Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 63-66 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 63-66 (2553)

บทบาทของเมทิลแจสโมเนสต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์และเบต้าแคโรทีนในมะม่วงน้ำดอกไม้ภายหลังการเก็บเกี่ยว

Role of Methyl Jasmonate on Changes in Carotenoid and Beta-carotene contents of Mango Fruits (*Mangifera indica* Linn.) 'Nam Dok Mai' after Harvest

มัณฑนา บัวหนอง[1] **และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์**[1]
Mantana Buanong[1] and Sirichai Kanlayanarat[1]

Abstract

Role of methyl jasmonate (MeJA) on changes in carotenoid and ß-carotene contents of mango fruits (*Mangifera indica* Linn.) 'Nam Dok Mai' after harvest was investigated by pretreating fruits with 0 (control) 10 20 30 and 40 ppm MeJA. The results showed that 30 ppm MeJA significantly delayed weight loss of mango fruits as compared to other treatments. Also, fruits pretreated with MeJA had significantly higher respiration rate and ethylene production than untreated mango fruits (control). The concentrations of MeJA, however, did not affect carotenoid contents in both peel and pulp but pretreatments with MeJA had more increased carotenoid content than the control, especially at the concentration of 30 ppm MeJA which was found that fruits had higher carotenoid content in peel than the control fruit. Moreover, the ß-carotene content of mango fruits pretreated with 30 ppm MeJA was significantly greater than the control throughout storage time which had the lowest ß-carotene content.
Key word: ß-carotene, mango, methyl jasmonate

บทคัดย่อ

การศึกษาบทบาทของเมทิลแจสโมเนสต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์และเบต้าแคโรทีนในมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยทำการรม Methyl Jasmonate (MeJA) ที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 10 20 30 และ 40 ppm พบว่า การใช้ MeJA ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักสดของมะม่วงน้ำดอกไม้ได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ นอกจากนั้น ยังพบว่า มะม่วงที่รมด้วย MeJA ทุกระดับความเข้มข้นมีอัตราการหายใจ และการผลิตเอทิลีนสูงกว่ามะม่วงที่ไม่ได้รม MeJA (ชุดควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง อย่างไรก็ตาม ระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์ในเปลือกผลและเนื้อผล แต่การใช้ MeJA รมมะม่วงส่งผลให้มีปริมาณแคโรทีนอยด์มากกว่าชุดควบคุม โดยเฉพาะที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm ซึ่งพบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้มีปริมาณแคโรทีนอยด์ที่เปลือกผลมากกว่าชุดควบคุม และมีปริมาณเบต้าแคโรทีนในเนื้อผลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P □0.01) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงที่ไม่ได้รม MeJA (ชุดควบคุม) ซึ่งมีปริมาณเบต้าแคโรทีนน้อยที่สุด
คำสำคัญ เบต้าแคโรทีน, มะม่วง, เมทิล แจสโมเนท

คำนำ

มะม่วงเป็นไม้ผลไทยที่มีอนาคตสดใสในตลาดโลก ในปี 2549 มีปริมาณการส่งออกมะม่วงสดประมาณ 12,445.8 ตัน คิดเป็นมูลค่า 432.5 ล้านบาท ตลาดส่งออกที่สำคัญ คือ จีน ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย และประเทศกลุ่มสหภาพยุโรป พันธุ์ที่ได้รับความนิยม คือ น้ำดอกไม้เบอร์ 4 และน้ำดอกไม้สีทอง (กรกัญญา, 2551) โดยผลแก่จัดสีผิวจะมีสีเหลืองสดใส เนื่องมาจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์และปรากฏสีเหลืองของแคโรทีนอยด์ให้เห็น เบต้าแคโรทีนเป็นสารตัวหนึ่งในกลุ่มแคโรทีนอยด์ มีปริมาณค่อนข้างสูงในมะม่วง และเป็นสารอาหารที่กำจัดอนุมูลอิสระ ทำหน้าที่จับอนุมูลอิสระของกรดไขมันไม่อิ่มตัว และช่วยยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของการรวมตัวระหว่างอนุมูลคาร์บอนกับโมเลกุลของออกซิเจน อีกทั้งเป็นสารตั้งต้นในการสร้างวิตามินเอด้วย ดังนั้นมะม่วงจึงเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง (กองโภชนา, 2549) อย่างไรก็ตาม ในผลไม้สุก ปริมาณของแคโรทีนอยด์ในผลไม้ค่อนข้างคงที่ ไม่ได้เพิ่มขึ้นแต่อย่างใด (จริงแท้, 2542) Czapski และ Saniewski (1995) รายงานว่า การให้สาร

[1] สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[1] Division of Postharvest Technology , School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140 / Postharvest Technology Innovation Center, King Mongkut's University of Technology Thonburi.

ในกลุ่ม jasmonic acid (JA) สามารถชักนำให้มีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ในผลมะเขือเทศเพิ่มขึ้นได้ และในดอกกุหลาบสีเหลืองบางพันธุ์ เช่น 'Frisco' การพัลซิ่งแล้วสเปรย์ด้วย Methyl Jasmonate (MeJA) สามารถเพิ่มสีเหลืองของกลีบดอกโดยชักนำให้มีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังชะลอการสลายตัวของแคโรทีนอยด์ในกลีบดอกได้ในระหว่างวันที่ 2-6 ของการปักแจกัน (Glick และคณะ, 2007) จึงเป็นไปได้ว่าสารในกลุ่ม JA สามารถปรับปรุงคุณภาพของมะม่วงโดยชักนำให้มีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มมากขึ้น ผิวเปลือกของผลจึงมีสีเหลืองมากขึ้นทำให้น่ารับประทานยิ่งขึ้นและยังเพิ่มคุณค่าทางอาหารโดยไปเพิ่มปริมาณของเบต้าแคโรทีนได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาผลของ MeJA ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแคโรทีนอยด์และเบต้าแคโรทีนทั้งในเปลือกผลและเนื้อผลของมะม่วงน้ำดอกไม้ พันธุ์ เบอร์ 4

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการซื้อมะม่วงน้ำดอกไม้พันธุ์ เบอร์ 4 เกรดส่งออก ที่เก็บเกี่ยวในระยะ 90 วันหลังดอกบาน จากสวนในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ขนส่งโดยรถตู้ปรับอากาศมาที่สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จากนั้นล้างทำความสะอาดด้วยสารละลายคลอรีน 200 ppm นาน 5 นาที แล้วผึ่งให้แห้ง และคัดเลือกให้มีขนาดผลและสีผิวใกล้เคียงกัน นำมะม่วงมาวางในโถแก้ว ปริมาตร 43 L และรมด้วย MeJA ที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) 10 20 30 และ 40 ppm เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 °C จากนั้นเก็บมะม่วงไว้ในห้องที่อุณหภูมิ 25 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70% ตลอดระยะเวลาการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ในแต่ละวิธีการใช้มะม่วง 8 ผล นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติแบบ DMRT

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษา พบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นมะม่วงน้ำดอกไม้มีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้น โดยมะม่วงน้ำดอกไม้ที่รมด้วย MeJA ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักสดได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ (Figure 1A) Pérez และคณะ (1997) รายงานว่า สตอเบอรี่ในระยะผลอ่อนที่ได้รับ MeJA ที่ระดับความเข้มข้น 50 µM มีอัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักสดเพิ่มขึ้น หลังจากวันที่ 4 จนถึงวันที่ 7 ซึ่งพบว่าผลสตอเบอรี่มีน้ำหนักสดเพิ่มขึ้น 55 % ในขณะที่ผลสตอเบอรี่ที่ไม่ได้รับ MeJA มีน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเพียง 33 % เท่านั้น การได้รับ MeJA ที่ระดับความเข้มข้น 30-40 ppm สามารถกระตุ้นให้มะม่วงน้ำดอกไม้มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงกว่ามะม่วงที่ไม่ได้รม MeJA (ชุดควบคุม) (Figure 1B) โดยมะม่วงน้ำดอกไม้ที่รมด้วย MeJA ที่ระดับความเข้มข้น 40 ppm มีการผลิตเอทิลีนสูงที่สุด เท่ากับ 5.13 µl•KgFW^{-1}•h^{-1} ในขณะที่มะม่วงน้ำดอกไม้ที่ไม่รม MeJA (ชุดควบคุม) มีการผลิตเอทิลีนต่ำที่สุด เท่ากับ 3.37 µl•KgFW^{-1}•h^{-1} (Figure 1C) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Pérez และคณะ (1997) ที่ศึกษาในผลสตอเบอรี่ ในระดับ *in Vitro* พบว่า MeJA ที่ระดับความเข้มข้น 50 µM ทำให้ผลสตอเบอรี่ในระยะ white (ผลมีสีขาว) และ pink (ผลมีสีชมพู) มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในวันที่ 2-4 และลดลงในวันที่ 7-9 ในระยะ red ripe (ผลมีสีแดง) และ dark-red overripe (ผลมีสีแดงเข้ม) เช่นเดียวกันกับการผลิตเอทิลีนที่พบว่ามีปริมาณสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 2 และลดลงอย่างต่อเนื่องในวันที่ 7-9 โดยอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนที่เพิ่มขึ้นในผลอ่อน (ระยะ white และ pink) และลดลงในผลสุก-แก่ (red ripe และ dark-red overripe) อาจจะเนื่องมาจากกิจกรรมของ MeJA ที่เกิดขึ้นอย่างเด่นชัดตลอดระยะการพัฒนาจนถึงการสุก ดังนั้น MeJA อาจจะไปเร่งให้เกิดกระบวนการสุกของผลิตผลโดยตรงหรือผ่านทางเอทิลีน และยังสามารถกระตุ้นให้มีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นได้ โดยการชักนำให้เกิดการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสุก (Kondo และคณะ, 2009) และโดยการเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ ACC synthase หรือ ACC oxidase แต่การออกฤทธิ์ของ MeJA นี้จะขึ้นอยู่กับชนิดและระยะการพัฒนาของพืช (Sembdner และ Parthier, 1993) แคโรทีนอยด์และเบต้าแคโรทีนในมะม่วงน้ำดอกไม้ถูกสังเคราะห์และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยแคโรทีนอยด์ในเปลือกผลมีปริมาณมากกว่าในเนื้อผล มะม่วงน้ำดอกไม้ที่รมด้วย MeJA ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm มีปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นมากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา มะม่วงที่รมด้วย MeJA ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm มีปริมาณแคโรทีนอยด์ที่เปลือกผลและเนื้อผลเพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับ 0.192 mg•100 gFW^{-1} และ 0.102 mg•100 gFW^{-1} ตามลำดับ ในขณะที่มะม่วงที่ไม่รม MeJA (ชุดควบคุม) มีปริมาณแคโรทีนอยด์ที่เปลือกผลและเนื้อผลเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด เท่ากับ 0.163 mg•100 gFW^{-1} และ 0.091 mg•100 gFW^{-1} ตามลำดับ (Figures 1D, E) นอกจากนั้น ยังพบว่า มะม่วงน้ำดอกไม้ที่รมด้วย MeJA ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm มีปริมาณเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับ 0.483 mg•100 gFW^{-1} ในขณะที่มะม่วงที่ไม่รม MeJA (ชุดควบคุม) มีปริมาณเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด เท่ากับ 0.370 mg•100 gFW^{-1} (Figure 1F) อย่างไรก็ตาม ระดับความเข้มข้นของ MeJA ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง

ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเปลือกผลและเนื้อผลมะม่วง แต่การใช้ MeJA กระตุ้นให้มะม่วงมีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์มากกว่าชุดควบคุม โดยเฉพาะที่ระดับความเข้ม 30 ppm และยังสามารถชักนำให้มีการสังเคราะห์เบต้าแคโรทีนในเนื้อผลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่มะม่วงที่ไม่ได้รม MeJA (ชุดควบคุม) มีปริมาณเบต้าแคโรทีนต่ำที่สุด จากการศึกษาในผลแอบเปิ้ล พบว่า แอบเปิ้ลพันธุ์ Golden Delicious ที่รมด้วย MeJA ที่ระดับความเข้มข้นต่ำกว่าหรือเท่ากับ 8 ppm เป็นเวลา 4 ชั่วโมง มีการสังเคราะห์เบต้าแคโรทีนในเปลือกผลเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่า (35 ng/mm^2) ของแอบเปิ้ลที่ไม่ได้รม MeJA (ชุดควบคุม) (11 ng/mm^2) (Pérez และคณะ, 1993) ส่วนในดอกกุหลาบสีเหลือง สายพันธุ์ 'Frisco' พบว่า การพัลซิ่งด้วย MeJA ที่ระดับความเข้มข้น 350 µM เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ภายหลังการเก็บเกี่ยว แล้วสเปรย์ดอกด้วย MeJA ที่ระดับความเข้มข้น 500 µM ทันทีหลังจากการพัลซิ่ง พบว่า MeJA สามารถคงสีเหลืองบนกลีบดอกได้ตลอดระยะเวลาการปักแจกันในขณะที่ดอกกุหลาบที่ไม่ได้รับ MeJA (ชุดควบคุม) มีการซีดจางลงของสีเหลืองปรากฏบนกลีบดอกอย่างเด่นชัด และเมื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณแคโรทีนอยด์ในกลีบดอก พบว่า ดอกกุหลาบที่ได้รับ MeJA มีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ดังนั้น จึงอาจสรุปได้ว่า MeJA ช่วยชะลอการสลายตัวของแคโรทีนอยด์และชักนำให้มีการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้น (Glick และคณะ, 2007)

สรุป

การใช้เมทิลแจสโมเนสที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักสด และเพิ่มปริมาณเบต้าแคโรทีนในเนื้อผลมะม่วงน้ำดอกไม้ได้มากที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรกัญญา อักษรเนียม, 2551, มะม่วงไทย...วันนี้ ตอน สหกรณ์ชมรมชาวสวนมะม่วงจังหวัดฉะเชิงเทรากับความพร้อมเดินหน้าพัฒนามะม่วง, เคหเกษตร ปีที่ 32 ฉบับที่ 1: 115-120.

จริงแท้ ศิริพานิช, 2542, สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, พิมพ์ครั้งที่ 3, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 น.

Czapski, J. and Saniewski, M. 1995. The effect of methyl jasmonate vopor on some characteristics of fruit ripening, carotenoids and tanatine changes in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Acta Agrobot. 48: 27-35.

Glick, A., Philosoph-Hadas, S., Vainstein, A., Meir, A., Tadmor, Y. and Meir, S. 2007. Methyl jasmonate enhances color and carotenoid content of yellow pigmented cut rose flowers. Acta Hortic. 755: 243-250.

Kondo, S., Meemak, S., Ban, Y., Moriguchi, T. and Harada, T. 2009. Effects of auxin and jasmonates on 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) synthase and ACC oxidase gene expression during ripening of apple fruit. Postharvest Biol. Technol. 51: 281-284.

Pérez, A.G., Sanz, C., Richardson, D.G. and Olías, J.M. 1993. Methyl jasmonate vapor promotes ß-carotene synthesis and chlorophyll degradation in Golden Delicious apple peel. Plant Growth Regul. 12: 163-167.

Pérez, A.G., Sanz, C., Olías, R. and Olías, J.M. 1997. Effect of methyl jasmonate on *in Vitro* strawberry ripening. J. Agri. Food Chem. 45: 3733-3737.

Sembdner, G. and Parthier, B. 1993. The biochemistry and the physiological and molecular actions of jasmonates. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 44: 569–589.

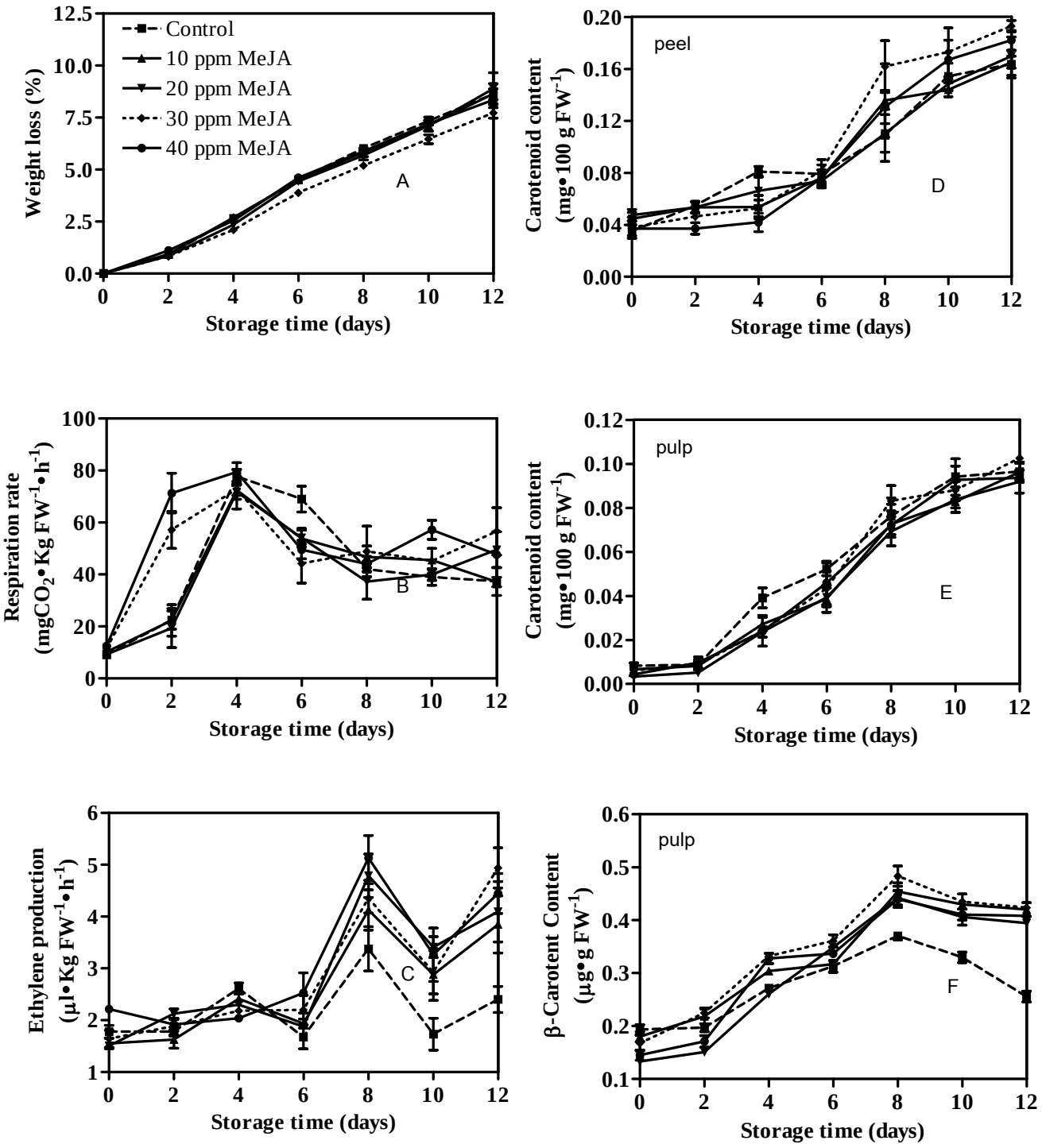

Figure 1 weight loss (A) respiration rate (B) ethylene production (C) carotenoid content in peel (D) carotenoid content in pulp (E) and ß-carotene content in pulp (F) of mango fruits cv. Nam Dok Mai pretreated with 0 (control) 10 20 30 and 40 ppm MeJA for 4 h at 20 $\pm$1 ^{O}C.