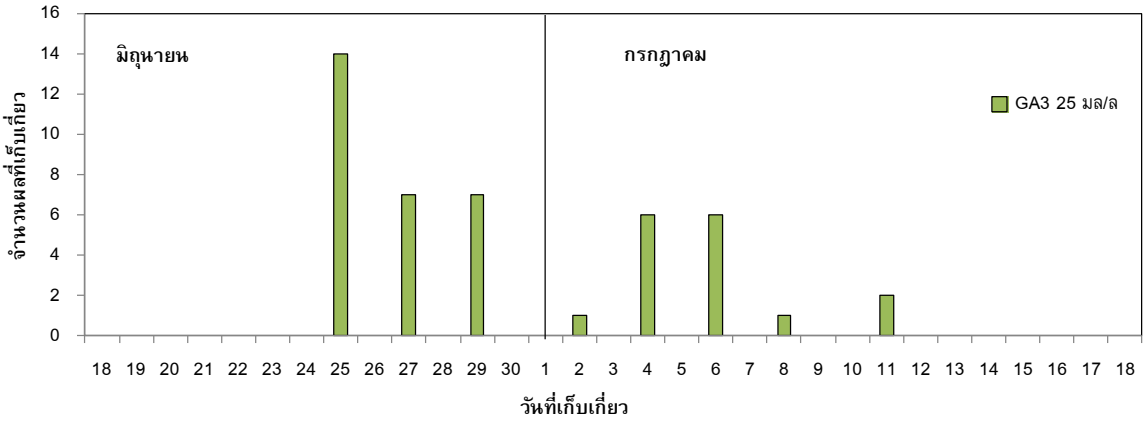
ภาพที่ 3 จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดของมังคุดที่ได้รับการรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวในวันที่ 11 มิถุนายน 2554

การเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดที่ได้รับทรีทเมนต์คือสาร GA_3 ความเข้มข้น 25 มิลลิลิตร/ลิตร สามารถทำได้ภายหลังจากที่เริ่มดำเนินการทดลองประมาณ 2 สัปดาห์ คือเริ่มเก็บเกี่ยวผลมังคุดได้ในวันที่ 25 มิถุนายน พ.ศ. 2554 และเก็บเกี่ยวในครั้งต่อๆ มาในวันที่ 27, 29 มิถุนายน, 2, 4, 6, 8 และ 11 กรกฎาคม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวจากจำนวนทั้งหมด 75 ผล (จำนวนผลทั้งหมดที่ได้ทำการทดลอง) เท่ากับ 18.7, 9.3, 9.3, 1.3, 8, 8, 1.3 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจำนวนผลทั้งหมดที่สามารถเก็บเกี่ยวได้จริงคิดเป็น 58.7 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผลทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง และหากสังเกตการเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผลทั้งหมดที่ใช้ทดลอง พบว่า ใช้เวลาประมาณ 26 วัน ภายหลังเริ่มการทดลอง คือในวันที่ 6 กรกฎาคม สามารถเก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดเท่ากับ 54.6 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 6, ภาพที่ 4)

ตาราง 6 วันที่เก็บเกี่ยว จำนวนวันนับตั้งแต่เริ่มทดลอง-เก็บเกี่ยว จำนวนผลที่เก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวของมังคุดระยะสายเลือดที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 25 มิลลิลิตร/ลิตร ในวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2554

วันที่เก็บเกี่ยว	จำนวนวัน เริ่มทดลอง-เก็บเกี่ยว (วัน)	จำนวนผลที่เก็บเกี่ยว (ผล)	เปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยว (%) (75 ผล)
25 มิถุนายน	14	14	18.7
27 มิถุนายน	16	7	9.3
29 มิถุนายน	18	7	9.3
2 กรกฎาคม	22	1	1.3
4 กรกฎาคม	24	6	8
6 กรกฎาคม	26	6	8
8 กรกฎาคม	28	1	1.3
11 กรกฎาคม	31	2	2.7
รวม		**44**	**58.7**

หมายเหตุ – เส้นแนวนอนในตารางระหว่างวันที่ 6 และ 8 กรกฎาคม หมายถึง สามารถเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดได้มากกว่าหรือเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์



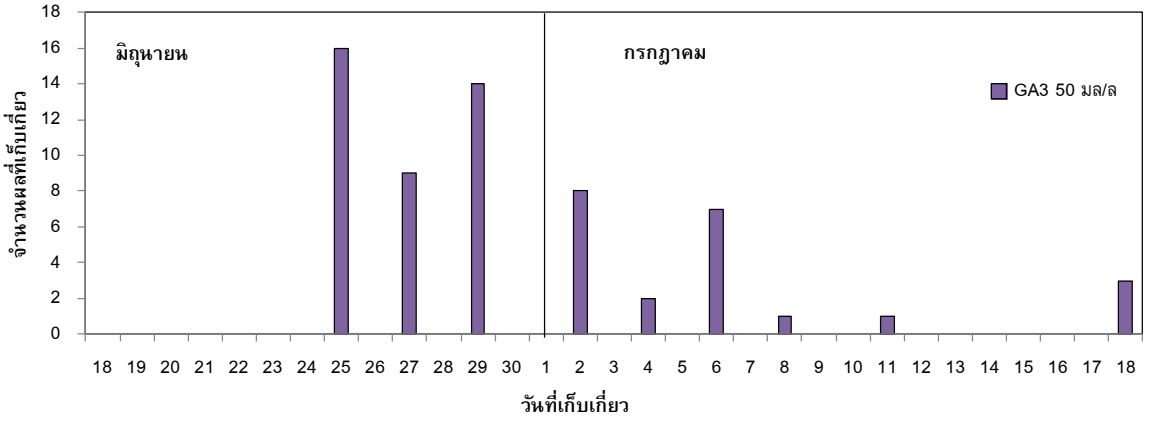
ภาพที่ 4 จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดของมังคุดที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 25 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวในวันที่ 11 มิถุนายน 2554

การเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดที่ได้รับทรีทเมนต์คือสาร GA_3 ความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตร สามารถทำได้ภายหลังจากที่เริ่มดำเนินการทดลองประมาณ 2 สัปดาห์ คือเริ่มเก็บเกี่ยวผลมังคุดได้ในวันที่ 25 มิถุนายน พ.ศ. 2554 และเก็บเกี่ยวในครั้งต่อๆ มาในวันที่ 27, 29 มิถุนายน, 2, 4, 6, 8, 11 และ 18 กรกฎาคม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวจากจำนวนทั้งหมด 75 ผล (จำนวนผลทั้งหมดที่ได้ทำการทดลอง) เท่ากับ 21.3, 12, 18.7, 10.7, 2.7, 9.3, 1.3, 1.3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจำนวนผลทั้งหมดที่สามารถเก็บเกี่ยวได้จริงคิดเป็น 81.3 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผลทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง และหากสังเกตการเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผลทั้งหมดที่ใช้ทดลอง พบว่า ใช้เวลาประมาณ 18 วันภายหลังเริ่มการทดลอง คือในวันที่ 29 มิถุนายน สามารถเก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดเท่ากับ 52 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 7, ภาพ 5)

ตาราง 7 วันที่เก็บเกี่ยว จำนวนวันนับตั้งแต่เริ่มทดลอง-เก็บเกี่ยว จำนวนผลที่เก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวของมังคุดระยะสายเลือดที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตร ในวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2554

วันที่เก็บเกี่ยว	จำนวนวัน เริ่มทดลอง-เก็บเกี่ยว (วัน)	จำนวนผลที่เก็บเกี่ยว (ผล)	เปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยว (%) (75 ผล)
25 มิถุนายน	14	16	21.3
27 มิถุนายน	16	9	12
29 มิถุนายน	18	14	18.7
2 กรกฎาคม	22	8	10.7
4 กรกฎาคม	24	2	2.7
6 กรกฎาคม	26	7	9.3
8 กรกฎาคม	28	1	1.3
11 กรกฎาคม	31	1	1.3
18 กรกฎาคม	28	3	4
รวม		**61**	**81.3**

หมายเหตุ – เส้นแนวนอนในตารางระหว่างวันที่ 29 มิถุนายน และ 2 กรกฎาคม หมายถึง สามารถเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดได้มากกว่าหรือเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์



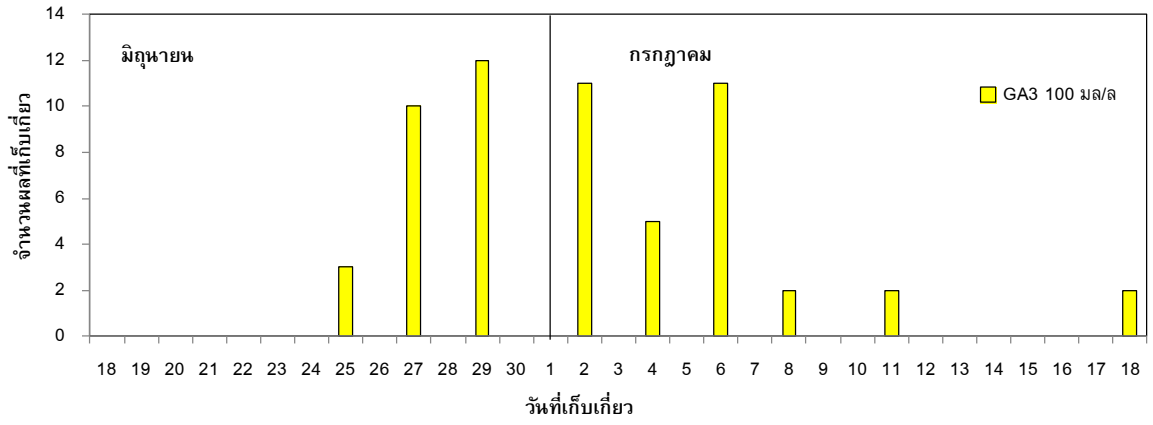
ภาพที่ 5 จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดของมังคุดที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวในวันที่ 11 มิถุนายน 2554

การเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดที่ได้รับทรีทเมนต์คือสาร GA_3 ความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร สามารถทำได้ภายหลังจากที่เริ่มดำเนินการทดลองประมาณ 2 สัปดาห์ คือเริ่มเก็บเกี่ยวผลมังคุดได้ในวันที่ 25 มิถุนายน พ.ศ. 2554 และเก็บเกี่ยวในครั้งต่อๆ มาในวันที่ 27, 29 มิถุนายน, 2, 4, 6, 8, 11 และ 18 กรกฎาคม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวจากจำนวนทั้งหมด 75 ผล (จำนวนผลทั้งหมดที่ได้ทำการทดลอง) เท่ากับ 4, 13.3, 16, 14.7, 6.7, 14.7, 2.7, 2.7 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจำนวนผลทั้งหมดที่สามารถเก็บเกี่ยวได้จริงคิดเป็น 77.3 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผลทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง และหากสังเกตการเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผลทั้งหมดที่ใช้ทดลอง พบว่า ใช้เวลาประมาณ 24 วันภายหลังเริ่มการทดลอง คือในวันที่ 4 กรกฎาคม สามารถเก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดเท่ากับ 54.7 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 8, ภาพ 6)

ตาราง 8 วันที่เก็บเกี่ยว จำนวนวันนับตั้งแต่เริ่มทดลอง-เก็บเกี่ยว จำนวนผลที่เก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยวของมังคุดระยะสายเลือดที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร ในวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2554

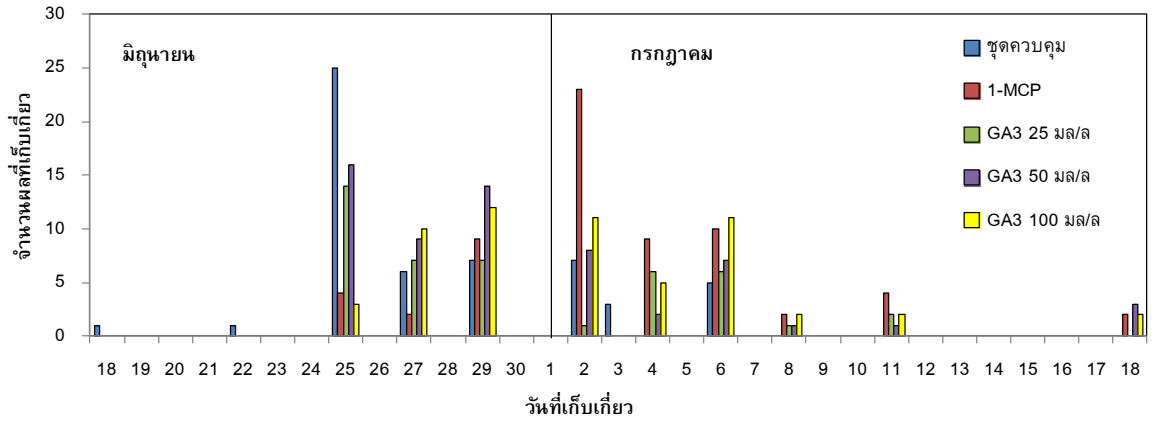
วันที่เก็บเกี่ยว	จำนวนวัน เริ่มทดลอง-เก็บเกี่ยว (วัน)	จำนวนผลที่เก็บเกี่ยว (ผล)	เปอร์เซ็นต์ผลที่เก็บเกี่ยว (%) (75 ผล)
25 มิถุนายน	14	3	4
27 มิถุนายน	16	10	13.3
29 มิถุนายน	18	12	16
2 กรกฎาคม	22	11	14.7
4 กรกฎาคม	24	5	6.7
6 กรกฎาคม	26	11	14.7
8 กรกฎาคม	28	2	2.7
11 กรกฎาคม	31	2	2.7
18 กรกฎาคม	28	2	2.7
รวม		**58**	**77.3**

หมายเหตุ – เส้นแนวนอนในตารางระหว่างวันที่ 29 มิถุนายน และ 2 กรกฎาคม หมายถึง สามารถเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดได้มากกว่าหรือเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 6 จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดของมังคุดที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวในวันที่ 11 มิถุนายน 2554

เมื่อนำข้อมูลการเก็บเกี่ยวผลมังคุดของทุกทรีทเมนต์มาเขียนรวม ดังแสดงในภาพ 7 เพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมทั้งหมด จะพบว่า ช่วงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดของชุดควบคุมใช้เวลาประมาณ 26 วันหรือ 3.5 สัปดาห์ โดยเริ่มเก็บเกี่ยวก่อนทรีทเมนต์อื่นๆ เพียง 1 สัปดาห์หลังจากที่เริ่มดำเนินการทดลอง ในขณะที่ทรีทเมนต์อื่นๆ ทั้งมังคุดที่ได้รับสาร 1-MCP และ GA_3 โดยที่สามารถเริ่มต้นเก็บเกี่ยวได้ภายหลังการให้ทรีทเมนต์ประมาณ 2 สัปดาห์ และใช้ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวประมาณ 38 วันหรือ 1 เดือนและ 1 สัปดาห์ ยกเว้นมังคุดที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 25 มิลลิลิตร/ลิตรที่มีช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างจากมังคุดชุดควบคุม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลมังคุดที่ไม่ได้รับทรีทเมนต์จะเก็บเกี่ยวเสร็จตั้งแต่ต้นเดือนกรกฎาคม ในขณะที่มังคุดที่ได้รับสารเคมีเพื่อชะลอการเก็บเกี่ยวจะเก็บเกี่ยวเสร็จสิ้นประมาณสัปดาห์ที่ 3 ของเดือนกรกฎาคม



ภาพที่ 7 จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สาร 1-MCP และ GA_3 ความเข้มข้นต่างๆ และสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวในวันที่ 11 มิถุนายน 2554

โดยทั่วไป ฤดูการเก็บเกี่ยวผลมังคุด ในแต่ละฤดูกาลผลิต ค่อนข้างสั้นประมาณ 1.5 – 2 เดือน โดยหากเป็นมังคุดในฤดูกาลอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม – กันยายน และมังคุดนอกฤดูกาลอยู่ในช่วงธันวาคม – มกราคม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การใช้สาร GA_3 และ 1-MCP นอกจากจะชะลอวันที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดได้แล้ว ยังสามารถขยายช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวให้นานขึ้นได้ โดยสามารถ เก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดได้มากกว่าหรือเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนผลทั้งหมดต่อต้นที่ใช้ทดลอง โดยสามารถเก็บเกี่ยวได้นานกว่า ประมาณ 4 – 8 วัน และสิ้นสุดการเก็บเกี่ยวช้ากว่าปกติประมาณ 12 วัน (ตารางที่ 3 – 8, ภาพที่ 2 – 6)

นอกจากนี้ เมื่อสังเกตจากเปอร์เซ็นต์ของผลมังคุดที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ พบว่า ไม่สามารถเก็บเกี่ยวทั้งหมดได้ครบ 100 เปอร์เซ็นต์ของผลมังคุดที่ใช้ในการทดลอง เนื่องจากเกิดการร่วงของผลก่อนการเก็บเกี่ยว โดยพบว่า การให้ทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวคือการรมสาร 1-MCP และ GA_3 ความเข้มข้น 25 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ผลร่วงมีค่าต่ำกว่าชุดควบคุม ยกเว้นการให้ทรีทเมนต์ GA_3 ความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตร ที่มีผลทำให้มีเปอร์เซ็นต์ผลร่วงสูงสุด (ตาราง 9)

ตาราง 9 จำนวนและเปอร์เซ็นต์ผลร่วงของมังคุดภายหลังการได้รับสาร 1-MCP และ GA_3 ความเข้มข้น 25, 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร ในวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2554

ทรีทเมนต์	จำนวนผลร่วง	เปอร์เซ็นต์ผลร่วง (%)
ชุดควบคุม (ไม่ได้รับสาร)	20	26.7
การรม 1-MCP	17	22.7
GA_3 25 มิลลิลิตร/ลิตร	10	13.3
GA_3 50 มิลลิลิตร/ลิตร	31	41.3
GA_3 100 มิลลิลิตร/ลิตร	14	18.7

กรดจิบเบอเรลลิคยังสามารถลดการหลุดร่วงของผลได้ (จริงแท้, 2553) การศึกษาครั้งนี้ก็พบว่าการใช้สาร GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว สามารถลดการหลุดร่วงของผลมังคุดเช่นกัน โดยพบว่าเปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงของผลมังคุดที่ได้รับสาร GA_3 ความเข้มข้น 25 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร มีค่าน้อยกว่าผลมังคุดชุดควบคุม อย่างไรก็ตาม กลับพบว่า การใช้สาร GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตร ไม่สามารถป้องกันการหลุดร่วง ของผลมังคุดได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแปรปรวนของอายุผลมังคุดในแต่ละต้นที่ใช้ในการทดลองอันเนื่อง มาจากการใช้จำนวนซ้ำ (จำนวนต้น) ในการทดลองน้อยเกินไป จึงไม่สามารถลดความแปรปรวนของผลการ ทดลองที่เกิดขึ้นได้ อีกทั้งมังคุดมีนิสัยทยอยออกดอก จึงมีผลหลายรุ่นและหลายชุดซึ่งทำให้ผลมังคุด มีการตอบสนองต่อสารได้แตกต่างกัน ในขณะที่การใช้สาร 1-MCP ที่มีผลในการลดการหลุดร่วงแต่อาจจะไม่มากนักซึ่งอาจเป็นเพราะเป็นการรมสารให้เฉพาะผลของมังคุด ไม่ใช่การพ่นสารละลายที่บริเวณของการหลุดร่วงคือระหว่างขั้วผลและผลทำให้ไม่มีการซึมผ่านของก๊าซ 1-MCP ที่ถูกปลดปล่อยออกมา

คุณภาพผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวและนำผลมังคุดระยะสายเลือดที่เก็บเกี่ยวแล้วมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง

โดยทั่วไป การใช้สาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวในทางการค้าจะถูกนำมาใช้ภายหลังเก็บเกี่ยวเพื่อชะลอการสุกแก่ของผลแอปเปิลและส้ม ซึ่งสามารถช่วยคงคุณภาพของผลรวมทั้งทำให้ผลไม้ที่ผ่านการเก็บรักษามีการสุกอย่างปกติด้วย (Elfving et al., 2007)

ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือด (ระยะที่ 1) แล้วนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อผลมังคุดมีการเปลี่ยนสีจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดง (ระยะที่ 4) ผลการวิเคราะห์คุณภาพผลโดยในตารางที่ 10 แสดงคุณภาพผล ได้แก่ ความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อ และองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

ความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อ

จากการวัดความแข็งเปลือก พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์การรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวมีค่าความแข็งเปลือกสูงสุด ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 25, 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร ไม่มีผลต่อความแข็งเปลือกของมังคุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

จากการวัดความแน่นเนื้อ พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์การรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวมีค่าความแน่นเนื้อสูงสุด ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิค 50 และ 100 มิลลิลิตร/

ลิตร ไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อของมังคุด และผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิค 25 มิลลิลิตร/ลิตร มีค่าความแน่นเนื้อต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

องค์ประกอบทางเคมี

จากการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์การรมสาร 1-MCP และสารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุด ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับสารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 25 และ 50 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างจากผลมังคุดในชุดควบคุม

จากการวัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในทุกทรีทเมนต์ และอัตราส่วนระหว่าง SSC:TA ของผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ทั้งการรมสาร 1-MCP และสารละลายกรดจิบเบอเรลลิคก่อนเก็บเกี่ยวทุกทรีทเมนต์มีค่ามากกว่าผลมังคุดในชุดควบคุม โดยผลมังคุดที่ได้รับสารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตรมีอัตราส่วน SSC:TA สูงสุด

ตาราง 10 คุณภาพผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวและนำผลมังคุดที่เก็บเกี่ยวแล้วมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง (วิเคราะห์เมื่อผลมังคุดเปลี่ยนจากสีสายเลือดเป็นสีม่วงแดงหรือระยะที่ 4)

ทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว	ความแข็งเปลือก (นิวตัน)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%SSC)	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%TA)	อัตราส่วน SSC : TA
ชุดควบคุม	14.5 ± 1.03 a	1.9 ± 0.33 b	17.6 ± 0.88 bc	0.59 ± 0.03 a	30.1 ± 1.51 bc
GA_3 25 มิลลิลิตร/ลิตร	13.3 ± 0.63 a	1.75 ± 0.27 b	17.9 ± 0.61 b	0.54 ± 0.02 a	33.2 ± 1.67 ab
GA_3 50 มิลลิลิตร/ลิตร	14.7 ± 0.64 a	2.06 ± 0.36 b	18.2 ± 0.57 ab	0.56 ± 0.03 a	32.8 ± 1.42 a
GA_3 100 มิลลิลิตร/ลิตร	15.0 ± 0.86 a	1.94 ± 0.31 a	19.1 ± 0.94 a	0.54 ± 0.04 a	35.7 ± 2.69 ab
การรม 1-MCP	17.2 ± 2.05 a	3.93 ± 0.64 b	20.1 ± 0.92 b	0.61 ± 0.03 a	32.9 ± 1.63 ab

หมายเหตุ: 1) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี Duncan's multiple range test (P = 0.05)

2) 1-MCP = เมทิลไซโคลโพรพีน

3) GA_3 = กรดจิบเบอเรลลิค

จากผลการทดลองแสดงว่า การให้ทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวไม่มีผลต่อความแข็งเปลือกและปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เมื่อเปรียบเทียบกันโดยทางสถิติ สำหรับความแน่นเนื้อของผลมังคุดกลับพบว่าการให้ GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร กลับทำให้ผลมีความแน่นเนื้อลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการปล่อยให้ผลมังคุดสุกและมีการพัฒนาของสีจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดงมากเกินไปแล้วจึงนำไปวิเคราะห์ความแน่นเนื้อ ถึงแม้ว่าจะได้มีการกำหนดการวิเคราะห์คุณภาพผลในระดับสีระยะที่ 4 แต่ยังมีความไม่แม่นยำของเกณฑ์ที่ใช้คือการสังเกตและให้คะแนนสีผลมังคุด จึงอาจทำให้ผลมังคุดเข้าสู่ระยะการสุกมากเกินไปแต่สีผลภายนอกยังคงอยู่ในระยะที่ 4 และสำหรับในปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับ GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร มีค่าสูงสุด อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงอัตราส่วนระหว่าง SSC : TA จะพบว่าผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สาร GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวมีค่าสูง

กว่ามังคุดที่ไม่ได้รับสาร ซึ่งสอดคล้องกับการคุณสมบัติของสารทั้งสองเมื่อใช้ก่อนเก็บเกี่ยวจะมีผลในการคงรักษาคุณภาพของผลมังคุดหลังการเก็บเกี่ยวเกี่ยวได้ (พิจารณาจากอัตราส่วนระหว่าง SSC : TA) โดยผลของการรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวที่ทำให้อัตราส่วน SSC:TA มีมากกว่าผลมังคุดในชุดควบคุมนี้ สอดคล้องกับในรายงานของ Lerslerwong และคณะ (2013) อย่างไรก็ตาม ในกรณีของมังคุด การใช้สาร GA_3 ก่อนเก็บเกี่ยวที่มีต่อคุณภาพผลยังไม่เคยมีรายงาน

คุณภาพผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว และนำมารม 1-MCP ก่อนนำไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือด (ระยะที่ 1) ได้รมผลมังคุดด้วยสาร 1-MCP แล้วนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อผลมังคุดมีการเปลี่ยนสีจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดง (ระยะที่ 4) ผลการวิเคราะห์คุณภาพผลโดยในตารางที่ 11 แสดงคุณภาพผล ได้แก่ ความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อ และองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

ความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อ

จากการวัดความแข็งเปลือก พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์การรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวมีค่าความแข็งเปลือกสูงสุด ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 25, 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร ไม่มีผลต่อความแข็งเปลือกของมังคุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

จากการวัดความแน่นเนื้อ พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์การรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวมีค่าความแน่นเนื้อสูงสุด ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิค 25 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร ไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อของมังคุด และผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิค 50 มิลลิลิตร/ลิตร มีค่าความแน่นเนื้อต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคอื่นๆ แต่ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม

องค์ประกอบทางเคมี

จากการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุด ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับการรมสาร 1-MCP และสารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 25 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่า และไม่แตกต่างจากผลมังคุดในชุดควบคุม

จากการวัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ พบว่า การรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวมีผลทำให้มีค่ากรดที่ไทเทรตได้มีค่าสูงสุด ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 25 และ 50 มิลลิกรัม/ลิตรมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้น้อยกว่าผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตรและในชุดควบคุม

เมื่อคิดอัตราส่วนระหว่าง SSC:TA ของผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ต่างๆ พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตรมีอัตราส่วน SSC:TA สูงสุด รองลงมาคือผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 25 และ 100 มิลลิตร/ลิตร ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกับผลมังคุดในชุดควบคุม อย่างไรก็ตาม การรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวส่งผลให้ผลมังคุดมีอัตราส่วน SSC:TA ต่ำสุดสุด

ตาราง 11 คุณภาพผลมังคุดระยะผลสีม่วงแดง (ระยะ 4) ที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว ภายหลังเก็บเกี่ยวในระยะสายเลือดนำมารม 1-MCP ก่อนนำไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว	ความแข็งเปลือก (นิวตัน)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%SSC)	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%TA)	อัตราส่วน SSC : TA
ชุดควบคุม	13.1 ± 1.58 b	1.5 ± 0.13 c	17.1 ± 0.63 b	0.58 ± 0.04 b	29.9 ± 2.11 bc
GA_3 25 มิลลิลิตร/ลิตร	13.6 ± 0.54 b	4.1 ± 2.06 b	17.3 ± 1.13 b	0.51 ± 0.02 bc	34.1 ± 2.53 b
GA_3 50 มิลลิลิตร/ลิตร	12.5 ± 0.25 b	1.8 ± 0.49 bc	20.8 ± 0.26 a	0.47 ± 0.03 c	44.0 ± 1.47 a
GA_3 100 มิลลิลิตร/ลิตร	13.7 ± 0.51 b	2.5 ± 0.25 b	18.1 ± 0.66 b	0.55 ± 0.02 b	33.0 ± 1.91 b
การรม 1-MCP	19.6 ± 0.01 a	5.5 ± 0.01 a	18.4 ± 0.01 b	0.64 ± 0.01 a	28.6 ± 0.01 c

หมายเหตุ: 1) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี Duncan's multiple range test (P = 0.05)

2) 1-MCP = เมทิลไซโคลโพรพีน

3) GA_3 = กรดจิบเบอเรลลิค

จากผลการทดลองแสดงว่า การให้ทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว แล้วนำผลมังคุดที่เก็บเกี่ยวระยะสายเลือดมาให้ทรีทเมนต์ 1-MCP ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนั้น เป็นที่น่าสังเกตว่ามังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ 1-MCP ทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวมีความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Piriyavinit และคณะ (2011) ที่พบว่าการรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 ºC มีผลต่อความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อที่มากกว่าชุดควบคุมเช่นเดียวกัน และยังได้วิจารณ์อีกด้วยว่าลักษณะความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อที่แข็งเกินกว่าปกตินี้เป็นลักษณะที่ไม่ต้องการสำหรับคุณภาพภายนอกและการบริโภค แต่ยังคงไม่ทราบว่าเกิดขึ้นเนื่องจากอะไร สำหรับการทดลองนี้ คาดว่า อาจเนื่องมาจากเอทิลีนเป็นฮอร์โมนควบคุมการสุกของผลไม้ทั่วไป ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายหลังเก็บเกี่ยวที่มีเอทิลีนเป็นตัวกระตุ้น โดยในกรณีของผลมังคุดที่เปลือกผลและเนื้อผลมีความอ่อนนุ่มลง เมื่อได้รับสาร 1-MCP ทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวจึงทำให้การทำงานของเอทิลีนถูกยับยั้งทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยว จึงไปมีผลต่อการอ่อนนุ่มของผลมังคุด สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรต และอัตราส่วนระหว่าง SSC : TA พบว่า ในมังคุดที่ได้รับ GA_3 โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยว แล้วได้รับ 1-MCP ก่อนเก็บรักษานี้แสดงถึงคุณภาพขององค์ประกอบเคมีดีที่สุด ซึ่งคุณภาพผลที่ดีนี้น่าจะเป็นผลมาจากการใช้สาร 1-MCP ก่อนเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม กลับพบว่า การใช้สาร 1-MCP ทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยวกลับให้คุณภาพผลที่ด้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างจากมังคุดที่ไม่ได้รับสาร แสดงว่าการให้สาร 1-MCP ลักษณะดังกล่าวไม่มีผลในการทำให้คุณภาพผลดีขึ้น ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่าการให้สาร 1-MCP ทั้งในรูปแบบพ่นสารละลายและการรมสารมีผลต่ออัตราส่วนระหว่าง SSC : TA ที่ดีกว่ามังคุดในชุดควบคุม แต่ได้ผลเฉพาะบางครั้งที่การใช้สาร 1-MCP นั้นสามารถชะลอการสุกของผลมังคุดก่อนเก็บเกี่ยวได้ โดยในการศึกษาครั้งนั้นอาจจะเป็นเพราะการให้สาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวทำให้ผลมังคุดถูกชะลอให้เข้าสู่ระยะสายเลือดช้าลง จึงเหมือนกับเป็นการเก็บรักษาผลมังคุดไว้บนต้น จึงคาดว่าการเก็บเกี่ยวที่ช้าลงมีผลทำให้มังคุดมีช่วงเวลาในการสะสมอาหารที่ยาวนานกว่า และมีอัตราการหายใจหรือการใช้อาหารต่ำกว่าผลที่ถูกเก็บเกี่ยว (Lerslerwong

et al., 2013) และจากการศึกษาของ Will และคณะ 1998 ที่รายงานว่า มังคุดหลังเก็บเกี่ยวมีการหายใจหรือใช้อาหารในรูปของกรดมากกว่าน้ำตาล จึงมีผลต่ออัตราส่วนของ SSC : TA ที่เพิ่มขึ้น

คุณภาพผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว และได้รับสารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 1000 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนนำไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือด (ระยะที่ 1) ได้รมผลมังคุด GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตร แล้วนำมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อผลมังคุดมีการเปลี่ยนสีจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดง (ระยะที่ 4) ผลการวิเคราะห์คุณภาพผลโดยในตารางที่ 12 แสดงคุณภาพผล ได้แก่ ความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อ และองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

ความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อ

จากการวัดความแข็งเปลือก พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวมีค่าความแข็งเปลือกสูงสุด โดยไม่แตกต่างจากผลมังคุดในชุดควบคุม และผลที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 25 มิลลิลิตร/ลิตร และการรม 1-MCP ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตร มีค่าความแข็งเปลือกต่ำสุด

จากการวัดความแน่นเนื้อ พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์การรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวมีค่าความแน่นเนื้อสูงสุด รองลงมาคือผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิค 25 และ 50 มิลลิลิตร/ลิตร ซึ่งไม่แตกต่างจากผลมังคุดชุดควบคุม ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิค 100 มิลลิลิตร/ลิตร มีค่าความแน่นเนื้อต่ำสุด

องค์ประกอบทางเคมี

จากการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ พบว่า ทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่เมื่อคิดอัตราส่วนระหว่าง SSC:TA ของผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ต่างๆ พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 25 มิลลิลิตร/ลิตรมีอัตราส่วน SSC:TA สูงสุด โดยไม่แตกต่างจากความเข้มข้น 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร ในทางสถิติ นอกจากนี้ ยังพบว่าการรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวส่งผลให้ผลมังคุดมีอัตราส่วน SSC:TA มีค่าน้อยกว่า แต่เท่ากับผลมังคุดในชุดควบคุม

ตาราง 12 คุณภาพผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว ภายหลังเก็บเกี่ยวในระยะสายเลือดนำมาจุ่มแช่ในสารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 1,000 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนนำไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว	ความแข็งเปลือก (นิวตัน)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%SSC)	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%TA)	อัตราส่วน SSC : TA
ชุดควบคุม	14.8 ± 0.88 ab	2.2 ± 0.74 ab	16.9 ± 0.70 a	0.56 ± 0.04 ab	30.3 ± 1.47 c
GA_3 25 มิลลิกรัม/ลิตร	14.9 ± 0.98 ab	2.2 ± 0.30 ab	16.0 ± 0.43 a	0.46 ± 0.04 b	36.0 ± 3.35 ab
GA_3 50 มิลลิกรัม/ลิตร	14.0 ± 0.79 b	2.4 ± 0.50 ab	17.4 ± 0.83 a	0.54 ± 0.06 ab	33.5 ± 3.99 ab
GA_3 100 มิลลิกรัม/ลิตร	16.5 ± 1.10 a	1.7 ± 0.50 b	17.8 ± 1.55 a	0.53 ± 0.06 ab	33.7 ± 1.02 a
การรม 1-MCP	14.7 ± 1.40 ab	2.9 ± 0.53 a	17.2 ± 0.77 a	0.57 ± 0.06 ab	30.6 ± 2.03 c

หมายเหตุ: 1) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี Duncan's multiple range test (P = 0.05)

2) 1-MCP = เมทิลไซโคลโพรพีน

3) GA_3 = กรดจิบเบอเรลลิค

จากผลการทดลองแสดงว่า การให้ทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว แล้วนำผลมังคุดที่เก็บเกี่ยวระยะสายเลือดมาให้ทรีทเมนต์ GA_3 ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อาจกล่าวได้ว่า ไม่มีผลต่อความแข็งเปลือก ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงอัตราส่วน SSC : TA คุณภาพผลด้านองค์ประกอบเคมีที่ดีพบเฉพาะในผลมังคุดที่ได้รับสาร GA_3 ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว และทุกความเข้มข้นไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การได้รับสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวแล้วนำผลมังคุดมาให้ได้รับสาร GA_3 ก่อนเก็บรักษานั้นถือว่าไม่มีผลต่อมังคุด ซึ่งเหตุผลที่ใช้อธิบายในกรณีนี้น่าจะเป็นเช่นเดียวกันกับการให้ทรีทเมนต์ 1-MCP ก่อนเก็บรักษา

การทดลองที่ 2 ผลกระทบของการใช้สารเมทิลไซโคลโพรพีนและกรดจิบเบอเรลลิคหลังการเก็บเกี่ยวต่อการสุกและคุณภาพของผลมังคุดที่เก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงสีจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดงของมังคุดหลังการเก็บเกี่ยว (วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง)

ภายหลังการเก็บเกี่ยว ได้แบ่งมังคุดออกเป็น 2 กลุ่มก่อนให้ทรีทเมนต์ กลุ่มที่ 1 ศึกษาระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงสีผลจากระยะที่ 1 หรือระยะสายเลือด (ผลสีเขียวอมเหลืองมีจุดประสีชมพูกระจายอยู่ประมาณ 5%) ไปเป็นสีผลระยะที่ 4 หรือสีม่วงแดง ผลการศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 13 พบว่า การให้ทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวมีปฏิสัมพันธ์กับทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยว โดยผลมังคุดชุดควบคุมที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวทุกทรีทเมนต์ใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงสีจากระยะสายเลือดไปเป็นระยะสีม่วงแดงไม่แตกต่างกัน คือประมาณ 2.6 – 3.1 วัน เช่นเดียวกับผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 หลังเก็บเกี่ยวที่ไม่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวที่มังคุดใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงสีผล 3.1 วัน ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 หลังเก็บเกี่ยวที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวเป็น GA_3 ที่ความเข้มข้น 25 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร และรม 1-MCP ใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงสีมากกว่ามังคุดที่ไม่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว คือใช้เวลา 3.7 4.7 4.3 และ 4.3 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ในผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ 1-MCP หลังเก็บเกี่ยวที่ไม่ได้รับทรีทเมนต์ใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงสี 4.3 วัน โดยไม่แตกต่างจากผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร และการรม 1-MCP ที่ใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงสีมากกว่ามังคุดที่ไม่ได้รับสารก่อนเก็บเกี่ยวคือ 5.2 4.7 และ 4.6 ตามลำดับ

ตาราง 13 จำนวนวันการเปลี่ยนแปลงสีจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดงของมังคุดที่เก็บเกี่ยวจากต้นที่ได้รับทรีทเมนต์กรดจิบเบอเรลลิคและการรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว

ทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยว	จำนวนวันการเปลี่ยนแปลงสีจากระยะสายเลือด – ม่วงแดง[x] (วัน)				
	ทรีทเมนต์ก่อนการเก็บเกี่ยว[y]				
	ชุดควบคุม (ไม่ได้รับสาร)[y]	GA_3 25 มิลลิลิตร/ลิตร[y]	GA_3 50 มิลลิลิตร/ลิตร[y]	GA_3 100 มิลลิลิตร/ลิตร[y]	การรม 1-MCP[y]
ชุดควบคุม (ไม่ได้รับสาร)	3.0 B,ab	2.6 B,b	3.1 B,ab	2.9 B,ab	3.0 B,ab
GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตร	3.1 B,c	3.7 A,bc	4.7 A,a	4.3 A,ab	4.3 A,ab
การรม 1-MCP 500 นาโนลิตร/ลิตร	4.3 A,c	3.8 A,bc	5.2 A,a	4.7 A,ab	4.6 A,ab

หมายเหตุ : 1) [x] คือจำนวนวันที่ผลเปลี่ยนสีจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดง

2) ตัวอักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์หลังการเก็บเกี่ยวและตัวอักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยภายในคอลัมภ์หรือทรีทเมนต์ก่อนการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยวิธี Duncan's multiple range test (P = 0.05)

3) [y] คือวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในคอลัมภ์ด้วยวิธี Duncan's multiple range test (P = 0.05)

4) GA_3 = gibberellic acid, 1-MCP = 1-methylcyclopropene

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการให้สาร GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวและก่อนการเก็บรักษา

จากผลการทดลอง พบว่า การให้ทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวมีปฏิสัมพันธ์กับทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยวหรือก่อนการเก็บรักษา โดยเฉพาะเมื่อใช้สาร GA_3 ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 50

มิลลิลิตร/ลิตรขึ้นไป และการรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว ซึ่งก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ให้สาร GA_3 และ 1-MCP มีผลในการ ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผลมังคุดจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดงได้เล็กน้อย ประมาณ 2 – 3 วัน (ตาราง 14) ในขณะที่ การให้ทรีทเมนต์เช่นเดียวกับกับผลมังคุดก่อนนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะสามารถชะลอการเปลี่ยน สีดังกล่าวได้นานประมาณ 4 – 12 วัน (ตาราง 15) สอดคล้องกับที่มีการรายงานการเก็บรักษาผลมังคุดไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (15 °ซ) จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น (Piriyavinit et al., 2011)

การให้ทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวมีปฏิสัมพันธ์กับทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยวหรือก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยในทรีทเมนต์หลังการเก็บเกี่ยวพบว่า การให้ GA_3 และ 1-MCP มีผลทำให้มังคุดทั้งที่ได้รับและไม่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น 4 – 12 วัน โดยการให้ทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP หลังเก็บเกี่ยวมีผลทำให้ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 25 มิลลิกรัม/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 11 และ 12 วัน ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะแต่ละทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยว พบว่า มังคุดที่ไม่ได้รับทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยว แต่ได้รับ GA_3 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร และ 1-MCP มีอายุการเก็บรักษานานกว่ามังคุดในชุดควบคุม 5 วัน ในขณะที่การให้ GA_3 และ 1-MCP หลังการเก็บเกี่ยวกับผลมังคุดที่ได้รับ GA_3 100 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยว ทำให้ผลมังคุดมีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 5 และ 6 วัน ตามลำดับ (ตาราง 16)

ตาราง 14 ผลของสาร GA_3 และสาร 1-MCP หลังการเก็บเกี่ยวต่ออายุการเก็บรักษา[x] ของผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สาร GA_3 ความเข้มข้นต่างๆ และสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว

ทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยว	อายุการเก็บรักษา[x] (วัน)				
	ทรีทเมนต์ก่อนการเก็บเกี่ยว[y]				
	ชุดควบคุม (ไม่ได้รับสาร)[y]	GA_3 25 มิลลิลิตร/ลิตร[y]	GA_3 50 มิลลิลิตร/ลิตร[y]	GA_3 100 มิลลิลิตร/ลิตร[y]	การรม 1-MCP[y]
ชุดควบคุม (ไม่ได้รับสาร)	6.3 B,d	4.6 B,d	11.1 B,c	11.1 B,c	11.1 B,c
GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตร	13.3 A,bc	16.0 A,ab	15.7 A,ab	17.4 A,a	14.9 A,abc
การรม 1-MCP 500 นาโนลิตร/ลิตร	13.0 A,bc	15.3 A,ab	15.3 A,ab	18.4 A,a	14.7 A,abc

หมายเหตุ : 1) [x] คือจำนวนวันที่ผลเปลี่ยนสีจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดง

2) ตัวอักษรพิมพ์เล็กหมายถึงค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์หลังการเก็บเกี่ยวและตัวอักษรพิมพ์ใหญ่หมายถึงค่าเฉลี่ยภายในคอลัมภ์หรือทรีทเมนต์ก่อนการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยวิธี Duncan's multiple range test (P = 0.05)

3) [y] คือวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในคอลัมภ์ด้วยวิธี Duncan's multiple range test (P = 0.05)

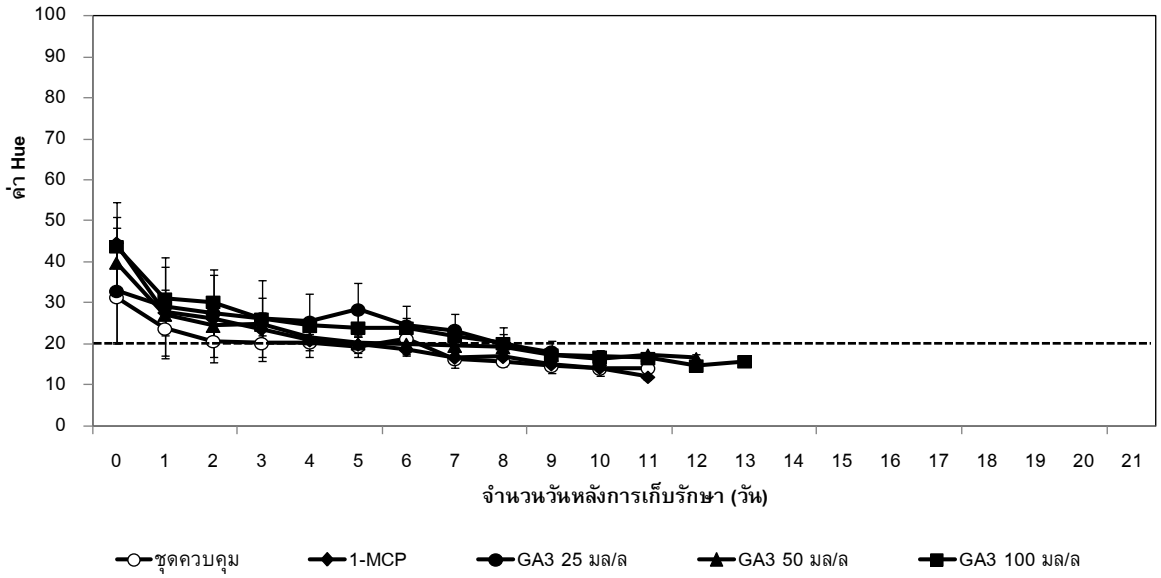
4) GA_3 = gibberellic acid, 1-MCP = 1-methylcyclopropene

การเปลี่ยนแปลงสีจากของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle (h) ของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และสาร 1-MCP ก่อนและหลังเก็บเกี่ยว ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

ผลมังคุดจะมีการเปลี่ยนแปลงสีจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดงโดยมีการเปลี่ยนแปลงของค่า hue angle ลดลงจนเหลือ ≤20 ดังนั้นจึงใช้เกณฑ์ของค่า hue angle ในการพิจารณากำหนดให้เป็นการสิ้นสุดการเก็บรักษาผลมังคุดที่อุณหภูมิต่ำ โดยผลการศึกษาพบว่า

ผลมังคุดที่ไม่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว (ชุดควบคุม-ก่อนเก็บเกี่ยว) แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 °ซ ใช้เวลาในการการเปลี่ยนแปลงสีผลจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดงโดยใช้เวลาประมาณ 2 วัน ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ 1-MCP และ GA_3 50 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงสี 4 วัน และ GA_3 25 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวใช้เวลา 8 และ 7 วันหลังการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 °ซ ตามลำดับ (ภาพที่ 8)

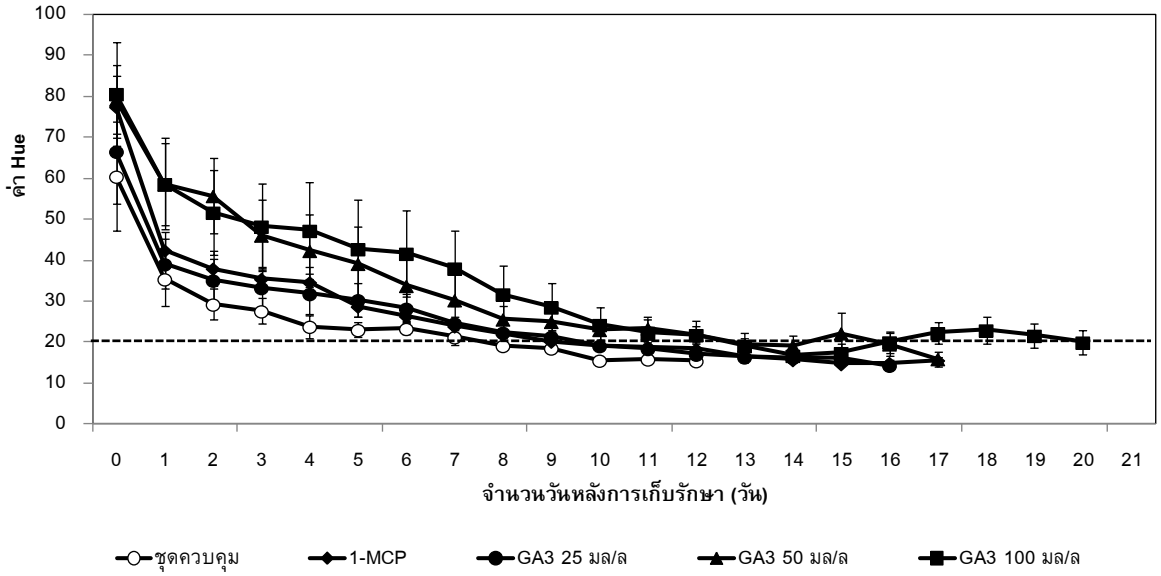


ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle (h) ของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ต่างๆ ก่อนเก็บเกี่ยว และภายหลังเก็บเกี่ยวนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ (เส้นประ --- ที่ตำแหน่งค่า hue angle เท่ากับ 20 หมายถึงผลมังคุดเปลี่ยนสีเป็นสีม่วงแดงหรือผลระยะที่ 4)

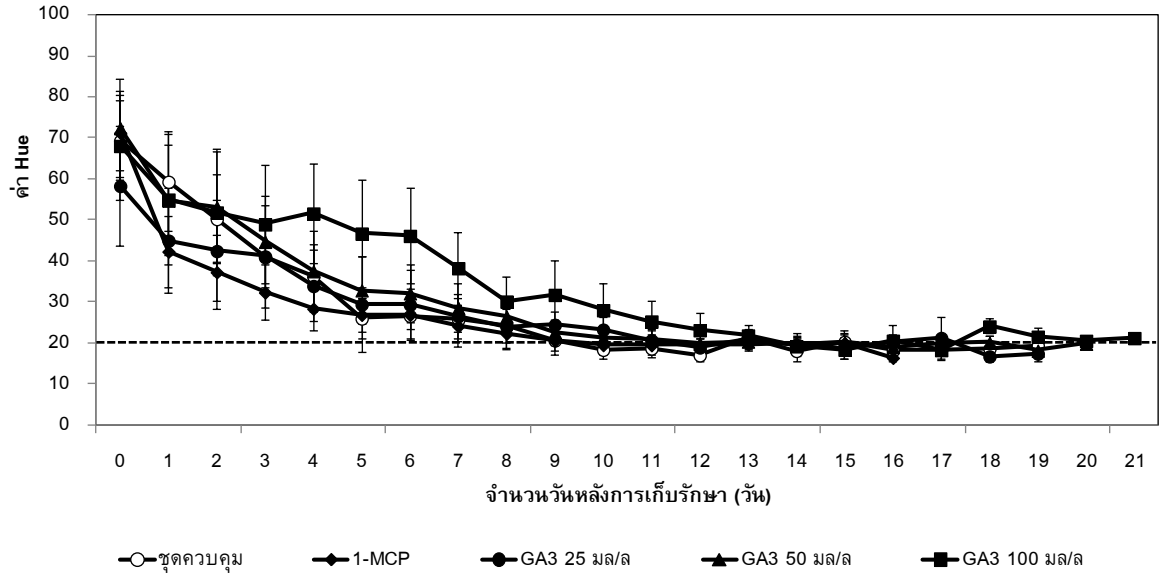
ผลมังคุดที่ไม่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว (ชุดควบคุม-ก่อนเก็บเกี่ยว) แล้วนำไปให้ทรีทเมนต์ GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 °ซ ใช้เวลาในการการเปลี่ยนแปลงสีผลจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดงโดยใช้เวลาประมาณ 7 วัน ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ 1-MCP และ GA_3 25 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงสี 9 วัน และ GA_3 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวใช้เวลา 12 และ 13 วันหลังการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 °ซ ตามลำดับ (ภาพที่ 9)

ผลมังคุดที่ไม่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว (ชุดควบคุม-ก่อนเก็บเกี่ยว) แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 °ซ ใช้เวลาในการการเปลี่ยนแปลงสีผลจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดงโดยใช้

เวลาประมาณ 9 วัน ซึ่งเท่ากับผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 25 และ 50 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงสี 11 วัน และ GA_3 100 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวใช้เวลา 13 วันหลังการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 °ซ ตามลำดับ (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle (h) ของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ต่างๆ ก่อนเก็บเกี่ยว และภายหลังเก็บเกี่ยวแช่สารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิลิตร/ลิตร นาน 10 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ (เส้นประ --- ที่ตำแหน่งค่า hue angle เท่ากับ 20 หมายถึงผลมังคุดเปลี่ยนสีเป็นสีม่วงแดงหรือผลระยะที่ 4)



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle (h) ของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ต่างๆ ก่อนเก็บเกี่ยว และหลังเก็บเกี่ยวรมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 500 นาโนลิตร/ลิตร นาน 18 ชั่วโมง ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ (เส้นประ --- ที่ตำแหน่งค่า hue angle เท่ากับ 20 หมายถึงผลมังคุดเปลี่ยนสีเป็นสีม่วงแดงหรือผลระยะที่ 4)

จำนวนวันการพัฒนาสีของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และสาร 1-MCP ก่อนและหลังเก็บเกี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ ผลมังคุดได้เปลี่ยนสีจากระยะสายเลือด (ระยะ 1) ไปเป็นระยะผลสีม่วงแดง (ระยะ 4) พบว่า ผลมังคุดที่ไม่ได้รับสาร (ชุดควบคุม – ก่อนเก็บเกี่ยว) มีการพัฒนาสีตั้งแต่ระยะสายเลือดไปเป็นระยะสีม่วงแดงใช้เวลา 2 วัน ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว GA_3 25, 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร และรม 1-MCP ใช้เวลาในการพัฒนาสีนานกว่าเท่ากับ 4, 7, 6 และ 8 วัน ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์หลังการเก็บเกี่ยว GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ กล่าวคือ ผลมังคุดที่ไม่ได้รับสาร (ชุดควบคุม – ก่อนเก็บเกี่ยว) มีการพัฒนาสีตั้งแต่ระยะสายเลือดไปเป็นระยะสีม่วงแดงใช้เวลา 7 วัน ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว GA_3 25 และ 50 มิลลิลิตร/ลิตร ใช้เวลาในการพัฒนาสี 9 วัน และผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว 100 มิลลิลิตร/ลิตร และรม 1-MCP ใช้เวลาในการพัฒนาสีนานกว่าเท่ากับ 12 วัน ในขณะที่การให้ทรีทเมนต์หลังการเก็บเกี่ยวด้วยการรม 1-MCP 500 นาโนลิตร/ลิตร ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ มีผลต่อการใช้เวลาในการพัฒนาสีผลนานยิ่งขึ้น โดยพบว่า ผลมังคุดที่ไม่ได้รับสาร (ชุดควบคุม – ก่อนเก็บเกี่ยว) และผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว GA_3 25 มิลลิลิตร/ลิตร มีการพัฒนาสีตั้งแต่ระยะสายเลือดไปเป็นระยะสีม่วงแดงใช้เวลา 9 วัน ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว GA_3 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร ใช้เวลาในการพัฒนาสี 11 วัน และผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวด้วยการรม 1-MCP ใช้เวลาในการพัฒนาสีนานกว่าคือ 13 วัน (ตารางที่ 15)

ตาราง 15 จำนวนวันของการพัฒนาสีตั้งแต่ระยะสายเลือด (ระยะ 1) – ระยะผลสีม่วงแดง (ระยะ 4) ของผลมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

ทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยว	การพัฒนาสีตั้งแต่ระยะสายเลือด (ระยะ 1) – ระยะผลสีม่วงแดง (ระยะ 4) (วัน)				
	ทรีทเมนต์ก่อนการเก็บเกี่ยว				
	ชุดควบคุม (ไม่ได้รับสาร)[y]	GA_3 25 มิลลิลิตร/ลิตร[y]	GA_3 50 มิลลิลิตร/ลิตร[y]	GA_3 100 มิลลิลิตร/ลิตร[y]	การรม 1-MCP[y]
ชุดควบคุม (ไม่ได้รับสาร)	2	4	7	6	8
GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตร	7	9	9	12	12
การรม 1-MCP 500 นาโนลิตร/ลิตร	9	9	11	11	13

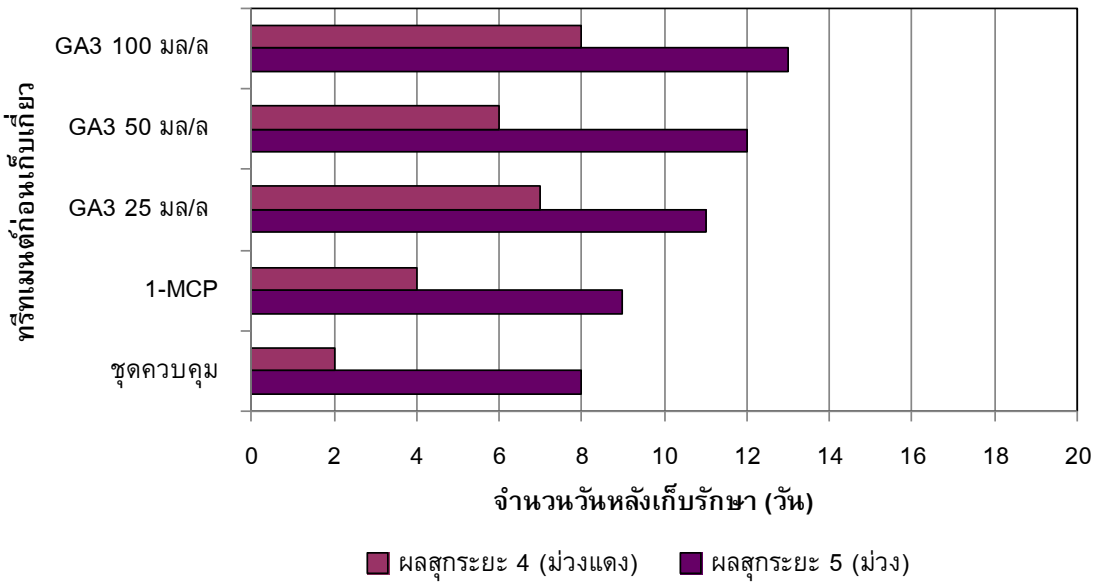
ภายหลังการเก็บรักษา ผลมังคุดได้เปลี่ยนสีจากระยะสายเลือด (ระยะ 1) ไปเป็นระยะผลสีม่วง (ระยะ 5) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ พบว่า ผลมังคุดที่ไม่ได้รับสาร (ชุดควบคุม – ก่อนเก็บเกี่ยว) มีการพัฒนาสีตั้งแต่ระยะสายเลือดไปเป็นระยะสีม่วงใช้เวลา 8 วัน ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว GA_3 25, 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร และรม 1-MCP ใช้เวลาในการพัฒนาสีนานกว่าเท่ากับ 9, 11, 12 และ 13 วันตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์หลังการเก็บเกี่ยว GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ กล่าวคือ ผลมังคุดที่ไม่ได้รับสาร (ชุดควบคุม – ก่อนเก็บเกี่ยว) มีการพัฒนาสีตั้งแต่ระยะสายเลือดไปเป็นระยะสีม่วงใช้เวลา 10 วัน ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บ

เกี่ยว GA_3 25, 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร และรม 1-MCP ใช้เวลาในการพัฒนาสีนานกว่าเท่ากับ 13, 15, 17 และ 14 วันตามลำดับ ในขณะที่การให้ทรีทเมนต์หลังการเก็บเกี่ยวด้วยการรม 1-MCP 500 นาโนลิตร/ลิตร ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ มีผลต่อการใช้เวลาในการพัฒนาสีผลนานยิ่งขึ้น โดยพบว่า ผลมังคุดที่ไม่ได้รับสาร (ชุดควบคุม – ก่อนเก็บเกี่ยว) มีการพัฒนาสีตั้งแต่ระยะสายเลือดไปเป็นระยะสีม่วงใช้เวลา 15 วัน ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว GA_3 25, 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร และรม 1-MCP ใช้เวลาในการพัฒนาสีนานกว่าเท่ากับ 16, 19, 14 และ 17 วันตามลำดับ (ตารางที่ 16)

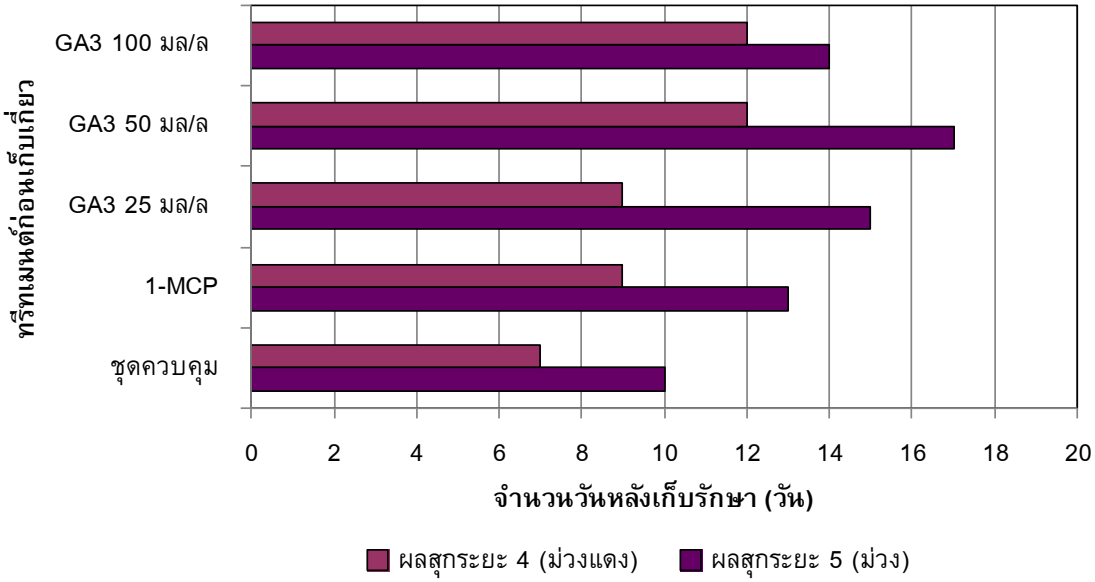
ตาราง 16 การพัฒนาสีตั้งแต่ระยะสายเลือด (ระยะ 1) – ระยะผลสีม่วง (ระยะ 5) ของผลมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

ทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยว	การพัฒนาสีตั้งแต่ระยะสายเลือด (ระยะ 1) – ระยะผลสีม่วงแดง (ระยะ 5)				
	ทรีทเมนต์ก่อนการเก็บเกี่ยว				
	ชุดควบคุม (ไม่ได้รับสาร)[y]	GA_3 25 มิลลิลิตร/ลิตร[y]	GA_3 50 มิลลิลิตร/ลิตร[y]	GA_3 100 มิลลิลิตร/ลิตร[y]	การรม 1-MCP[y]
ชุดควบคุม (ไม่ได้รับสาร)	8	9	11	12	13
GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตร	10	13	15	17	14
การรม 1-MCP 500 นาโนลิตร/ลิตร	15	16	19	14	17

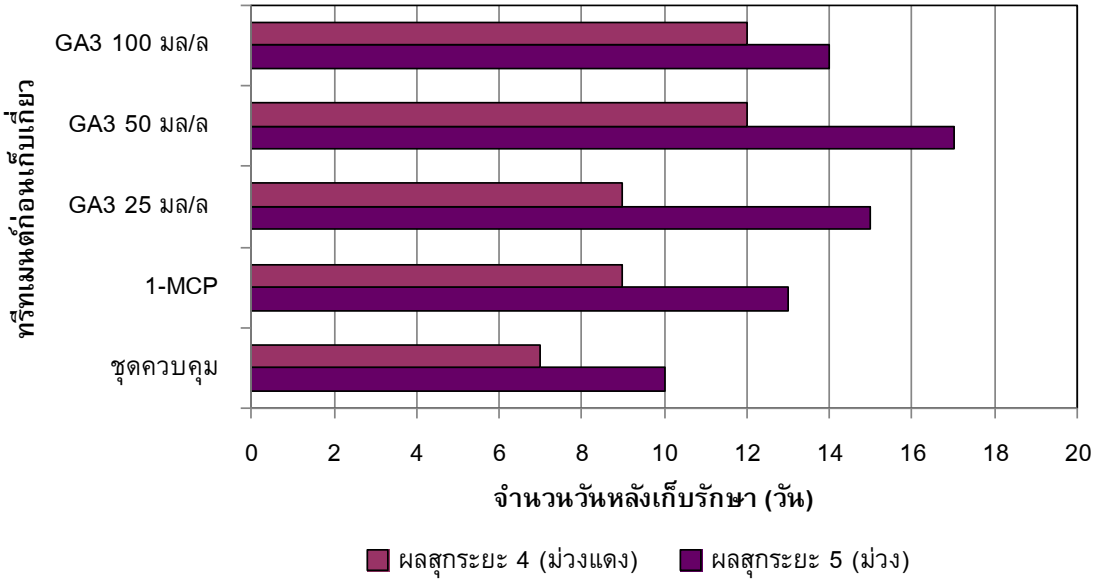
จากผลการทดลองในตารางที่ 11 – 12 สามารถเขียนสรุปเป็นแผนภาพได้ดังภาพที่ 11 - 13



ภาพที่ 11 แผนภาพแสดงจำนวนวันที่สีผลเปลี่ยนแปลงจากสีระยะที่ 1 (สายเลือด) ไปเป็นสีระยะที่ 4 (ม่วงแดง) และสีระยะที่ 5 (ม่วง) ของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนและหลังเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ



ภาพที่ 12 แผนภาพแสดงจำนวนวันที่สีผลเปลี่ยนแปลงจากสีระยะที่ 1 (สายเลือด) ไปเป็นสีระยะที่ 4 (ม่วงแดง) และสีระยะที่ 5 (ม่วง) ของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว และภายหลังเก็บเกี่ยวแช่สารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิลิตร/ลิตร นาน 10 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ



ภาพที่ 13 แผนภาพแสดงจำนวนวันที่สีผลเปลี่ยนแปลงจากสีระยะที่ 1 (สายเลือด) ไปเป็นสีระยะที่ 4 (ม่วงแดง) และสีระยะที่ 5 (ม่วง) ของมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว และภายหลังเก็บเกี่ยวรมสาร 1-MCP 500 นาโนลิตร/ลิตร ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

จากแผนภาพที่ 11 – 13 ทำให้ทราบว่าการใช้สาร GA_3 และ 1-MCP ก่อนและหลังเก็บเกี่ยว แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำทำให้สามารถเก็บรักษาผลมังคุดได้นานขึ้น ทั้งระยะการเปลี่ยนสีจากระยะ

สายเลือด (ระยะ 1) ไปเป็นสีม่วงแดง (ระยะ 4) และสีม่วงดำ (ระยะ 5) ซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับสาร GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวด้วย โดยเป็นที่น่าสังเกตว่าการให้สาร สาร GA_3 ก่อนเก็บเกี่ยวมีผลทำให้อายุการเก็บรักษาอยู่ได้นานกว่า 1-MCP โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร สำหรับเหตุผลยังไม่สามารถอธิบายได้ในขณะนี้

เมื่อพิจารณาถึงผลของสาร GA_3 และ 1-MCP ก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อการชะลอวันที่เก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของผลมังคุด ดังแสดงในตารางที่ 17 สามารถเห็นได้ชัดเจนว่าสารทั้ง 2 ชนิดมีผลต่อการขยายเวลาของช่วงการเก็บเกี่ยวมังคุดระยะสายเลือดให้ยาวนานขึ้นได้ตั้งแต่ 2 วัน – 2 สัปดาห์ ทำให้จากเดิมมีช่วงการเก็บเกี่ยวของมังคุดตามปกติโดยทั่วไปประมาณ 1 - 1½ เดือน เป็น 2 เดือน โดยทรีทเมนต์ที่ดีที่สุดคือการให้สาร GA_3 ความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวตามด้วยการรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บรักษา และการรมสาร 1-MCP ทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยว โดยในทางปฏิบัติการให้สาร GA_3 ก่อนเก็บเกี่ยวและตามด้วยสาร 1-MCP ก่อนเก็บรักษานั้นสามารถทำได้สะดวกกว่า จึงเป็นไปได้ว่าสามารถใช้ GA_3 ทดแทนการใช้ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวได้

ตาราง 17 ผลของการให้สาร GA_3 และ 1-MCP ก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อการชะลอวันที่เก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของผลมังคุด

ทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยว	การพัฒนาสีตั้งแต่ระยะสายเลือด (ระยะ 0) – ระยะผลสีม่วงแดง (ระยะ 5)				
	ทรีทเมนต์ก่อนการเก็บเกี่ยว				
	ชุดควบคุม (ไม่ได้รับสาร)[y]	GA_3 25 มิลลิลิตร/ลิตร[y]	GA_3 50 มิลลิลิตร/ลิตร[y]	GA_3 100 มิลลิลิตร/ลิตร[y]	การรม 1-MCP[y]
ชุดควบคุม (ไม่ได้รับสาร)	8	10	15	16	19
GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตร	10	14	19	21	20
การรม 1-MCP 500 นาโนลิตร/ลิตร	15	17	23	18	23

คุณภาพผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวและนำผลมังคุดระยะสายเลือดที่เก็บเกี่ยวแล้วมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือด (ระยะที่ 1) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ เมื่อผลมังคุดมีการเปลี่ยนสีจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดง (ระยะที่ 4) ผลการวิเคราะห์คุณภาพผลโดยในตารางที่ 18 แสดงคุณภาพผล ได้แก่ ความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อ และองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

ความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อ

จากการวัดความแข็งเปลือก พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์การรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวมีค่าความแข็งเปลือกสูงสุด รองลงมาคือผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร และไม่ต่างจากความแข็งเปลือกของผลมังคุดชุดควบคุม ในขณะที่ ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 25 และ 50 มิลลิลิตร/ลิตร มีความแข็งเปลือกต่ำที่สุด

จากการวัดความแน่นเนื้อ พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์การรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวมีค่าความแน่นเนื้อสูงสุด โดยไม่แตกต่างจากผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิค 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร และผลมังคุดชุดควบคุม ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิค 25 มิลลิลิตร/ลิตร มีค่าความแน่นเนื้อต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

องค์ประกอบทางเคมี

จากการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์การรมสาร 1-MCP และสารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 25 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมังคุดในชุดควบคุม

จากการวัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ ไม่มีความแตกต่างกันในผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์การรมสาร 1-MCP และสารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 25 และ 50 มิลลิลิตร/ลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับผลมังคุดในชุดควบคุม สำหรับผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ต่ำสุด

เมื่อคำนวณหาอัตราส่วน SSC:TA พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร มีค่าสูงสุด โดยไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิค ความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตร และชุดควบคุม ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิค ความเข้มข้น 25 มิลลิลิตร/ลิตร และการรม 1-MCP มีอัตราส่วน SSC:TA ต่ำสุด

ตาราง 18 คุณภาพผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

ทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว	ความแข็งเปลือก (นิวตัน)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%SSC)	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%TA)	อัตราส่วน SSC : TA
ชุดควบคุม	15.5 ± 2.31abc	1.8 ± 0.38 ab	16.9 ± 0.37 a	0.53 ± 0.03 ab	32.2 ± 1.62 ab
GA_3 25 มิลลิกรัม/ลิตร	15.2 ± 0.73 c	1.6 ± 0.27 b	17.4 ± 0.32 a	0.56 ± 0.02 ab	31.3 ± 1.05 b
GA_3 50 มิลลิกรัม/ลิตร	14.7 ± 0.98 c	1.4 ± 0.19 bc	16.7 ± 0.65 a	0.53 ± 0.40 ab	32.3 ± 2.11 ab
GA_3 100 มิลลิกรัม/ลิตร	16.4 ± 1.51 abc	3.0 ± 1.50 ab	17.2 ± 0.51 a	0.49 ± 0.04 b	35.8 ± 2.68 a
การรม 1-MCP	17.1 ± 0.84 a	2.5 ± 0.36 ab	17.0 ± 0.47 a	0.61 ± 0.05 a	28.7 ± 2.76 b

หมายเหตุ: 1) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติ
เมื่อตรวจสอบด้วยวิธี Duncan's multiple range test (P = 0.05)
2) 1-MCP = เมทิลไซโคลโพรพีน
3) GA_3 = กรดจิบเบอเรลลิค

จากผลการทดลองแสดงว่า การให้ทรีทเมนต์ GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร และสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวไม่มีผลต่อความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อของมังคุด แต่สำหรับทรีทเมนต์ GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 25 และ 50 มิลลิลิตร/ลิตร ผลมังคุดมีความแข็งเปลือกกับความแน่นเนื้อต่ำสุด ซึ่งแสดงว่าผลมีการสุกมากกว่า ซึ่งแตกต่างจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่การให้ทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวทุกทรีทเมนต์

ไม่มีผลต่อความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ยาวนานมากขึ้น ถึงแม้ว่าสาร GA_3 ความเข้มข้น 25 และ 50 มิลลิลิตร/ลิตรจะชะลอวันที่เก็บเกี่ยวได้ก็ตาม แต่เป็นไปได้ว่าการชะลอการสุกอันเนื่องมาจาก GA_3 มีลักษณะเป็น antagonist ไม่ใช่การยับยั้งการทำงานของเอทิลีนเช่นเดียวกับ 1-MCP ดังนั้น ผลในการแข่งขันการทำงานกับเอทิลีนจึงอาจหมดไปเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาถึงอัตราส่วนระหว่าง SSC : TA จะพบว่าผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สาร GA_3 และ 1-MCP ไม่แตกต่างจากชุดควบคุมในทางสถิติ ซึ่งเป็นผลมาจากการมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกันด้วย

คุณภาพผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว และนำมารม 1-MCP ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือด (ระยะที่ 1) ได้รมผลมังคุดด้วยสาร 1-MCP แล้วนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 °ซ เมื่อผลมังคุดมีการเปลี่ยนสีจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดง (ระยะที่ 4) ผลการวิเคราะห์คุณภาพผลโดยในตารางที่ 19 แสดงคุณภาพผล ได้แก่ ความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อ และองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

ความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อ

จากการวัดความแข็งเปลือก พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวมีค่าความแข็งเปลือกสูงสุด รองลงมาคือผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์การรม 1-MCP และสารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 25 มิลลิลิตร/ลิตร และไม่ต่างจากความแข็งเปลือกของผลมังคุดชุดควบคุม ในขณะที่ ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตร มีความแข็งเปลือกต่ำที่สุด

จากการวัดความแน่นเนื้อ พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์การรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวมีค่าความแน่นเนื้อสูงสุด โดยไม่แตกต่างจากผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิค 25 และ 50 มิลลิลิตร/ลิตร และผลมังคุดชุดควบคุม ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิค 100 มิลลิลิตร/ลิตร มีค่าความแน่นเนื้อต่ำสุด

องค์ประกอบทางเคมี

จากการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์การรมสาร 1-MCP และสารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมังคุดในชุดควบคุม ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 25 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

จากการวัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์การรมสาร 1-MCP และสารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมังคุดในชุดควบคุม ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 25 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

เมื่อคำนวณหาอัตราส่วน SSC:TA พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิค ความเข้มข้น 25 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร มีค่าสูงสุด ในขณะที่ผลมังคุดในชุดควบคุมและผลมังคุดที่ได้รับการรมสาร 1-MCP มีอัตราส่วน SSC:TA ต่ำสุด

ตาราง 19 คุณภาพผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวที่ได้รับ GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

ทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว	ความแข็งเปลือก (นิวตัน)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%SSC)	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%TA)	อัตราส่วน SSC : TA
ชุดควบคุม	14.8 ± 0.88 ab	2.2 ± 0.74 ab	16.9 ± 0.70 abc	0.56 ± 0.04 ab	30.3 ± 1.47 c
GA_3 25 มิลลิกรัม/ลิตร	14.9 ± 0.98 ab	2.2 ± 0.30 ab	16.0 ± 0.43 c	0.46 ± 0.04 c	36.0 ± 3.35 ab
GA_3 50 มิลลิกรัม/ลิตร	14.0 ± 0.79 b	2.4 ± 0.50 ab	17.4 ± 0.83 ab	0.54 ± 0.06 abc	33.5 ± 3.99 abc
GA_3 100 มิลลิกรัม/ลิตร	16.5 ± 1.10 a	1.7 ± 0.50 b	17.8 ± 1.55 abc	0.53 ± 0.06 abc	33.7 ± 1.02 ab
การรม 1-MCP	14.7 ± 1.40 ab	2.9 ± 0.53 a	17.2 ± 0.77 ab	0.57 ± 0.06 ab	30.6 ± 2.03 c

หมายเหตุ: 1) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อตรวจสอบด้วยวิธี Duncan's multiple range test (P = 0.05)

2) 1-MCP = เมทิลไซโคลโพรพีน

3) GA_3 = กรดจิบเบอเรลลิค

จากผลการทดลองแสดงว่า การให้ทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว แล้วนำผลมังคุดที่เก็บเกี่ยวระยะสายเลือดมาให้ทรีทเมนต์ 1-MCP ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนั้น ถือว่าไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม แสดงว่าการให้ทรีทเมนต์ดังกล่าวไม่มีผลต่อความแข็งเปลือกแล้วความแน่นเนื้อ ผลที่ได้แตกต่างจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งอาจเป็นเหตุผลเช่นเดียวกับที่วิจารณ์ไปก่อนหน้านี้คือ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นการเพิ่มระยะเวลาการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น ดังนั้นฤทธิ์ของสาร GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวอาจหมดไป เมื่อพิจารณาอัตราส่วน SSC : TA พบว่า ในมังคุดที่ได้รับ GA_3 ก่อนเก็บเกี่ยวทั้ง 3 ความเข้มข้นมีคุณภาพด้านองค์ประกอบเคมีดีที่สุด ในขณะที่การให้ 1-MCP ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวจะไม่มีผลต่อคุณภาพด้านองค์ประกอบเคมีของมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ

คุณภาพผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว และได้รับสารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 1000 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือด (ระยะที่ 1) ได้รมผลมังคุด GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตร แล้วนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 °ซ เมื่อผลมังคุดมีการเปลี่ยนสีจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดง (ระยะที่ 4) ผลการวิเคราะห์คุณภาพผลโดยในตารางที่ 20 แสดงคุณภาพผล ได้แก่ ความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อ และองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

ความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อ

จากการวัดความแข็งเปลือก พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์การรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวมีค่าความแข็งเปลือกสูงสุด รองลงมาคือผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 25 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร โดยไม่แตกต่างทางสถิติ ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตร และผลมังคุดในชุดควบคุมมีค่าความแข็งเปลือกต่ำสุด

จากการวัดความแน่นเนื้อ พบว่า ผลมังคุดในทุกทรีทเมนต์มีความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

องค์ประกอบทางเคมี

จากการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า ทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

จากการวัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์การรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับผลมังคุดในชุดควบคุม โดยปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 25 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร มีปริมาณกรดไม่แตกต่างจากผลมังคุดในชุดควบคุม ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ต่ำสุด

เมื่อคำนวณหาอัตราส่วน SSC:TA พบว่า ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิคความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สารละลายกรดจิบเบอเรลลิค ความเข้มข้น 25 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร ซึ่งไม่แตกต่างจากผลมังคุดในชุดควบคุม ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับการรมสาร 1-MCP มีอัตราส่วน SSC:TA ต่ำสุด

ตาราง 20 คุณภาพผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวที่ได้รับการรม 1-MCP ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

ทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยว	ความแข็งเปลือก (นิวตัน)	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%SSC)	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%TA)	อัตราส่วน SSC : TA
ชุดควบคุม	14.4 ± 0.91 c	1.6 ± 0.27 a	17.0 ± 0.83 a	0.58 ± 0.04 b	29.9 ± 2.11 bc
GA_3 25 มิลลิกรัม/ลิตร	15.1 ± 0.85 bc	1.3 ± 0.15 a	16.5 ± 1.09 a	0.51 ± 0.02 cd	34.1 ± 2.53 b
GA_3 50 มิลลิกรัม/ลิตร	14.7 ± 0.70 c	1.5 ± 0.19 a	16.4 ± 0.77 a	0.47 ± 0.03 d	44.0 ± 1.47 a
GA_3 100 มิลลิกรัม/ลิตร	15.7 ± 0.90 bc	1.4 ± 0.21 a	16.3 ± 0.79 a	0.55 ± 0.02 bc	33.0 ± 1.91 b
การรม 1-MCP	17.0 ± 1.15 ab	1.7 ± 0.32 a	16.5 ± 0.51 a	0.64 ± 0.01 a	28.6 ± 0.01 c

หมายเหตุ: 1) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อตรวจสอบด้วยวิธี Duncan's multiple range test (P = 0.05)

2) 1-MCP = เมทิลไซโคลโพรพีน

3) GA_3 = กรดจิบเบอเรลลิค

จากผลการทดลองเป็นที่น่าสังเกตว่า การให้ทรีทเมนต์ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวแล้วนำมาให้สาร GA_3 ก่อนเก็บรักษา มีผลต่อความแข็งเปลือกของผลมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำค่อนข้างมาก ผลการให้ทรีทเมนต์ดังกล่าวทำให้ผลมังคุดมีเปลือกแข็งขึ้นซึ่งอาจจะดีในแง่ของการขนส่งที่อาจลดการกระแทกของผลได้

แต่ผลการศึกษาในมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำนี้แตกต่างจากมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง กล่าวคือ ไม่มีผลต่อความอ่อนนุ่มหรือความแน่นเนื้อของเนื้อผล ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีในการบริโภค อาจเป็นไปได้ว่าการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้นที่อุณหภูมิต่ำมีผลทำให้กระบวนการสุกของผลมังคุดมีการเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไป จึงทำให้ส่วนเนื้อข้างในนั้นมีการสุกแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Piriyavinit และคณะ (2011) ที่พบว่าการตอบสนองต่อสาร 1-MCP ของส่วนเปลือกและเนื้อผลในมังคุดมีความแตกต่างกัน แต่กลไกยังไม่เป็นที่เข้าใจ ซึ่งพวกเขาได้วิจารณ์ไว้ว่าอาจเป็นเพราะก๊าซ 1-MCP มีอัตราการแพร่ได้ต่ำในการทะลุผ่านเปลือกที่หนาของผลมังคุด และเมื่อพิจารณาถึงอัตราส่วน SSC : TA ก็พบว่าการให้ทรีทเมนต์ GA_3 ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวมีคุณภาพด้านองค์ประกอบเคมีดีที่สุด โดยเฉพาะในความเข้มข้นที่ 50 มิลลิลิตร/ลิตร แสดงให้เห็นว่าทรีทเมนต์ก่อนและหลังเก็บเกี่ยวดังกล่าวสามารถรักษาคุณภาพภายในของผลมังคุดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำได้เป็นอย่างดี ในขณะที่การได้รับสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวให้ผลไม่แตกต่างจากมังคุดที่ไม่ได้รับสาร

สรุป

การให้ทรีทเมนต์ด้วยสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 25, 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร และการรมสาร 1-MCP โดยทำกับผลมังคุดบนต้นอายุ 13 ปี เมื่อผลมังคุดก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 2.5 สัปดาห์ หรือ ภายหลังดอกบาน 10 สัปดาห์ หรือผลอยู่ในระยะ 0 และเก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือด (ระยะ 1) ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

การทดลองที่ 1 ผลกระทบของการใช้ GA_3 และ 1-MCP ก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการสุกและคุณภาพของผลมังคุด

1.1 การให้ทรีทเมนต์ GA_3 ความเข้มข้น 25, 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร และการรมสาร 1-MCP สามารถชะลอวันที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดได้ 2, 4, 5 และ 7 วัน

1.2 การใช้สาร GA_3 และ 1-MCP สามารถขยายช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวให้นานขึ้นได้ประมาณ 4 – 8 วัน และสิ้นสุดการเก็บเกี่ยวช้ากว่าปกติประมาณ 12 วัน

คุณภาพผลของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

1.4 การให้ทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวไม่มีผลต่อความแข็งเปลือกและปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

1.5 การให้ GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร กลับทำให้ผลมังคุดมีความแน่นเนื้อลดลง

1.6 อัตราส่วนระหว่าง SSC : TA จะพบว่าผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สาร GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวมีค่าสูงกว่ามังคุดที่ไม่ได้รับสาร

คุณภาพผลของมังคุดที่ได้รับ 1-MCP 500 นาโนลิตร/ลิตร ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

1.7 มังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวมีความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อมากที่สุด

1.8 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรต และอัตราส่วนระหว่าง SSC : TA พบว่าในมังคุดที่ได้รับ GA_3 โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยว มีคุณภาพด้านองค์ประกอบเคมีดีที่สุด

คุณภาพผลของมังคุดที่ได้รับ GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

1.9 การให้ทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว ไม่มีผลต่อความแข็งเปลือก ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

1.10 ผลมังคุดที่ได้รับสาร GA_3 ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวมีค่าอัตราส่วน SSC : TA คุณภาพผลด้านองค์ประกอบเคมีที่ดีที่สุดและทุกความเข้มข้นไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การได้รับสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวไม่มีผลต่อลักษณะดังกล่าว

การทดลองที่ 2 ผลกระทบของการใช้สารเมทิลไซโคลโพรพีนและกรดจิบเบอเรลลิคหลังการเก็บเกี่ยวต่อการสุกและคุณภาพของผลมังคุดที่เก็บรักษา

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

2.1 การให้ทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวมีปฏิสัมพันธ์กับทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยวหรือก่อนการเก็บรักษา โดยก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ให้สาร GA_3 และ 1-MCP มีผลในการชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผลมังคุดจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดงได้เล็กน้อยประมาณ 2 – 3 วัน

2.2 มังคุดที่ไม่ได้รับทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยวแต่ได้รับ GA_3 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร และ 1-MCP มีอายุการเก็บรักษานานกว่ามังคุดในชุดควบคุม 5 วัน

2.3 การให้ทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP หลังเก็บเกี่ยวมีผลทำให้ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 25 มิลลิกรัม/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 11 และ 12 วัน ตามลำดับ

2.4 การให้ GA_3 และ 1-MCP หลังการเก็บเกี่ยวกับผลมังคุดที่ได้รับ GA_3 100 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยว ทำให้ผลมังคุดมีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 5 และ 6 วัน ตามลำดับ

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

2.5 การให้ทรีทเมนต์เช่นเดียวกับกับผลมังคุดก่อนนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะสามารถชะลอการเปลี่ยนสีนานประมาณ 4 – 12 วัน

2.6 ผลมังคุดที่ไม่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว (ชุดควบคุม-ก่อนเก็บเกี่ยว) ใช้เวลาในการการเปลี่ยนแปลงสีผลจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดงโดยใช้เวลาประมาณ 2 วัน ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ 1-MCP และ GA_3 50 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงสี 4 วัน และ GA_3 25 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวใช้เวลา 8 และ 7 วันหลังการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 15 °ซ ตามลำดับ

2.7 ผลมังคุดที่ไม่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว (ชุดควบคุม-ก่อนเก็บเกี่ยว) แล้วนำไปให้ทรีทเมนต์ GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนนำไปเก็บรักษาใช้เวลาในการการเปลี่ยนแปลงสีผลจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดงโดยใช้เวลาประมาณ 7 วัน ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ 1-MCP และ GA_3 25 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงสี 9 วัน และ GA_3 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวใช้เวลา 12 และ 13 วัน ตามลำดับ

2.8 ผลมังคุดที่ไม่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว (ชุดควบคุม-ก่อนเก็บเกี่ยว) แล้วนำไปเก็บรักษาใช้เวลาในการการเปลี่ยนแปลงสีผลจากระยะสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดงโดยใช้เวลาประมาณ 9 วัน ซึ่งเท่ากับผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยว ในขณะที่ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 25 และ 50 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงสี 11 วัน และ GA_3 100 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวใช้เวลา 13 วัน ตามลำดับ

2.9 ผลของสาร GA_3 และ 1-MCP ก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อการชะลอวันที่เก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของผลมังคุด โดยมีผลต่อการขยายเวลาของช่วงการเก็บเกี่ยวมังคุดระยะสายเลือดให้ยาวนานขึ้นได้ตั้งแต่

2 วัน – 2 สัปดาห์ ทรีทเมนต์ที่ดีที่สุดคือการให้สาร GA_3 ความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตรก่อนเก็บเกี่ยวตามด้วยการรมสาร 1-MCP ก่อนเก็บรักษา และ การรมสาร 1-MCP ทั้งก่อนและหลังเก็บเกี่ยว

คุณภาพผลของมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

2.10 การให้ทรีทเมนต์ GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร และสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวไม่มีผลต่อความแข็งเปลือกและความแน่นเนื้อของมังคุด แต่การให้ทรีทเมนต์ GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 25 และ 50 มิลลิลิตร/ลิตร ผลมังคุดมีความแข็งเปลือกกับความแน่นเนื้อต่ำสุด

2.11 ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์สาร GA_3 และ 1-MCP มีอัตราส่วนระหว่าง SSC : TA ไม่แตกต่างจากชุดควบคุมในทางสถิติ ซึ่งเป็นผลมาจากการมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกัน

คุณภาพผลของมังคุดที่ได้รับ 1-MCP 500 นาโนลิตร/ลิตร ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

2.12 การให้ทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวไม่มีผลต่อความแข็งเปลือก

2.13 มังคุดที่ได้รับ GA_3 ก่อนเก็บเกี่ยวทั้ง 3 ความเข้มข้นมีอัตราส่วน SSC : TA หรือคุณภาพด้านองค์ประกอบเคมีดีที่สุด ในขณะที่การให้ 1-MCP ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวจะไม่มีผล

คุณภาพผลของมังคุดที่ได้รับ GA_3 1000 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

2.14 การให้ทรีทเมนต์ 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวทำให้ผลมังคุดมีความแข็งเปลือกสูงสุด ในขณะที่การให้ทรีทเมนต์ GA_3 ก่อนเก็บเกี่ยวไม่มีผล

2.15 การให้ทรีทเมนต์ GA_3 ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวมีอัตราส่วน SSC : TA หรือคุณภาพด้านองค์ประกอบเคมีดีที่สุด โดยเฉพาะในความเข้มข้นที่ 50 มิลลิลิตร/ลิตร ในขณะที่การได้รับสาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวให้ผลไม่แตกต่างจากมังคุดที่ไม่ได้รับสาร

เอกสารอ้างอิง

จินตนา ทำทอง. 2546. ผลของอุณหภูมิและกรดจิบเบอเรลลิคต่อคุณภาพของผลมังคุดภายหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

นพรัตน์ จันทร์ลอย. 2549. ผลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ภาชนะบรรจุ สารเคลือบเมธิลเซลลูโลสและกรดจิบเบอเรลลิคต่ออายุการเก็บรักษามังคุด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

พัชร ปิริยะวินิตร. 2551. การควบคุมการสุกของมังคุดหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รุจิรา เชื้อหอม. 2540. ผลของการเคลือบผิวและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลมังคุดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์ และ ภูริณัฐ พลายด้วง. 2552. การศึกษาเบื้องต้นของการใช้สาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) ร่วมกับการห่อผลก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการสุกของผลมังคุด. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 8 (ภาคโปสเตอร์) ณ โรงแรมดิเอมเพรส จ. เชียงใหม่.

วีรพล ไชยาไส. 2532. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตในการเก็บรักษาผลมังคุด (*Garcinia mangostana*, Linn) ที่ห่อด้วยแผ่นพลาสติก (Polyvynyl chloride) ณ อุณหภูมิห้อง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี. 2542. เทคโนโลยีการผลิตมังคุดให้มีคุณภาพ. หน่วยถ่ายทอดวิชาการและฝึกอบรม. ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี. กรมวิชาการเกษตร.

สมโภชน์ น้อยจินดา. 2535. ผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลมังคุด (*Garcinia mangostana* L.). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2551. การศึกษาเปรียบเทียบสถานภาพด้านการผลิต การแปรรูป การค้า การวิจัย และพัฒนาผักและผลไม้ของไทยกับต่างประเทศ. นพบุรีการพิมพ์, เชียงใหม่.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. มังคุด. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2551. สืบค้นข้อมูลได้ที่ http:www.oae.go.th/pdffile/commodity_v1.pdf. เมื่อวันที่ 9 ตุลาคม 2552.

Awad, M.A. and A.D. Al-Qurashi. 2012. Gibberellic acid spray and bunch bagging increase bunch weight and improve fruit quality of ‘Barhee’ date palm cultivar under hot arid conditions. Sci. Hortic. 138: 96 – 100.

Awad, M.A. and A. de Jager. 2002. Formation of flavonoids, especially anthocyanin and chlorogenic acid in ‘Jonagold’ apple skin: influences of growth regulators and fruit maturity. Sci. Hortic. 93: 257 – 266.

Bangerth, F. and J. Streif. 1987. Effect of aminoethoxyvinylglycine and low-pressure storage on the post-storage production of aroma volatiles by Golden Delicious apples. J. Sci. Food Agric. 41: 351–360.

Bangerth, F., G. Bufler and H. Halder-Doll. 1984. Experiments to prevent ethylene biosyntheisis and : or action and effects of exogenous ethylene on ripening and storage of apple fruits. In *Ethylene: Biochemical, Physiological and Applied Aspects*, : Fuchs, Y. and E. Chaluz (Eds.),. Martinus Nijhoff: Dr. W. Junk, The Hague : pp. 291–301.

Ben-Arie, R., Saks, Y., Sonego, L. and A. Frank. 1996. Cell wall metabolism in gibberellin treated persimmon fruits. Plant Growth Regul. 19: 25 – 33.

Blankenship, S.M. and J.M. Dole. 2003. 1-methylcyclopropene: a review. Postharvest Biol. Technol. 28: 1 – 25.

Bulantseva, E.A., N.T. Thang, A.O. Ruzhitsky, M.A. Protsenko and N.P. Karableva. 2009. The effect of ethylene biosynthesis regulators on metabolic process in the banana fruits in various physiological states. Applied Biochem. Microb. 45: 93 – 96.

Burg, S.P. 1962. The physiology of ethylene formation. Ann. Rev. Plant Physiol. 13: 265 – 302.

Burns, J.K. 2008. 1-Methylcyclopropene application in preharvest systems: Focus on citrus. HortScience. 43: 112 – 114.

Canli, F.A. and H. Orhan. 2009. Effects of preharvest gibberellic acid applications on fruit quality of '0900 Ziraat' sweet cherry. HortTechnology 19: 127 – 129.

Child, R.D., A.A. Williams, G.V. Hoad and C.R. Baines. 1984. The effects of aminoethoxyvinylglycine on maturity and post-harvest changes in Cox's Orange Pippin apples. J. Sci. Food Agric. 35: 773 – 781.

Coggins, C.W. and L.N. Lewis. 1962. Regreening of Valencia orange as influenced by potassium gibberellate. Plant Physiol. 37: 625 – 627.

Dussi, M.C., D Sosa and G.S. Calvo. 2000. Effect of Retain™ on fruit maturity and fruit set of pear cultivar Williams and Packham's Triumph. Acta Hortic. 596: 767 – 771.

Elfving, D.C., S.R. Drake, A.N. Reed and D.B. Visser. 2007. Preharvest applications of sprayable 1-methylcyclopropene in the orchard for management of apple harvest and postharvest condition. HortScience 42: 1192 – 1199.

Fujino, D.W., M.S. Reid and S.F. Yang. 1980. Effects of aminooxyacetic acid on postharvest characteristics of carnation. Acta Hortic. 113: 59 – 64.

Garcia-Luis, A., A. Herrero-Villen and J.L. Guardiola. 1992. Effects of applications of gibberellic acid on late growth, maturation and pigmentation of the Clementine mandarin. Sci. Hortic. 49: 71 – 82.

Gholami, M., A. Sedighi, A. Ershadi and H. Sarikhami. 2010. Effect of pre- and postharvest treatments of salicylic acid and gibberellic acid on ripening and some physicochemical properties of 'Mashhad' sweet cherry fruit. Acta Hortic. 884: 257 – 264.

Hayama, H., M. Tatsuki and Y. Nakamura. 2008. Combined treatment of aminoethoxyvinylglycine (AVG) and 1-methylcyclopropene (1-MCP) reduces melting-flesh peach fruit softening. Postharvest Biol. Technol. 50: 228 – 230.

Jiang, W., Q. Sheng, Y. Jiang and X. Zhou. 2002. Effects of 1-methylcyclopropene and gibberellic acid on ripening of Chinese jujube (*Zizyphus jujube* M.) in relation to quality. J. Sci. Food Agri. 84: 31 – 35.

Khader, S.E.S.A. 1991. Effect of preharvest application of GA_3 on postharvest behaviour of mango fruits. Sci. Hortic. 47: 317 – 321.

Kim, Y. and J. Lee. 2005. Extention of storage and shelf-life of sweet persimmon with 1-MCP. Acta Hortic. 685: 165 – 174.

Lerslerwong, L., A. Rugkong, W. Imsabai and S. Ketsa. 2013. The harvest period of mangosteen fruit can be extended by chemical control of ripening-A proof of concept study. Sci. Hortic. 157: 13 – 18.

Lurie, S. 2000. Manipulating fruit development and storage quality using growth regulators. In *Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture*, A.B. Basra (Ed.). New York : Food Products Press® : pp. 175 – 196.

Lurie, S. 2008. Regulation of ethylene biosynthesis in fruits by aminoethoxyvinylglycine and 1-methylcyclopropene. Acta Hortic**.** 796: 31 – 41.

Mattheis, J.P. and J.K. Fellman. 1999. Preharvest factors influencing flavor of fresh fruit and vegetables. Postharvest Biol. Technol. 15: 227 – 238.

Micham, E.J., W.V. Biasi and M. Clayton. 1998. RetainTM delays maturity of Bartlett pears. Good Fruit Grower 49: 33 – 35.

Miller, W.R and R.E McDonald. 1996. Postharvest quality of GA-treated Florida grapefruit after gamma irradiation with TDZ and storage. Postharvest Biol. Technol. 7: 253 – 260.

Moggia, C. and M. Pereira. 2007. Pre-harvest use of 1-MCP (HARVISTA™ TECHNOLOGY) in orchard. POMÁCEAS Tech. bul. 7: 1 – 4.

Nagano, R., K. Yonemori, A. Sugiura and I. Kataoka. 1997. Effect of gibberellic acid and ascorbic acid on fruit respiration in relation to final swell and maturation in persimmon. Acta Hortic. 436: 203 – 214.

Piriyavinit, P., S. Ketsa and W.G. van Doorn. 2011. 1-MCP extends the storage and shelf life of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) fruit. Postharvest Biol. Technol. 61: 15 – 20.

Porat, R., X. Feng, M. Huberman, D. Galili, R. Goren and E.E. Goldschmidt. 2001. Gibberellic acid slow postharvest degreening of 'Oroblanco' citrus fruits. HortScience 36: 937 – 940.

Pozo, L., W.J. Kender, J.K. Burns and U. Hartmond. 2000. Effects of gibberellic acid on ripening and rind puffing in 'SUNBURST' mandarin. Proc. Fla. State Hort. Soc. 113: 102 – 105.

Ray, P.K. and S.B. Sharma. 1986. Delaying litchi harvest by growth regulator or urea spray. Sci. Hortic. 28: 93 – 96.

Reid, M.S. and G.L. Staby. 2008. A brief history of 1-methylcyclopropene. HortScience 43: 83 – 85.

Romani, R., J., L.T. Yamashita, B. Hess and H. Rae. 1983. Preharvest AVG treatment of 'Bartlett' pear fruits: effect on ripening, color change, and volatiles. J. Amer. Soc. Hortic. Sci. 108: 1046-1049.

Sisler, E.C. and M. Serek. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plant at the receptor level: recent developments. Physiol. Plant. 100: 577 – 582.

Schirra, M., G. D'hallewin, P. Inglese and T. LaMantia. 1999. Epicuticular changes and storage potential of cactus pear [*Opuntia ficusindica* Miller (L.)] fruit following gibberellic acid preharvest sprays and postharvest heat treatment. Postharvest Biol. Technol. 17: 79 – 88.

Watkins, C.B. 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. Biotechnol. Adv. 24: 389 – 409.

Woodson, W.R. 1985. Role of ethylene in the senescence of isolated hibiscus petals. Plant Physiol. 79: 679 – 683.

Yang S.F. and N.E Hoffman. 1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 35: 155 – 189.

ภาคผนวก

Agricultural Sci. J. 43 : 3 (Suppl.) : 392-395 (2012) ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 392-395 (2555)

ผลของการใช้กรดจิบเบอเรลลิกและเมทิลไซโคลโพรพีนก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวต่อวันที่เก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของผลมังคุด

Effects of Pre and Post-harvest Gibberellic Acid and 1-Methylcyclopropene Applications on Harvest Date and Storage Life of Mangosteen Fruits

อรจิรา พรหมทองรักษ์[1,2] และ ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์[1,3]
Onjira Promtongruk[1,2] and Ladawan Lerslerwong[1,3]

Abstract

Recently, there is no 1-methylcyclopropene (1-MCP) spray formulation applied for ripening control in mangosteen fruits on the tree. Therefore, chemicals which can control fruit ripening are needed. The objective of this study was to investigate the effects of pre-harvest and post-harvest gibberellic acid (GA_3) applications in comparison with 1-MCP on harvesting date and storage life of mangosteens. Treatments were applied to intact mangosteen fruits at 2.5 weeks before harvest. Pre-harvest treatments consisted of no chemical (control), spray with GA_3 at 25, 50 and 100 mgL^{-1} and fumigation with 1/8 (0.25g) of 1-MCP pellet (0.19% a.i.). The results showed that pre-harvest treatment with 50 and 100 mgL^{-1} GA_3 and 1-MCP delayed the harvest date of mangosteen at stage 1 (light greenish yellow with 5% scattered pinkish spots) for 4, 5 and 7 days, respectively. Postharvest treatments, soaking in 1000 mgL^{-1} GA_3 and fumigation with 500 nlL^{-1} 1-MCP, before storage at 15 ^{o}C were investigated. The results showed that there was the interaction between pre-harvest and post-harvest treatments affecting harvest date and storage life. The storage life of the intact fruits treated with GA_3 and 1-MCP was 4 – 12 days longer than the control fruits. For postharvest GA_3 and 1-MCP treatments, the storage life of the intact fruit previously treated with 100 mgL^{-1} GA_3 and 1-MCP was 5 and 6 days longer than the control fruits, respectively.

Keywords: gibberellic acid, 1-methylcyclopropene, mangosteen

บทคัดย่อ

ปัจจุบันยังไม่มีเมทิลไซโคลโพ (1-MCP) ในรูปของสารละลายที่สามารถใช้ก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมการสุกของผลมังคุดที่อยู่บนต้น จึงจำเป็นต้องหาสารเคมีที่สามารถชะลอการสุกของผลไม้เพื่อใช้ทดแทน การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กรดจิบเบอเรลลิก (GA_3) เปรียบเทียบกับการใช้ 1-MCP ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวต่อวันที่เก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของผลมังคุด การให้ทรีทเมนต์ที่ทำกับผลมังคุดที่อยู่บนต้นก่อนเก็บเกี่ยว 2.5 สัปดาห์ ได้แก่ ไม่ให้สาร (ชุดควบคุม) พ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 25, 50 และ 100 มิลลิกรัม/ลิตร และรม 1-MCP [1/8 เม็ด (0.25 กรัม) ของสารออกฤทธิ์ 1-MCP 0.19%] ผลการทดลองพบว่า การให้ GA_3 50 และ 100 มิลลิกรัม/ลิตร และ 1-MCP สามารถชะลอวันที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดได้ 4, 5 และ 7 วัน ตามลำดับ สำหรับการให้ทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยวก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ^{o}ซ ได้แก่ ไม่ให้รับสาร (ชุดควบคุม) แช่สารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัม/ลิตร และรมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 500 นาโนลิตร/ลิตร ผลการทดลองพบว่า การให้ทรีทเมนต์ก่อนการเก็บเกี่ยวมีปฏิสัมพันธ์กับทรีทเมนต์หลังการเก็บเกี่ยวหรือก่อนการเก็บรักษา การให้ GA_3 และ 1-MCP หลังการเก็บเกี่ยวมีผลทำให้ผลมังคุดมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น 4 – 12 วัน แต่เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะในทรีทเมนต์หลังการเก็บเกี่ยว พบว่า มังคุดที่ได้รับ GA_3 100 มิลลิกรัม/ลิตร ก่อนการเก็บเกี่ยวและได้รับทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP หลังการเก็บเกี่ยวมีอายุการเก็บรักษานานกว่ามังคุดในชุดควบคุม 5 และ 6 วัน ตามลำดับ

คำสำคัญ: กรดจิบเบอเรลลิก เมทิลไซโคลโพรพีน มังคุด

---

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา
[1] Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla
[2] สถานวิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
[2] Center of Excellence in Agricultural and Natural Resources Biotechnology, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla
[3] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
[3] Postharvest Technology Innovation Center, Prince of Songkla University, Songkhla

คำนำ

มังคุดมีช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 1-2 เดือน ในปีที่มีการออกดอกติดผลของมังคุดในฤดูกาลปกติเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศเหมาะสม ทำให้เกิดปัญหาผลผลิตมีการกระจุกตัว ล้นตลาดและราคาตกต่ำ (นพรัตน์, 2536) จากการศึกษาเบื้องต้นในการรมเมทิลไซโคลโพรพีน (1-methylcyclopropene, 1-MCP) กับผลมังคุดก่อนเก็บเกี่ยว พบว่าสามารถชะลอการสุกแก่ได้ประมาณ 6 วัน (ลดาวัลย์ และภูริณัฐ, 2552) อย่างไรก็ตาม การใช้สาร 1-MCP ก่อนเก็บเกี่ยวในสภาพแปลงทำได้ไม่สะดวก และปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีสาร 1-MCP ในรูปของสารละลาย จึงจำเป็นต้องหาสารเคมีที่สามารถชะลอการสุกของมังคุดเพื่อใช้ทดแทนสาร 1-MCP สำหรับกรดจิบเบอเรลลิก (Gibberellic acid, GA_3) เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชอีกชนิดหนึ่งที่สามารถชะลอการสุกของผลไม้ก่อนเก็บเกี่ยวหลายชนิดเนื่องจากมีการทำงานแบบแข่งขันกับเอทิลีนซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ควบคุมการสุกของผลไม้ (Lurie, 2000) ดังนั้น การทดลองในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ GA_3 เปรียบเทียบกับการใช้ 1-MCP ก่อนและหลังเก็บเกี่ยวต่อวันที่เก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของผลมังคุด ซึ่งอาจเป็นแนวทางในการยืดเวลาการเก็บเกี่ยวของมังคุดออกไปให้ยาวนานขึ้น ทำให้ช่วยลดการกระจุกตัวของผลผลิต นอกจากนี้ยังศึกษาร่วมกับการเก็บรักษาเพื่อขยายเวลาให้มีมังคุดผลสดออกวางจำหน่ายในตลาดได้ยาวนานขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ผลของการใช้กรดจิบเบอเรลลิก (GA_3) และเมทิลไซโคลโพรพีน (1-MCP) ก่อนเก็บเกี่ยวต่อวันที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือด

วางแผนแบบสุ่มในบล็อกอย่างสมบูรณ์ ทำ 3 ซ้ำ (1 ต้น คือ 1 ซ้ำ) ใช้จำนวนผลทั้งหมด 13 ผล/วิธีการ/ต้น ประกอบด้วย 5 ทรีทเมนต์ ดังนี้ คือ ชุดควบคุม (ไม่พ่นสาร) พ่นสารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 25, 50 และ 100 มิลลิกรัม/ลิตร และรมด้วย 1-MCP วิธีการรมสารทำโดยนำสำลีชุบน้ำบีบให้หมาดและนำมาห่อเม็ด 1-MCP 1/8 เม็ด [0.25 กรัมของสารออกฤทธิ์ 0.19% ยี่ห้อ AnsiP® (Lytone Enterprise, Inc., Taiwan)] ใส่ลงในถุงพลาสติก PE ขนาด 6x11 นิ้ว แล้วห่อผลมังคุดทันทีโดยมัดปากถุงให้แน่นไม่ให้มีอากาศรั่วไหล ห่อผลมังคุดทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใช้คัตเตอร์กรีดก้นถุงเพื่อระบายอากาศ ห่อทิ้งไว้จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลในระยะสายเลือด การให้ทรีทเมนต์ทำกับผลมังคุดที่อยู่บนต้นอายุ 10 ปี ก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 2.5 สัปดาห์ หรือ ภายหลังดอกบาน 10 สัปดาห์เก็บเกี่ยวผลมังคุดในระยะสายเลือดและบันทึกเป็นจำนวนวันภายหลังการให้สารจนกระทั่งผลมังคุดอยู่ในระยะสายเลือด

2. ผลของการใช้กรดจิบเบอเรลลิก (GA_3) และเมทิลไซโคลโพรพีน (1-MCP) หลังเก็บเกี่ยวต่ออายุการเก็บรักษาของผลมังคุด

วางแผนการทดลองแบบ 5 x 3 แฟกทอเรียลในสุ่มสมบูรณ์ ทำ 7 ซ้ำ (1 ผล คือ 1 ซ้ำ) โดยปัจจัย A และ B คือ คือ ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนและหลังเก็บเกี่ยว ตามลำดับ ภายหลังเก็บเกี่ยว นำผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ต่างๆ ก่อนเก็บเกี่ยวแต่ละทรีทเมนต์แยกเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มให้ได้รับทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยว ดังนี้คือ ชุดควบคุม (ไม่พ่นสาร) แช่สารละลาย GA_3 ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร นาน 10 นาที และรมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 500 นาโนลิตร/ลิตร หลังการให้ทรีทเมนต์นำมังคุดบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูกก่อนเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 15 °ซ ทำการวัดสีด้วยเครื่องวัดสีและบันทึกจำนวนวันที่ผลมังคุดเปลี่ยนจากสีสายเลือดไปเป็นสีม่วงแดง ภายหลังการได้รับทรีทเมนต์

ผล

1. ผลของการใช้กรดจิบเบอเรลลิก (GA_3) และเมทิลไซโคลโพรพีน (1-MCP) ก่อนเก็บเกี่ยวต่อวันที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือด

การให้ทรีทเมนต์ GA_3 ความเข้มข้น 25, 50 และ 100 มิลลิกรัม/ลิตร และการรมสาร 1-MCP สามารถชะลอวันที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดได้ 2, 4, 5 และ 7 วัน ตามลำดับ (Table 1)

2. ผลของการใช้กรดจิบเบอเรลลิก (GA_3) และเมทิลไซโคลโพรพีน (1-MCP) หลังเก็บเกี่ยวต่ออายุการเก็บรักษาของผลมังคุด

การให้ทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวมีปฏิสัมพันธ์กับทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยวหรือก่อนเก็บรักษา โดยในทรีทเมนต์หลังการเก็บเกี่ยวพบว่า การให้ GA_3 และ 1-MCP มีผลทำให้มังคุดทั้งที่ได้รับและไม่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น 4 – 12 วัน โดยการให้ทรีทเมนต์ GA_3 และ 1-MCP หลังเก็บเกี่ยวมีผลทำให้ผลมังคุดที่ได้รับทรีทเมนต์ GA_3 25

มิลลิกรัม/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยวมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 11 และ 12 วัน ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะแต่ละทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยว พบว่า มังคุดที่ไม่ได้รับทรีทเมนต์หลังเก็บเกี่ยว แต่ได้รับ GA_3 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร และ 1-MCP มีอายุการเก็บรักษานานกว่ามังคุดในชุดควบคุม 5 วัน ในขณะที่การให้ GA_3 และ 1-MCP หลังการเก็บเกี่ยวกับผลมังคุดที่ได้รับ GA_3 100 มิลลิลิตร/ลิตร ก่อนเก็บเกี่ยว ทำให้ผลมังคุดมีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 5 และ 6 วัน ตามลำดับ (Table 2)

Table 1 Effects of different concentrations of GA_3 and 1-MCP applied at 2.5 weeks before harvest on harvest date in mangosteen fruit at stage 1

Treatment	Harvest date[y]
Control	18.5c
25 mgL^{-1} GA_3	19.6c
50 mgL^{-1} GA_3	22.1b
100 mgL^{-1} GA_3	22.8ab
Fumigation 1-MCP	24.7a

[y]Mean separation within columns by Duncan's multiple range test (P = 0.05)

GA_3 = gibberellic acid, 1-MCP = 1-methylcyclopropene

Table 2 Effects of GA_3 and 1-MCP postharvest applications on storage life[x] of mangosteen fruit previously receiving pre-harvest treatments of GA_3 at various concentrations and 1-MCP fumigation

Post-harvest treatment	Storage life[x]				
	Postharvest treatment[y]				
	Control[y]	25 mgL^{-1} GA_3[y]	50 mgL^{-1} GA_3[y]	100 mgL^{-1} GA_3[y]	1-MCP[y]
Control	6.3 B,d	4.6 B,d	11.1 B,c	11.1 B,c	11.1 B,c
1000 mgL^{-1} GA_3	13.3 A,bc	16.0 A,ab	15.7 A,ab	17.4 A,a	14.9 A,abc
500 nlL^{-1} 1-MCP	13.0 A,bc	15.3 A,ab	15.3 A,ab	18.4 A,a	14.7 A,abc

[x]Fruit peel color turned from light greenish yellow with 5% scattered pinkish spots to reddish purple.

Mean separation within treatments (small letters) and column (capital letters) by Duncan's multiple range test (P = 0.05).

[y]Mean separation within the same column by Duncan's multiple range test (P = 0.05)

GA_3 = gibberellic acid, 1-MCP = 1-methylcyclopropene

วิจารณ์ผล

การใช้ GA_3 ก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 2.5 สัปดาห์ สามารถยืดระยะเวลาของวันที่เก็บเกี่ยวผลมังคุดระยะสายเลือดได้ โดยความเข้มข้นที่ได้ผลคือที่ระดับ 50 และ 100 มิลลิกรัม/ลิตร นอกจากนี้ ผลการทดลองยังพบว่าการชะลอการสุกของผลมังคุดที่อยู่บนต้นมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของ GA_3 แสดงให้เห็นว่าการตอบสนองของผลมังคุดต่อสารเคมีควบคุมการสุกเกิดขึ้นตั้งแต่ระยะก่อนเก็บเกี่ยว เนื่องจากมังคุดเป็นผลไม้ประเภทไคลแมกเทอริก (climacteric fruit) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการรมสาร 1-MCP ประสิทธิภาพในการชะลอการสุกยังด้อยกว่าเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากความเข้มข้นที่เหมาะสมอาจสูงกว่าความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้ในการทดลอง (100 มิลลิกรัม/ลิตร) และการปฏิบัติงานในสภาพแปลงทดลอง การใช้ GA_3 ที่อยู่ในรูปของสารละลายทำให้ผลมังคุดที่อยู่บนต้นสามารถดูดซึมสารละลายเข้าไปได้ดีกว่า 1-MCP ซึ่งอาจเกิดการรั่วไหลในระหว่างการให้ทรีทเมนต์ สำหรับการทดลองหลังการเก็บเกี่ยวพบว่าการใช้ GA_3 และ 1-MCP ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°ซ ของผลมังคุดทั้งที่ได้รับและไม่ได้รับทรีทเมนต์ก่อนการเก็บเกี่ยวได้นานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสมโภชน์ (2534) ที่ได้ศึกษาการใช้สารละลาย GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร ทำให้มังคุดมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้นานขึ้น สำหรับการใช้สาร 1-MCP หลังการเก็บเกี่ยวทำให้ผลมังคุดที่ได้รับ ทรีทเมนต์ก่อนเก็บเกี่ยวมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Piriyavinit *et al*. (2011) ที่รายงานว่าการใช้สาร 1-MCP กับผลมังคุดระยะสายเลือดช่วยยืดเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°ซ ได้นานกว่ามังคุดชุดควบคุมประมาณ 9 วัน โดยเริ่มต้นจาก

มังคุดระยะสายเลือดเปลี่ยนเป็นสีม่วงดำ อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองนี้ผลมังคุดที่ได้รับสาร 1-MCP หลังการเก็บเกี่ยวมีอายุการเก็บรักษาน้อยกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องจากการสิ้นสุดของการบันทึกผลการทดลองเป็นระยะเวลาสั้นกว่าคือเมื่อผลมังคุดเปลี่ยนสีจากระยะสายเลือดเป็นสีม่วงแดง ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบความเป็นไปได้ของการนำสาร GA_3 มาใช้ทดแทน 1-MCP แต่การใช้สาร GA_3 กับผลมังคุดก่อนเก็บเกี่ยวยังให้ประสิทธิผลในระดับหนึ่ง จึงยังต้องมีการศึกษาต่อยอดเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเข้มข้นของสาร GA_3 และระยะการพัฒนาผลของมังคุดที่เหมาะสมต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คณะทรัพยากรธรรมชาติ และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนต้นมังคุด อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ และทุนในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

นพรัตน์ บำรุงรัตน์. 2536. พืชหลักปักษ์ใต้. พีรามิดจัดพิมพ์. กรุงเทพฯ. 184 หน้า.

ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์ และ ภูริณัฐ พลายด้วง. 2552. การศึกษาเบื้องต้นของการใช้สาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) ร่วมกับการห่อผลก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการสุกของผลมังคุด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40 (3 พิเศษ): 575-577.

สมโภชน์ น้อยจินดา. 2534. ผลของ GA_3 ต่อผลมังคุด (*Garcinia mangostana* L.) วัยสายเลือด. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Lurie, S. 2000. Manipulating fruit development and storage quality using growth regulators, pp. 175 – 196. *In*: A. S., Basra, (ed) Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture. Food Products Prens, London.

Piriyavinit, P., S. Ketsa and W.G. van Doorn. 2011. 1-MCP extends the storage and shelf life of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) fruits. *Postharvest Biology and Technology* 33: 319-325.