Agricultural Sci. J. 47 : 3 (Suppl.) : 111-114 (2016) ว. วิทย. กษ. 47 : 3 (พิเศษ) : 111-114 (2559)

ผลของการห่อผลและจัสโมเนทในระหว่างการพัฒนาของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

Effects of Bagging and Jasmonate Application during Fruit Development on Bioactive Compounds and Postharvest Quality of Mango (*Mangifera indica* Linn. cv. Mahajanaka)

จุฑาลักษณ์ สุวรรณโชติ[1] Sataru Kondo[3] **และ สุทธิวัลย์ สีทา**[1,2]
Jutalak Suwannachot[1], Sataru Kondo[3] and Sutthiwal Setha[1,2]

Abstract

Effects of fruit bagging and dipping in jasmonic acid derivative (*n*-propyl dihydrojasmonate; PDJ) solution were studied on Mahajanaka mango fruit at 84, 91, 98, 105, 112, and 119 days after full bloom (DAFB). The experiment consisted of 4 treatments; 1) dipping in 0.4 mM-PDJ solution, 2) bagging, 3) combination between PDJ dipping (0.4mM) and bagging, and 4) control. The changes in peel color were indicated as a* and hue values. The results showed that a* and hue values in PDJ applications were 3.74 and 82.73, respectively while in control treatment were 4.20 and 98.70, respectively. The PDJ application had highest ferric reducing antioxidant power (FRAP), total phenolic content (TPC), and flavonoids contents, which were 122.52 mmoleFe(II)/kgDW, 786.22 mgGAE/100gDW, and 65.39 mgCatechin/gDW respectively. Endogenous JA concentration in PDJ treatment was the highest at 1.97 nmol/gDW while untreated fruits were 0.10 nmol/gDW. Increase in endogenous JA may be relate to the increases of red color development and bioactive compound content in harvested mango fruit.

Keywords: jasmonic acid, bagging, bioactive compounds

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการห่อผลและการจุ่มผลในสารละลายอนุพันธุ์ของกรดจัสโมนิก (*n*-propyl dihydrojasmonate; PDJ) กับผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่อายุ 84 91 98 105 112 และ119 วันหลังดอกบาน โดยแบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ 1) การจุ่มในสารละลาย PDJ ที่ความเข้มข้น 0.4 มิลลิโมลาร์ 2) การห่อผล 3) การจุ่มในสารละลาย PDJ (0.4 มิลลิโมลาร์) ร่วมกับการห่อผล และ 4) ชุดควบคุม การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกแสดงโดยค่า a* และ ค่า hue angle พบว่าในชุดการทดลองที่ให้ PDJ มีค่า a* และค่า hue เท่ากับ 3.74 และ 82.73 ตามลำดับ ในขณะที่ผลในชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ -4.20 และ 98.70 ตามลำดับ และผลมะม่วงที่ได้รับ PDJ ร่วมกับการห่อผลมีค่าการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี FRAP ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด และสารฟลาโวนอยด์มีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ โดยมีค่าเท่ากับ 122.52 mmoleFe(II)/kgDW, 786.22 mgGAE/100gDW และ 65.39 mgCatechin/gDW ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ผลที่ได้รับ PDJ ก่อนการเก็บเกี่ยวที่อายุ 98 วันหลังดอกบานมีปริมาณกรดจัสโมนิกภายในผลสูงสุดเท่ากับ 1.97 nmol g/DW และผลในชุดควบคุมโดยมีปริมาณต่ำสุดเท่ากับ 0.10 nmol/gDW การเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดจัสโมนิกในผลอาจเกี่ยวข้องกับการพัฒนาสีแดงที่เปลือกและการเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในมะม่วงหลังการเก็บเกี่ยว

คำสำคัญ: กรดจัสโมนิก การห่อผล สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

คำนำ

มะม่วงพันธุ์มหาชนก (*Mangifera indica* Linn. cv. Mahajanaka) เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญต่อตลาดทั้งในประเทศ และต่างประเทศ โดยมะม่วงพันธุ์นี้เมื่อผลสุกผิวจะแดงคล้ายซันเซ็ท มีเปลือกหนา กลิ่นหอม อายุการเก็บรักษานานกว่ามะม่วงทั่วไป (มนตรี, 2542) ทำให้สามารถขนส่งไปขายยังตลาดทางประเทศได้ ทั้งตลาดในยุโรป และเอเชีย โดยเฉพาะ

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการผลิตผลเกษตร สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง เชียงราย 57100
[1]Technology Management of Agricultural Produces, School of Agro-Industry, Mae Fah Luang University, Chiang Rai, 57100
[2]หน่วยวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง เชียงราย 57100
[2]Unit of Postharvest Technology, School of Agro-Industry, Mae Fah Luang University Chiang Rai, 57100
[3]Graduate School of Horticulture, Chiba University, Matsudo, Chiba 271-8510, Japan

ประเทศญี่ปุ่นที่มีแนวโน้มความนิยมเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามผู้บริโภคมะม่วงในต่างประเทศคุ้นเคยกับมะม่วงที่มีผิวสีแดงมากกว่ามะม่วงผิวสีเหลือง แต่การพัฒนาผิวสีแดงของมะม่วงพันธุ์มหาชนกไม่ค่อยแน่นอน ทำให้คุณค่าและมูลค่าทางการตลาดลดลง ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาวิธีการเพื่อพัฒนาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวตลอดจนการพัฒนาสีแดงในเปลือกผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก เช่น การห่อผลมะม่วงเป็นวิธีการปฏิบัติที่มีความสำคัญต่อคุณภาพ และกระบวนผลิตเพื่อการส่งออก เนื่องจากสามารถป้องกันความเสียหายที่เกิดจากโรคและแมลง ความเสียหายทางกายภาพ อีกทั้งยังช่วยให้ผลมีสีผิวนวลสวยงาม (รัตนรักษ์ และพีระศักดิ์, 2554) และการใช้สารจัสโมเนท (Jasmonate) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เช่น มีผลต่อกระบวนการสุกของผลไม้ และยังช่วยเพิ่มความต้านทานให้กับพืชเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอก เช่น บาดแผล การเข้าทำลายของโรคและแมลง ตลอดจนความเครียดต่างๆ (Cheong and Choi, 2003) นอกจากนี้ สารเมทิลจัสโมเนทสามารถกระตุ้นการสังเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ phenylalanine ammonia-lyase โดยควบคุมการแสดงออกของยีนหรือโปรตีน ซึ่งชักนำให้มีการสร้างสารประกอบฟีนอลเพิ่มมากขึ้น (Ali *et al*., 2007; González-Aguilar *et al*., 2007) ปัจจุบันในประเทศญี่ปุ่นได้มีการนำสาร *n*-propyl dihydrojasmonate (PDJ) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของสารจัสโมเนทที่มีความคงตัวสูงที่อยู่ในรูปของสารละลายมาใช้ในผลแอปเปิ้ลก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อส่งเสริมการพัฒนาสีแดงของผลให้สวยงามและสม่ำเสมอ รวมทั้งช่วยเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระ (Kondo *et al*., 2007; Rudell *et al*., 2005) ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการห่อผลร่วมกับการใช้จัสโมเนทเพื่อปรับปรุงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว เพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและสารต้านอนุมูลอิสระของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกต้นมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่สมบูรณ์ และมีอายุต้น 10 ปี มีทรงพุ่มใกล้เคียงกัน จากสวนมะม่วงใน อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ เลือกผลเฉพาะฝั่งทิศตะวันออกที่อายุผล 84 วันหลังดอกบาน โดยแบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ 1) การจุ่มในสารละลาย PDJ ที่ความเข้มข้น 0.4 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 1 นาที 2) การห่อผลด้วยถุงกระดาษคาร์บอน 3) การจุ่มในสารละลาย PDJ (0.4 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 1 นาที) ร่วมกับการห่อผล และ 4) ชุดควบคุม (ไม่จุ่มสาร PDJ และไม่มีการห่อ) จากนั้นสุ่มเก็บผลมะม่วงจากทุกชุดการทดลองอย่างละ 5 ผลทุก ๆ 7 วัน หรือที่อายุผล 84, 91, 98, 105, 112 และ 119 วันหลังดอกบาน วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและเนื้อผล โดยใช้ Choma meter (Mini Scan EZ 45/0 Hunter Lab) และวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี FRAP (ดัดแปลงจาก Benzie and Strain, 2005) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด (ISO 14502-1: International Organization for Standardization, 2005) สารฟลาโวนอยด์ (ดัดแปลงจาก González-Aguilar *et al*., 2007) และความเข้มข้นของกรดจัสโมนิกในเปลือกผลมะม่วง โดยใช้ GC-mass spectroscopy เครื่องรุ่น QP 5000; Shimadzu, Kyoto, Japan; 25 m × 0.25 mm i.d. column [CP-Sil 5 CB; Chrompack, Middelburg, The Natherlands] (ดัดแปลงจาก Kondo *et al*., 2005)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การห่อผลร่วมกับการจุ่มด้วยสาร PDJ ก่อนการเก็บเกี่ยว สามารถช่วยเพิ่มการพัฒนาสีแดงที่ผิวเปลือกมะม่วงพันธุ์มหาชนก เช่นเดียวกับการรายงานของ อินทนนท์ และคณะ (2553) ที่จุ่มผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกในสารละลายเมทิลจัสโมเนทความเข้มข้น 10 และ 15 มิลลิโมลาร์ ส่งผลให้มีการพัฒนาสีแดงที่เปลือกมะม่วง และปริมาณแอนโทไซยานินที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจากผลการศึกษาการห่อผลร่วมการใช้ PDJ พบว่าผลมะม่วงมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกในชุดการทดลองที่ให้ PDJ โดยมีค่า a* และค่า hue angle เท่ากับ 3.74 และ 82.73 ตามลำดับ ในขณะที่ผลในชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ -4.20 และ 98.70 ตามลำดับ ที่อายุผล 119 วันหลังดอกบาน โดยค่า a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในการทดลองที่มีการจุ่มด้วยสาร PDJ (Figure 1) และพบว่าเปลือกมะม่วงมีสีแดงมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยสอดคล้องกับผลการศึกษาของรัฐพล และพีระศักดิ์ (2557) ที่พบว่าผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่ได้รับแสงอย่างเต็มที่ร่วมกับการฉีดพ่นสารละลายเมทิลจัสโมเนท มีค่า a* เพิ่มมากขึ้น และมีค่า hue angle ลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า ผลที่ได้รับ PDJ ก่อนการเก็บเกี่ยวที่อายุผล 98 วันหลังดอกบานมีปริมาณกรดจัสโมนิกภายในของเปลือกมะม่วง (Figure 2) มีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.97 nmol/gDW ในขณะที่ปริมาณกรดจัสโมนิกภายในชุดควบคุมมีปริมาณต่ำสุดเท่ากับ 0.10 nmol/gDW และยังพบว่าในเปลือกของผลมะม่วงที่ได้รับ PDJ ร่วมกับการห่อผลมีค่าปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Figure 3A) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด (Figure 3B) และ ค่าการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี FRAP (Figure 3C) ที่อายุผล 119 วันหลังดอกบานมีค่าสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 65.39 mgCatechin/gDW, 780.55 mgGAE/100gDW และ 90.70 mmoleFe(II)/kgDW ตามลำดับ นอกจากนี้การให้สาร PDJ ช่วย

เพิ่มปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Figure 3D) และสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด (Figure 3E) ในเนื้อมะม่วงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และเพิ่มค่าการต้านอนุมูลอิสระในเนื้อมะม่วง (Figure 3F) มากกว่าชุดการทดลองที่ห่อด้วยถุงกระดาษคาร์บอนที่ช่วงเวลา 112 และ 119 วันหลังดอกบาน ซึ่งความสามารถในการกระตุ้นการสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้นนี้อาจเป็นผลมาจากการได้รับ PDJ จากภายนอก ซึ่งสอดคล้องกับ ที่มีรายว่ากรดจัสโมนิกสามารถกระตุ้นการสร้างสารประกอบทุติยภูมิในผลไม้ได้ (Rudell *et al*., 2002) เช่นเดียวกับชนิกาณจน์ และคณะ (2558) รายงานว่าการใช้เมทิลจัสโมเนทความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ สามารถเพิ่มปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ โดยทั่วไปมะม่วงพันธุ์มหาชนกมีอายุการเก็บเกี่ยวผลเพื่อจำหน่ายที่อายุผล 105 ถึง 112 วันหลังดอกบาน ดังนั้นจากผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นการให้สาร PDJ ก่อนการเก็บเกี่ยวที่ 98 วันหลังจากดอกบานสามารถช่วยพัฒนาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวให้กับผลมะม่วงมหาชนกได้

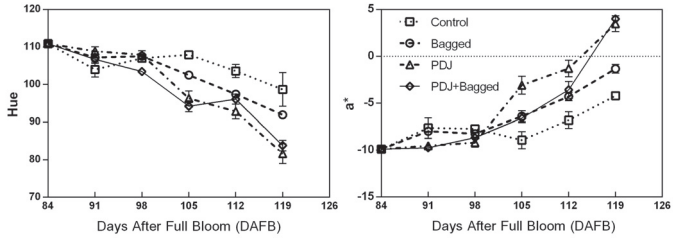

Figure 1 Changes of hue angle (red at an angle of 0° or 360°, yellow at 90°, green at 180° and blue at 270°) and a* value (the redness; +a* and the greenness; -a*) in mango peel during fruit development. Data are the mean ± SE of three replications. Different letters indicate significant difference by Duncan's test at $P \leq 0.05$.

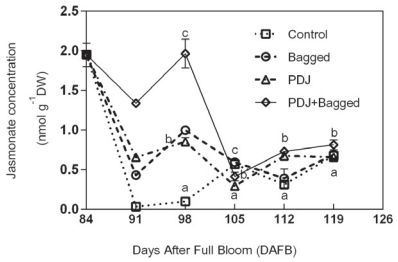

Figure 2 Change of jasmonate concentration in mango peel during fruit development. Data are the mean ± SE of three replications. Different letters indicate significant difference by Duncan's test at $P \leq 0.05$.

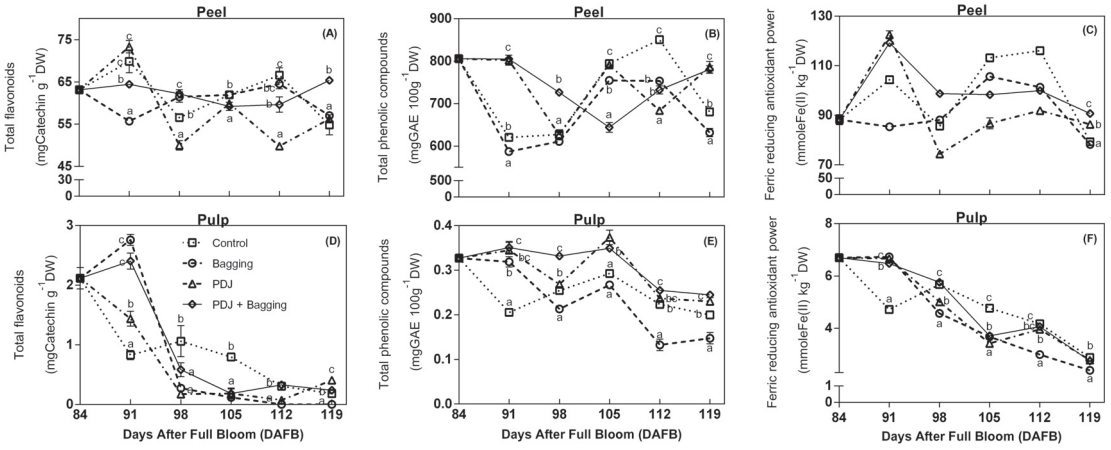

Figure 3 Changes of total flavonoids, total phenolic compounds and ferric reducing antioxidant power in mango peel (A - C), and in mango pulp (D - F) during fruit development. Data are the mean ± SE of three replications. Different letters indicate significant difference by Duncan's test at $P \leq 0.05$.

สรุปผลการทดลอง

การให้สาร PDJ ก่อนการเก็บเกี่ยวผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่อายุผล 98 วันหลังดอกบาน สามารถกระตุ้นการสร้างกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และสารประกอบฟีนอลลิคทั้งหมดในระหว่างการพัฒนาของผลมะม่วง และยังสามารถเพิ่มปริมาณกรดจัสโมนิกภายในผลมะม่วงที่อายุผล 98 วันหลังดอกบาน และช่วยในการพัฒนาสีแดงของผลมะม่วงภายหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าให้กับผลมะม่วงได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง และ Graduate School of Horticulture, Chiba University, Japan ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือในการทำวิจัย และขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และ Japan Student Service Organization (JASSO) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ชนิกาณจน์ จันทร์มาทอง, วารุณี จอมกิติชัย และกอบเกียรติ แสงนิล. 2558. ผลของเมลทิลจัสโมเนตต่ออาการสะท้านหนาว และระบบต้านทานอนุมูลอิสระในผลมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 46 (3/1 พิเศษ): 149-152.

มนตรี จิรสุรัตน. 2542. มะม่วงพันธุ์มหาชนก. วารสารกสิกร 75: 425-430.

รัตนรักษ์ บำรุง และพีระศักดิ์ ฉายประสาท. 2554. ผลของการห่อผลที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ ปริมาณแคโรทีนอยด์ และคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองซึ่งเก็บรักษาในอุณหภูมิต่าง ๆ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42 (3 พิเศษ): 216-219.

รัฐพล เมืองแก้ว และพีระศักดิ์ ฉายประสาท. 2557. ผลของการจิดพ่นสารละลายเมทิลจัสโมเนท และการปลิดใบต่อการเกิดสีแดง คุณภาพ และอายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 45 (3/1 พิเศษ): 201-204.

อินทนนท์ ชันวิจิตร, กานดา หวังชัย, กอบเกียรติ แสงนิล และจำนงค์ อุทัยบุตร. 2553. ผลของเมทิลจัสโมเนทต่อการพัฒนาสีแดงของเปลือกผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 4 (1พิเศษ): 91-94.

Ali, M.B., E.J. Hahn and K.Y. Paek. 2007. Methyl jasmonate and salicylic acid induced oxidative stress and accumulation of phenolics in Panax ginseng bioreactor root suspension cultures. Molecules (Basel, Switzerland) 12: 607-621.

Benzie, F.F. and J.J. Strain. 2005. Antioxidants Diet and Antioxidant Defense. Encyclopedia of Human Nutrition. Second edition: 117-131.

Cheong, J. and Y.D. Choi. 2003. Methyl jasmonate as a vital substance in plants. Trend in Genetics 19: 409-413.

González-Aguilar, G.A., M.A. González-Aguilar, M.A. Villegas-Ochoa, A.A. Martínez-Téllez and J.F. Gardea Ayala-Zavala. 2007. Improving antioxidant capacity of fresh-cut mangoes treated with UV-C. Journal of Food Science 72: 197-202.

ISO 14502-1: International Organization for Standardization. 2005. Determination of substances characteristic of green and black tea. Part 1 Content of total polyphenols in tea. Colorimetric method using Folin- Ciocalteu reagent.

Kondo, S., S. Setha, D.R. Rudell, D.A. Buchanan, J.P. Mattheis. 2005. Aroma volatile biosynthesis in apple affected by 1-MCP and methyl jasmonate. Postharvest Biology and Technology 36: 61-68.

Kondo, S., H. Yamada and S. Setha. 2007. Effects of jasmonates differed at fruit ripening stages on 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) synthase and ACC oxidase gene expression in pears. Journal of the American Society for Horticultural Science 132: 120-125.

Rudell, D.R., J.P. Mattheis, X. Fan and J.K. Fellman. 2002. Methyl jasmonate enhances anthocyanin accumulation and modifies production of phenolics and pigments in “Fuji” Apples. Journal of the American Society for Horticultural Science 127: 435-441.

Rudell, D.R., J.K. Fellmann and J.P. Mattheis. 2005. Preharvest application of methyl jasmonate to ‘Fuji’ apples enhances red coloration and affects fruit size, splitting, and bitter pit incidence. Journal of the American Society for Horticultural Science 40: 1760-1762.