

การชะลอการสุกของผลมะละกอพันธุ์แขกดำด้วยสาร 1-methylcyclopropene
 Delaying fruit ripening of 'Khak Dam' papaya by 1-methylcyclopropene

กันต์ธีร์ สิริเวชพันธุ์¹ และ ลำแพน ขวัญพูล¹
 Kanthee Sirivejabandhu¹ and Lampan Khurmpoon¹

Abstract

The effect of 1-MCP fumigation at concentration of 500 ppb for 6 and 12 hours on fruit ripening in 'Khak Dam' papaya was determined. This study showed that, papaya fruit after treated with 1-MCP delayed peel color development and pulp softening process better than non-treated fruit. At the first 9 days of storage, fruit treated with 1-MCP for 6 and 12 hours had lower changed in L*, a* and b* value than non-treated fruit. Fruit treated with 1-MCP tended to have less L* (lightness), a* (red) and b* (yellow) value of peel color. 1-MCP had no affect on pulp color changed, but significant difference was found in pulp softening between treated and non-treated fruit. Fruit treated with 1-MCP at 6 and 12 hours could maintain pulp firmness for 10 days, it was firmer at approximately 87.5 compared to 48.2 N, in non-treated fruit r at the end of storage. They were no difference in percentage of weight loss, which was only 9.4% during storage duration. 1-MCP had no affect on TSS and TA contents. They were approximately 11 °Brix and 0.1% respectively. 1-MCP treatment could prolong the shelf life of papaya fruit for 16 days, while it was about 12 days for non-treated fruit.

Key word: papaya, ripening, fumigation

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการรมสาร 1-MCP ในมะละกอพันธุ์แขกดำ ความเข้มข้น 500 พีพีบี นาน 6 และ 12 ชั่วโมง พบว่าผลมะละกอที่รมด้วยสาร 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงสีของผิวผลและการอ่อนนุ่มของเนื้อช้ำกว่าผลมะละกอที่ไม่ได้รมสาร 1-MCP โดยในช่วง 9 วันของการเก็บรักษา พบว่าผลมะละกอที่รมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 พีพีบี นาน 6 และ 12 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของค่า L*, a* และ b* ของสีผิวผลช้ำกว่ามะละกอที่ไม่ได้รมสาร โดยผลมะละกอที่รม 1-MCP มีค่า L* (ความสว่าง), a* (สีแดง) และ b* (สีเหลือง) ของผิวผลต่ำกว่าผลมะละกอที่ไม่ได้รมสาร แต่ไม่พบความแตกต่างกันระหว่างผลที่รมและไม่ได้รมสาร 1-MCP ในการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อ และพบว่าผลมะละกอที่รมด้วยสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 พีพีบี นาน 6 และ 12 ชั่วโมง สามารถชะลอการอ่อนนุ่มของเนื้อได้ 10 วัน โดยมีความแน่นเนื้อมากกว่าผลมะละกอที่ไม่ได้รมสารประมาณ 87.5 และ 48.2 นิวตัน ตามลำดับ ขณะที่เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างผลที่รมและไม่ได้รมสาร 1-MCP พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยระหว่างการเก็บรักษาผลมะละกอมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักประมาณ 9.4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อประเมินค่า TSS, TA และสัดส่วนปริมาณ TSS/TA พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างผลที่รมและไม่ได้รมสาร โดยผลมะละกอที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่า TSS และ TA โดยเฉลี่ยเท่ากับ 11 องศาบริกซ์ และ 0.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และผลที่รมสาร 1-MCP มีอายุเก็บรักษา 16 วัน ขณะที่ผลที่ไม่ได้รมสาร มีอายุการเก็บรักษา 12 วัน

คำสำคัญ มะละกอ, การสุก, การรม

คำนำ

มะละกอพันธุ์แขกดำ เป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน มีเนื้อแน่นและกรอบ เมื่อสุกเนื้อมีสีแดงส้ม มีรสหวานอร่อย เมล็ดน้อยจึงมีผู้นิยมบริโภคสูงกันมาก (โกศล มารมย์, 2548) ซึ่งนอกจากจะบริโภคภายในประเทศแล้วยังสามารถส่งไปจำหน่ายตลาดต่างประเทศ โดยในปี 2549-2550 มีปริมาณการส่งออกมะละกอ 1,600 และ 1,335 ตัน คิดเป็นมูลค่า 19.351 และ 14.088 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) แต่จากการที่ผลมะละกอมีอายุสั้น ไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน (short shelf life) ทั้งนี้เพราะมะละกอเป็นผลไม้ที่จัดอยู่ในกลุ่ม climacteric fruits ซึ่งสามารถผลิตและตอบสนองต่อเอทิลีนได้อย่างรวดเร็วในระหว่างที่เกิดการสุก ซึ่งเอทิลีนเป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการเร่งกระบวนการสุกของผลไม้ภายหลังการเก็บเกี่ยว

¹ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

¹Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut Institutes of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีการในการลดปริมาณเอทิลีน เพื่อชะลอการสุกของมะละกอ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้สารดูดซับเอทิลีน การใช้สารยับยั้งการผลิตและการทำงานของเอทิลีน เช่น Silver Thiosulphate (STS) และ Aminoethoxyvinylglycine (AVG) (Blankenship, 2001) ในปัจจุบันสาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) เป็นสารอินทรีย์อีกชนิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการทำงานของเอทิลีนได้ โดยมีความสามารถในการแย่งพื้นที่จับกับตัวรับเอทิลีนได้ดีกว่าเอทิลีน จึงสามารถชะลอกระบวนการสุกได้ ทำให้ผักและผลไม้อายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น สำหรับสาร 1-MCP มีรายงานว่าไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และมีความเป็นพิษในระดับที่ต่ำมาก โดยมีค่า $LD_{50} > 165$ mg/kg จึงได้รับการรับรองจากองค์การอาหารและยา (FDA) ให้สามารถนำสาร 1-MCP มาใช้กับผลผลิตทางการเกษตรได้ และยังได้รับการยกเว้นจากสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (US EPA) ในเรื่องข้อข้อกำหนดในการระบุปริมาณผลตกค้างที่จะยอมรับได้ (Exemption from the requirement of a tolerance) ในผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้สด (จริงแท้, 2550) ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการรมสาร 1-MCP ต่อการสุกของมะละกอพันธุ์แขกดำ

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาค่าผลของการรมสาร 1-MCP ในมะละกอพันธุ์แขกดำ โดยนำผลมะละกอมาล้างทำความสะอาดผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นนำมะละกอมารวมสาร ที่ระดับความเข้มข้น 500 พีพีบี เป็นเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับผลมะละกอที่ไม่ได้รมสาร โดยเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผลทุก 4 วัน เป็นระยะเวลา 16 วัน โดยแบ่งเป็น 3 ทริทเมนต์ คือ 1) ไม่รมสาร (ชุดควบคุม) 2) รม 1-MCP ความเข้มข้น 500 พีพีบี นาน 6 ชั่วโมง และ 3) รม 1-MCP ความเข้มข้น 500 พีพีบี นาน 12 ชั่วโมง โดยแต่ละหน่วยทดลองมี 5 ซ้ำ โดย 1 ผลคิดเป็น 1 ซ้ำ

ทำการบันทึกสีผิวผล และสีเนื้อ ในระบบ CIE L a b color space โดยค่า L^* คือค่าความสว่าง มีค่าเท่ากับ 0 คือสีดำ และ เท่ากับ 100 คือสีขาว ค่า a^* โดยถ้าค่า a^* เป็นบวก (+) คือสีแดง ค่า a^* เป็นลบ (-) คือสีเขียว และค่า b^* โดยถ้าค่า b^* เป็นบวก (+) คือสีเหลือง ค่า b^* เป็นลบ (-) คือสีน้ำเงิน การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักผล (กรัม) ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid; TSS) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (Titratable acidity; TA) และอายุการเก็บรักษา (วัน)

ผล

จากการทดลองพบว่า ผลที่ไม่ได้รมสาร 1-MCP มีค่า L^* เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 35 เป็น 45 ขณะที่ผลที่รมสาร 1-MCP นาน 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่า L^* เพิ่มขึ้นจาก 34 เป็น 40 และ 42 ตามลำดับ (Figure 1A) สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่า a^* พบว่าผลที่ไม่ได้รม มีค่า a^* เพิ่มขึ้นจาก -7 เป็น 1.8 ขณะที่ผลที่รมสาร 1-MCP นาน 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่า a^* เพิ่มขึ้นจาก -7.5 เป็น -2.59 และ -2.40 ตามลำดับ (Figure 1B) ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่า b^* ของผลที่ไม่ได้รม มีการเพิ่มของค่า b^* มากที่สุด โดยเพิ่มขึ้นจาก 16.96 เป็น 29.93 ตามด้วยผลที่รมสาร 1-MCP นาน 12 และ 6 ชั่วโมง โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.34 และ 25.74 ตามลำดับ (Figure 1C)

การเปลี่ยนแปลงค่าสีเนื้อ พบว่าผลที่ไม่ได้รมและผลที่รมสาร 1-MCP มีค่า L^* , a^* และ b^* เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย และไม่มี ความแตกต่างกันระหว่างทริทเมนต์ โดยมีค่า L^* เฉลี่ยเท่ากับ 56, 52 และ 51 ตามลำดับ และค่า a^* มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อเปรียบเทียบกับวันเริ่มต้นการเก็บรักษา โดยมีค่าเฉลี่ยลดลงจาก 27 เป็น 25 ในทุกทริทเมนต์ ส่วนค่า b^* มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37, 30 และ 34 ตามลำดับ โดยในทุกทริทเมนต์มีค่าสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลที่ไม่ได้รมและผลที่รมสาร 1-MCP มีแนวโน้มลดลงตามอายุการเก็บรักษา และไม่มี ความแตกต่างกันระหว่างทริทเมนต์ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยลดลงจาก 1,200 เป็น 890 กรัม (Figure 1D)

ความแน่นเนื้อของผลมะละกอที่ไม่ได้รมและผลที่รมสาร 1-MCP มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลที่ไม่ได้รมสารมีความแน่นเนื้อลดลงอย่างรวดเร็วจาก 156.5 เป็น 8.71 นิวตัน ส่วนผลที่รมสาร 1-MCP นาน 6 และ 12 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อจาก 165.89 เป็น 87.04 และ 143.36 นิวตัน ตามลำดับในวันที่ 12 ของการเก็บรักษาและความแน่นเนื้อในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ในผลที่รมสาร 1-MCP นาน 6 และ 12 ชั่วโมง มีความแน่นเนื้อเท่ากับ 46.75 และ 56.99 นิวตัน ตามลำดับ (Figure 2A)

สำหรับค่าสัดส่วนของ TSS/TA ของผลที่ไม่ได้รมและผลที่รมสาร 1-MCP เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าสูงสุดในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 183.71 จากนั้นมีแนวโน้มคงที่จนกระทั่งสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา (Figure 2B)

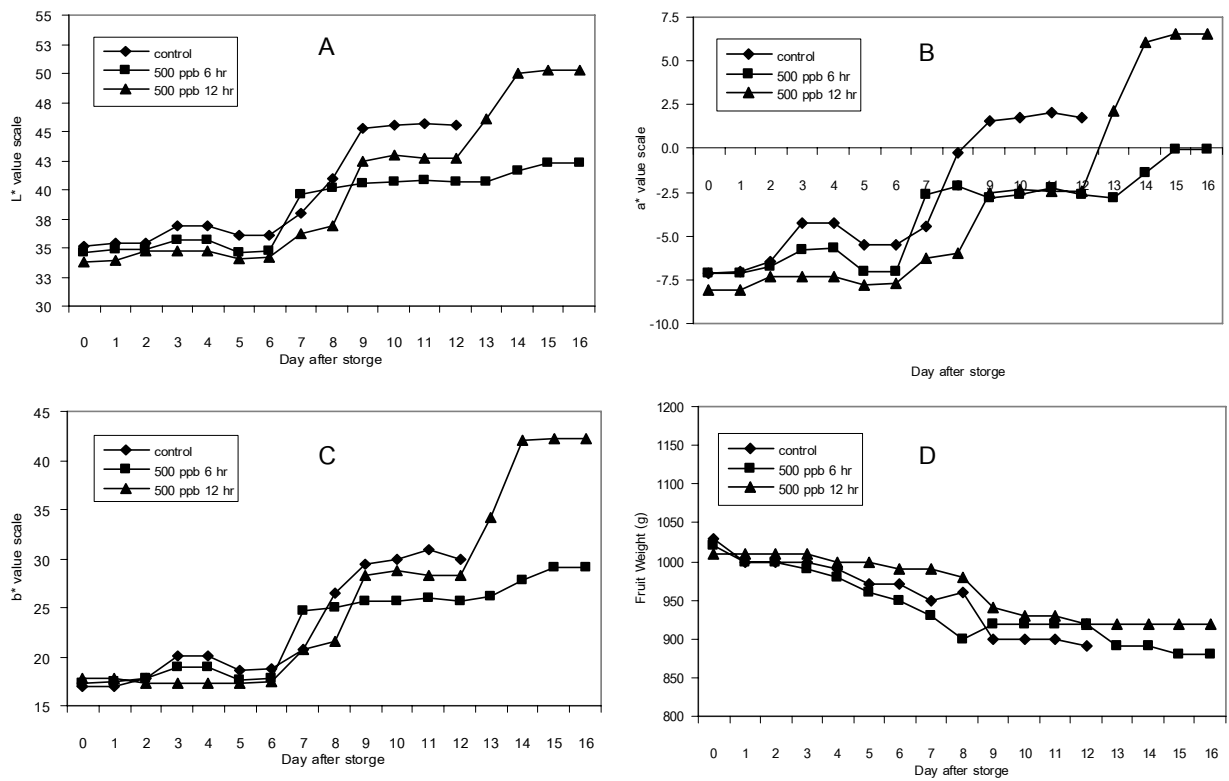


Figure 1 Peel color L* value (A), a* value (B), b* value (C) and fruit weight (D) of 'Khak Dam' papaya in treated and non-treated with 500 ppb of 1-MCP for 6 and 12 hr then stored at room temperature for 16 days.

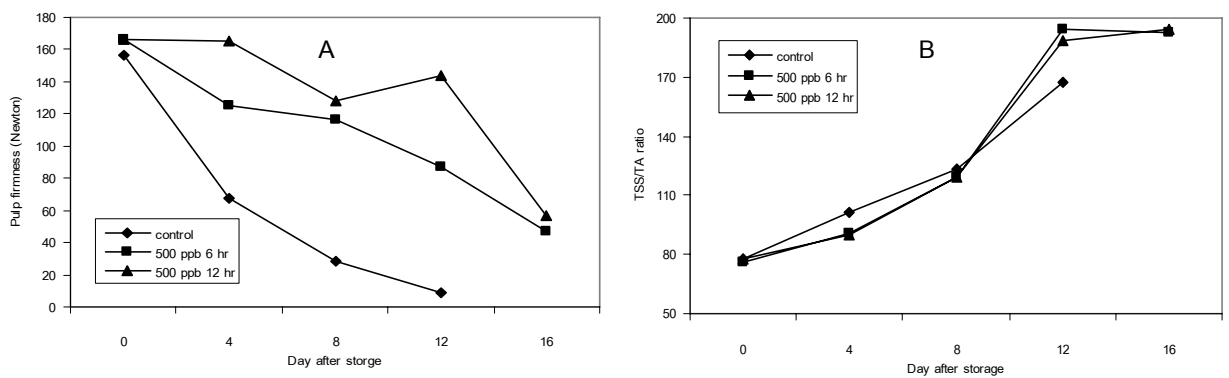


Figure 2 Pulp firmness (A) and TSS/TA ratio (B) of 'Khak Dam' papaya in treated and non-treated with 500 ppb of 1-MCP for 6 and 12 hr then stored at room temperature for 16 days.

เมื่อประเมินคุณภาพในการรับประทาน พบว่าค่า TSS ณ วันแรกของการเก็บรักษาเท่ากับ 8.5 °brix ในทุกทรีทเมนต์ โดยผลที่ไม่ได้รมสารมีค่า TSS เพิ่มขึ้นเร็วกว่าในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาโดยมีค่าเท่ากับ 11 °brix ส่วนผลที่รมสาร 1-MCP นาน 6 และ 12 ชั่วโมง มีค่า TSS ไม่แตกต่างกันโดยมีค่าเท่ากับ 9.5 °brix และในช่วงวันสุดท้ายของการเก็บรักษาคือ วันที่ 8-16 พบว่าค่า TSS มีค่าคงที่โดยเฉลี่ยเท่ากับ 12.3 °brix ในทุกทรีทเมนต์ ส่วนค่า TA พบว่าผลที่ไม่ได้รมและผลที่รมสาร 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงของค่า TA ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในทุกทรีทเมนต์ โดยตลอดการทดลองพบว่ามีค่า TA เฉลี่ยเท่ากับ 0.1 เปอร์เซ็นต์

วิจารณ์ผล

จากการทดลองรมสาร 1-MCP ในมะละกอพันธุ์แขกดำ ความเข้มข้น 500 พีพีพี นาน 6 และ 12 ชั่วโมง ทำให้ผลมะละกอมีการเปลี่ยนแปลงสีผิวผล และการอ่อนนุ่มของเนื้อช้ำกว่าผลมะละกอที่ไม่ได้รมสาร เนื่องจากสาร 1-MCP เข้าไปยับยั้งการทำงานของเอทิลินที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ โดยไปกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ chlorophyllase และกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ที่ย่อยสลายผนังเซลล์ เช่น PG, PE หรือ cellulase เป็นต้น ทำให้สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีและการอ่อนนุ่มได้ (จริงแท้, 2550) แต่ไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผล ปริมาณ TSS และ TA ระหว่างผลที่รมและไม่ได้รมสาร โดยผลที่รมสาร 1-MCP มีอายุการเก็บรักษา 16 วัน ส่วนผลที่ไม่ได้รมสารมีอายุการเก็บรักษา 12 วัน สอดคล้องกับการศึกษาในมะละกอพันธุ์โชโล ซึ่งพบว่าผลที่รมสาร 1-MCP สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลได้นานกว่าผลที่ไม่ได้รมสารถึง 5 วัน และชะลอการอ่อนนุ่มได้นาน 10 วัน (Manenoi et al., 2007) แต่ไม่พบความแตกต่างกันในส่วนของคุณภาพ TSS และจากรายงานของ Jacomino et al. (2002) พบว่าผลมะละกอที่รมสาร 1-MCP มีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าผลมะละกอที่ไม่ได้รม มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลินต่ำกว่า และสามารถชะลอการสุกได้ 4-6 วัน และนอกจากนี้ยังมีรายงานว่าการใช้สาร 1-MCP สามารถชะลอการสุกของกล้วย (Jiang et al., 1999) มะม่วง (Penchaiya et al. 2006) และแอปเปิล (Beaudry and Watkins, 2001) และในอนาคตควรมีการศึกษาถึงเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เช่น chlorophyllase และการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์ เช่น องค์ประกอบของผนังเซลล์ เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายผนังเซลล์

สรุป

จากการศึกษาผลของการรมสาร 1-MCP ในมะละกอพันธุ์แขกดำ ความเข้มข้น 500 พีพีพี นาน 6 และ 12 ชั่วโมง พบว่าผลมะละกอที่รมสาร 1-MCP สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของผิวผลได้ 9 วัน และสามารถชะลอการอ่อนนุ่มของเนื้อได้ 10 วัน แต่ไม่พบความแตกต่างกันในการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ โดยผลที่รมสาร 1-MCP ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าผลที่ไม่ได้รมสารถึง 4 วันเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้รมสาร

เอกสารอ้างอิง

- โกศล มารมย์. 2548. การปลูกไม้ผล 9 ชนิด. สำนักพิมพ์ภูมิปัญญา. กรุงเทพฯ. 168 หน้า.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2550. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางขายของพืช. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 453 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. ผลไม้และผลิตภัณฑ์: ปริมาณและมูลค่าสินค้าขาออกเกษตรกรรม. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร.
- Beaudry, R. and C. Watkins. 2001. Use of 1-MCP on Apples. *Perishables Handling Quarterly*. 108: 12-16.
- Blankenship, S. 2001. Ethylene Effects and the Benefits of 1-MCP. *Perishables Handling Quarterly*. 108: 2-4.
- Jacomino, A. P., R. A. Kluge, A. Brackmann and P. R. de Castro. 2002. Ripening and senescence of papaya with 1-methylcyclopropene. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)*. 59: 303-308.
- Jiang, Y., D. C. Joyce and A. J. Macnish. 1999. Responses of banana fruit to treatment with 1-methylcyclopropene. [Plant Growth Regulation](#). 28: 77-82.
- Manenoi, A., E. R. V. Bayogan, S. Thumdee and R. E. Paull. 2007. Utility of 1-methylcyclopropene as a papaya postharvest treatment. *Postharvest Biology and Technology*. 44: 55-62.
- Penchaiya, P., R. Jansssithorn and S. Kanlavanarat. 2006. Effect of 1-MCP on physiological changes in mango 'Nam Dokmai'. *Acta Horticulturae*. 712: 12.