

ผลของ 1-เมทิลไซโคลโพรเพนต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของผลมะเงี๋ยงสด
Effect of 1-methylcyclopropene on Postharvest Quality and Storage Life of Fresh Makiang
(*Cleistocalyx nervosum* var. *Paniala*)

วาสนา พิทักษ์พล^{1*} นันทินี มาลี¹ และ รณกร สร้อยนาค¹
Wasna Pithakpol^{1*}, Nantinee Malee¹ and Ronnakorn Soinak¹

Abstract

The objective of this research was to study the effects of 1-methylcyclopropene on postharvest quality and storage life of fresh Makiang (*Cleistocalyx nervosum* var. *Paniala*). Experiment was conducted under completely randomized design with 4 treatments including 500, 1,000 and 2,000 ppb of 1-MCP fumigation and control (non fumigation). Makiang fruits were washed with 200 mg/l of sodium hypochlorite, air dried, fumigated with 1-MCP for 8 hours, packed in a foam tray, wrapped with polyvinylchloride film and stored separately at room temperature ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $60 \pm 2\%$ RH) and low temperature ($12 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $80 \pm 2\%$ RH). Results showed that low temperature storage was more effective in maintaining the quality and extending the storage life of Makiang fruits up to 14-18 days while storage at room temperature resulted in the storage life of 2-3 days. Fumigation of 1-MCP decreased weight loss, delayed disease incidence and maintained overall quality of Makiang fruits both at low temperature and room temperature storage. Makiang fruits that were fumigated with 1-MCP 2,000 ppb in combination with low temperature storage had the longest storage life up to 18 days while the control could be stored for 14 days.

Keywords: 1-methylcyclopropene, shelf life, makiang fruit, postharvest quality

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ 1-เมทิลไซโคลโพรเพนต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาผลมะเงี๋ยง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์มี 4 กรรมวิธี ได้แก่ รมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ไมโครกรัมต่อลิตร และชุดควบคุม (ไม่ได้รมสาร) โดยนำผลมะเงี๋ยงมาล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำมารมด้วย 1-MCP เป็นเวลา 8 ชั่วโมง แล้วนำไปบรรจุในถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มพอลิไวนิลคลอไรด์ จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $60 \pm 2\%$ และอุณหภูมิ 12 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $80 \pm 2\%$ ผลการศึกษาพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเงี๋ยงได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยมีอายุการเก็บรักษา 14-18 วัน ขณะที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้เพียง 2-3 วัน ซึ่งการรม 1-MCP ทุกระดับความเข้มข้นช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเน่าเสีย และรักษาคุณภาพโดยรวม โดยที่ผลมะเงี๋ยงที่รมด้วย 1-MCP 2,000 ppb ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 18 วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับผลมะเงี๋ยงในชุดควบคุมที่มีอายุการเก็บรักษา 14 วัน

คำสำคัญ: 1-เมทิลไซโคลโพรเพน อายุการเก็บรักษา มะเงี๋ยง คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

บทนำ

มะเงี๋ยง (*Makiang*, *Cleistocalyx nervosum* var. *Paniala*) เป็นไม้ผลพื้นเมืองขนาดกลางหรือขนาดใหญ่ สามารถเจริญเติบโตรวดเร็ว ทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี มีศัตรูทำลายน้อย ต้นมะเงี๋ยงมีขึ้นอยู่ทั่วไปในภาคเหนือตอนบน ส่วนใหญ่พบขึ้นอยู่ตามแหล่งชุมชน ไม่พบในป่าธรรมชาติ แหล่งที่พบมะเงี๋ยง ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา น่าน แพร่ แม่ฮ่องสอน และพิษณุโลก ผลมะเงี๋ยงอ่อนมีสีเขียว เมื่อใกล้สุกจะมีสีแดงเมื่อแก่จัดจะมีสีแดงคล้ำจนดำ ผลสดมีรสเปรี้ยวจัด ทำให้คนไม่นิยมทานผลสด ส่วนใหญ่จะนิยมบริโภคกันในท้องถิ่นในรูปของผลสุกและนำผลมาทำเป็นสินค้าแปรรูป

¹คณะเกษตรศาสตร์ และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา.56000

¹ School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao, 56000

* Corresponding author email: wasnan@yahoo.com

เช่น ไวน์ น้ำผลไม้ และแยม ผลมะเกี๋ยงมีผิวผลบาง เมื่อเก็บเกี่ยวแล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่า มีการสูญเสียน้ำออกจากผลทำให้ผลเหี่ยว ผลเมื่อสุกแก่จะลักษณะอ่อนนุ่ม ซึ่งเกิดการเข้าทำลายของเชื้อโรคได้ง่าย ทำให้ผลมะเกี๋ยงเน่าเสียได้เร็วส่งผลทำให้อายุการเก็บรักษาสั้น (วาสนา และคณะ, 2558) ปัญหาการสุกแก่และการเน่าเสียของมะเกี๋ยงเกิดจากฮอร์โมนเอทิลีนซึ่งเป็นฮอร์โมนพืชที่ส่งผลให้เกิดการสุกและเสื่อมสภาพเร็วขึ้น โดยพืชทุกชนิดสามารถผลิตเอทิลีนได้ และจะผลิตมากขึ้นในสภาพเครียด เช่น การเข้าทำลายของโรค การเกิดบาดแผล การสุกแก่และการชราภาพของพืชการ ซึ่งการใช้สารยับยั้งการทำงานของเอทิลีนจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถลดการสูญเสียของผลผลิตสดหลังเก็บเกี่ยว โดยพบว่า สาร 1-เมทิลไซโคลโพรพีน (1-MCP) เป็นสารเคมีที่ในปัจจุบันถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการลดการทำงานของเอทิลีน ลดการเสื่อมสภาพ และยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรหลายชนิด โดยมีรายงานว่า การใช้สาร 1-MCP สามารถชะลอการสุก การเปลี่ยนสีเปลือกลดการสูญเสียน้ำหนัก ลดความแน่นเนื้อของกล้วย มะม่วง น้อยหน่า และทุเรียน (ปวีณพล และวาสนา, 2558; จิตตา และคณะ, 2559; ปิยนุช และคณะ, 2559) เนื่องจาก 1-MCP เป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดย 1-MCP จะจับกับ ethylene receptor ทำให้เอทิลีนไม่สามารถทำงานได้ นอกจากนี้สาร 1-MCP เป็นสารที่ไม่เป็นพิษต่อพืชและสิ่งแวดล้อม ไม่มีกลิ่น และมีประสิทธิภาพสูงที่ระดับความเข้มข้นต่ำ ดังนั้นผู้ทดลองจึงมีความสนใจที่จะนำสาร 1-MCP มาใช้เป็นแนวทางในการเก็บรักษามะเกี๋ยงผลสดสายต้นที่มีเบต้าแคโรทีนสูง เพื่อรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว และยืดอายุการเก็บรักษามะเกี๋ยงผลสดให้อยู่ได้นานขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการคัดเลือกผลมะเกี๋ยงที่ไม่เป็นโรค ผลไม่มีรอยตำหนิ มาใช้ในการทดลอง คัดผลมะเกี๋ยงที่มีขนาดและสีผิวใกล้เคียงกัน ฆ่าเชื้อโรคที่ผิวด้วยการนำผลมะเกี๋ยงมาล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วล้างให้แห้ง ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design :CRD) ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ได้แก่ รมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ไมโครกรัมต่อลิตร และชุดควบคุม (ไม่ได้รมสาร) โดยทำการรมเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง แล้วนำไปบรรจุในภาชนะโฟมหุ้มด้วยฟิล์มพอลิไวนิลคลอไรด์จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $60 \pm 2\%$ และอุณหภูมิ 12 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ $80 \pm 2\%$ และบันทึกการเปลี่ยนแปลงคุณภาพกายภาพและคุณภาพทางเคมี ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก, การเกิดโรค, คุณภาพโดยรวม (ประเมิน 5 ระดับคือ 1 = ผลสีแดง, 2 = ผลเริ่มเหี่ยวเล็กน้อย, 3 = ผลช้ำ, 4 = ผลเหี่ยว, 5 = ผลเน่า), ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้, ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณวิตามินซี และอายุการเก็บรักษาโดยประเมินจากคุณภาพโดยรวมของผลมะเกี๋ยง ซึ่งหมดอายุการเก็บรักษาเมื่อมีคะแนนคุณภาพรวมเป็นระดับ 3 ร่วมกับการเน่าเสียมากกว่า 50% ถือว่าไม่เป็นที่ยอมรับทางการค้า นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple-range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผล

การสูญเสียน้ำหนัก ผลมะเกี๋ยงมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทั้งในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำ โดยการรมด้วยสาร 1-MCP ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าชุดควบคุม ซึ่งการรมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 2,000 ไมโครกรัมต่อลิตร สามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีที่สุดทั้งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักของมะเกี๋ยงได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยในวันที่ 18 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ผลมะเกี๋ยงที่รมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 2,000 ไมโครกรัมต่อลิตร มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด เท่ากับ 10.33% ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลมะเกี๋ยงในชุดควบคุมที่สูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 13.74% (Figure 1A) **การเน่าเสีย** การรมด้วยสาร 1-MCP ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มช่วยลดการเน่าเสียได้ดีกว่าชุดควบคุม ซึ่งการรมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 2,000 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่เก็บรักษาอุณหภูมิต่ำสามารถช่วยชะลอการเน่าเสียของผลมะเกี๋ยงได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยในวันที่ 18 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ผลมะเกี๋ยงที่รมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 2,000 ไมโครกรัมต่อลิตร มีการเน่าเสียน้อยที่สุด เท่ากับ 62.67% ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะเกี๋ยงในชุดควบคุมที่มีผลเน่าเสีย 77.67% (Figure 1B) **คุณภาพโดยรวม** พบว่า ผลมะเกี๋ยงมีคุณภาพโดยรวมลดลง การรมด้วยสาร 1-MCP ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มช่วยรักษาคุณภาพโดยรวม ช่วยลดการเหี่ยวได้ดีกว่าชุดควบคุม โดยการรมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 2,000 ไมโครกรัมต่อลิตร ที่เก็บรักษาอุณหภูมิต่ำสามารถช่วยรักษาคุณภาพโดยรวมของผลมะเกี๋ยงได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่

อุณหภูมิห้อง โดยในวันที่ 18 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ผลมะเกี๋ยงมีคะแนนคุณภาพโดยรวมเท่ากับ 2.00 คะแนน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะเกี๋ยงในชุดควบคุมมีคะแนนคุณภาพโดยรวมเท่ากับ 4.67 คะแนน (Figure 1C) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) และปริมาณวิตามินซี พบว่า มะเกี๋ยงในแต่ละกรรมวิธีที่มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 2.75-3.15 และ 4.75-5.10 %Brix รวมทั้งพบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และปริมาณวิตามินซีมีค่าลดลง โดยผลมะเกี๋ยงที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 2,000 ไมโครกรัมต่อลิตรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และปริมาณวิตามินซีสูงสุดเท่ากับ 3.33% และ 3.04 mg/100g F.W.ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะเกี๋ยงในชุดควบคุมที่มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และปริมาณวิตามินซี เท่ากับ 2.69% และ 2.66 mg/100g F.W ตามลำดับ (Table 1) **อายุการเก็บรักษา** พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่มีอายุการเก็บรักษาเพียง 2.33-3 วัน โดยที่ผลมะเกี๋ยงที่รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 2,000 ไมโครกรัมต่อลิตรรวมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บรักษานานสุดที่ 18 วัน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะเกี๋ยงในชุดควบคุมที่มีอายุการเก็บรักษา 14 วัน (Table 1)

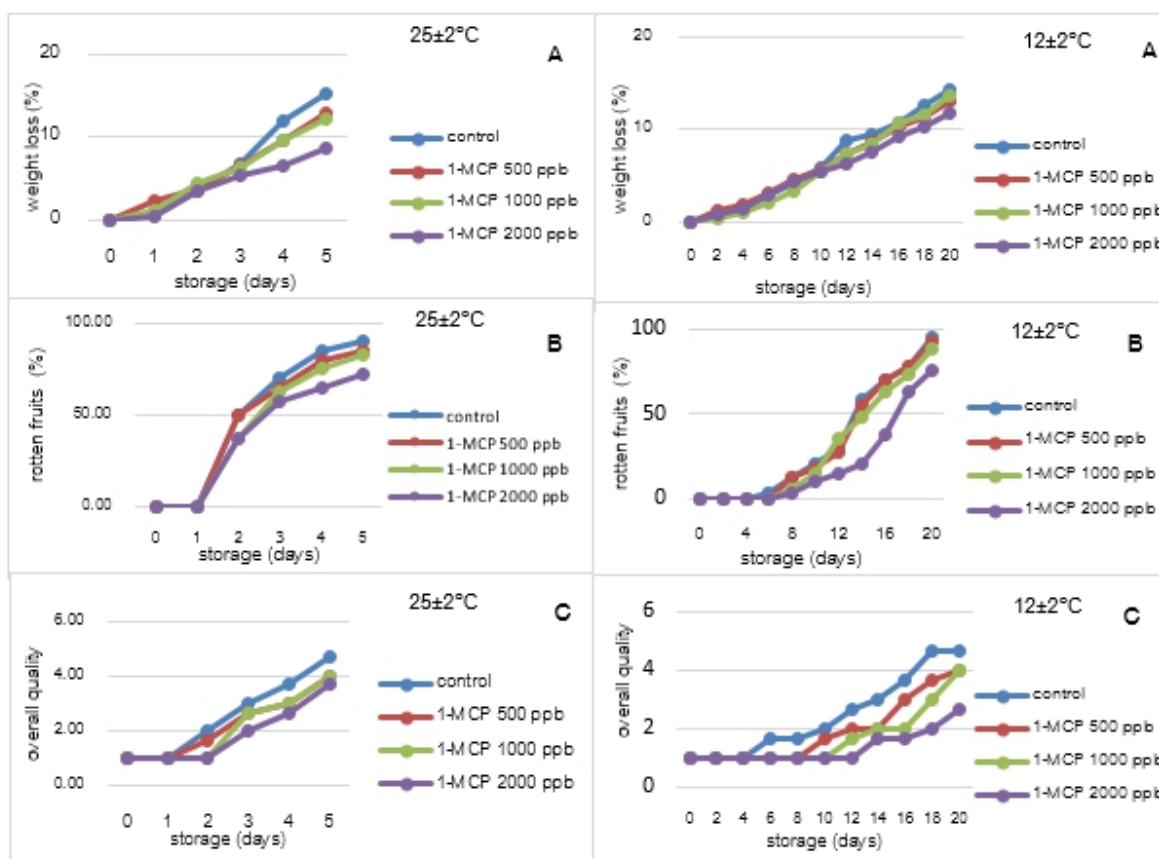


Figure 1 Effect of 1-methylcyclopropene, on weight loss (A), rotten fruits (B) and overall quality of Makiang fruit during storage at room temperature (25±2 °C, 60±2%RH) and low temperature (12±2 °C, 80±2%RH)

Table 1 Effect of 1-methylcyclopropene on total soluble solids content, titratable acidity, vitamin C content and shelf life of Makiang fruit during storage at low temperature (12±2 °C, 80±2%RH)

Treatment	TSS (%Brix)		TA (%)		Vitamin C (mg/100gF.W)		Shelf life (days)	
	25 °C	12 °C	25 °C	12 °C	25 °C	12 °C	25 °C	12 °C
	4days	18days	4days	18days	4days	18 days		
Control	2.75 a	4.75 a	3.01 a	2.69c	0.30	2.66c	2.33	14.00c
1-MCP 500 ppb	2.95 a	4.95 a	3.17 a	2.94b	0.50	2.82b	2.33	14.00c
1-MCP 1,000 ppb	3.10 a	5.00 a	3.14 a	3.17a	0.50	2.88a	2.67	15.33b
1-MCP 2,000 ppb	3.15 a	5.10 a	3.17 a	3.33a	3.58	3.04a	3.00	18.00a

1/Means within a column followed by the different letters are significantly different ($P \leq 0.05$) by DMR

วิจารณ์ผล

ผลมะเข็ญในทุกระยะการสุกมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทั้งอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิต่ำ ทำให้ผลมะเข็ญมีการสูญเสียน้ำหนักและเกิดการเน่าเสียได้เร็ว (วาสนา และคณะ, 2558) โดยผลมะเข็ญที่รมด้วย 1-MCP ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ โดยที่ 1-MCP ความเข้มข้น 2,000 ไมโครกรัมต่อลิตร มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ ปวีณพล (2560) ที่รายงานว่ากรรมวิธีด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 500-2,000 ไมโครกรัมต่อลิตร สามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักของกล้วยไข่พันธุ์พระตะบองได้ รวมทั้งพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากอุณหภูมิต่ำช่วยลดอัตราการหายใจลดการคายน้ำ และลดอัตราการผลิตเอทิลีน ทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักได้น้อยลง (วาสนา และคณะ, 2558) การเน่าเสีย พบว่ากรรมวิธีด้วย 1-MCP ทุกระดับความเข้มข้นช่วยชะลอการเน่าเสียของผลมะเข็ญได้ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Juan *et al.* (2011) ที่รายงานว่า กรรมวิธีด้วย 1-MCP สามารถช่วยชะลอการเสื่อมสภาพและลดการเน่าเสียของมะเข็ญม่วงได้ ผลมะเข็ญที่รมด้วย 1-MCP มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ใกล้เคียงกัน และไม่มีความแตกต่างกัน ขณะที่ผลมะเข็ญที่รมด้วย 1-MCP มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้สูงกว่าชุดควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ อภิรดี และคณะ (2554) ที่รายงานว่า กรรมวิธีด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อลิตร ทำให้มะม่วงพันธุ์โชคอนันต์มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มากกว่ากรรมวิธีอื่น

สรุปผล

กรรมวิธีมะเข็ญด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 2,000 ไมโครกรัมต่อลิตร ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (12 °C) สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด (18 วัน) และยังคงมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่ยังคงมีปัญหาเกี่ยวกับการเน่าเสียของผลซึ่งต้องมีการศึกษาต่อไป

คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยพะเยาที่สนับสนุนงบประมาณวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จิตตา สาตร์เพชร, มยุรา ล้านไชย, อนวัช สุวรรณกุล, กรรณก เพชรศรี, อนันต์ พิริยะภัทรกิจ, และ คะเนิงจ บุษราคัม. 2559. ผลของ 1-เมทิลไซโคลโพรเพนที่มีต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้นอกฤดูเล็กน้อย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 47 (3 พิเศษ): 173-176.

ปิยะนุช รสเครือ, สวรรุญ สุขใจ, แคนชัย แก้วดี, และ ดำรง ภาจิธรรม. 2559. ผลของ 1-MCP และเฮกซานิลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาหอมผลสดพันธุ์เชียงใหม่. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 47 (3 พิเศษ): 361-364.

ปวีณพล คุณารูป. 2560. ผลของ 1-เมทิลไซโคลโพรเพนต่อการชะลอการสุกและคุณภาพ กกล้วยกรอบของกล้วยไข่พันธุ์พระตะบองเพื่อใช้ในการแปรรูปเป็นกล้วยกรอบ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยพะเยา, พะเยา.

ปวีณพล คุณารูป และ วาสนา พิทักษ์พล. 2558. ผลของ 1-เมทิลไซโคลโพรเพนต่อการชะลอการสุกและคุณภาพกล้วยกรอบของกล้วยไข่พันธุ์พระตะบอง. แก่นเกษตร 43 (พิเศษ 1): 2558.

วาสนา พิทักษ์พล, ไอรดา สมชาติ, ปวีณพล คุณารูป, และ สมสุดา วรพันธุ์. 2558. ผลของแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษา มะเข็ญผลสด. วิทยาศาสตร์เกษตร 46 (3/1 พิเศษ): 275-278.

อภิรดี กอรัปไพบูลย์, จรินทร์ ศิริพานิช, และ ยศพล ผลาผล. 2554. การใช้ 1-MCP เพื่อควบคุมการสุกของผลมังคุดสำหรับส่งออก. วิทยาศาสตร์เกษตร 42 (1 พิเศษ): 39-42.

Juan, F. M., C.B. Analía, R.C. Alicia and R.V. Ariel. 2011. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) delays senescence, maintains quality and reduces browning of non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology* 59: 10-15.