Agricultural Sci. J. 49 : 4 (Suppl.) : 387-390 (2018) ว. วิทย. กษ. 49 : 4 (พิเศษ) : 387-390 (2561)

อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการสลายตัวของสารกำจัดศัตรูพืชและคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก

Effect of Temperatures on Pesticide Residues and Quality of 'Mahajanaka' Mango

วรรณวรางค์ พัฒนะโพธิ์[1,2] นฤมล บุญเรือง[3] และวิลาวัลย์ คำปวน[4]

Wanwarang Pattanapo[1,2], Narumon Boonrueng[3] and Wilawan Kumpoun[4]

Abstract

The degradation of pesticide residues in mango cv. 'Mahajanaka' from Wiang Nong Long district, Lumphun province. Fruits were kept at 5, 13 and 25°C. Measurement profenofos and carbaryl residues include of the quality of mango fruits which were randomly collected every 3 days. The results found that the degradation of profenofos in mango fruit at 25°C was faster than those of the mango fruits at 13 and 5°C. The concentration of profenofos were 0.23, 0.27 and 0.42 mg/kg, respectively after kept for 6 days. The carbaryl residue was non-detectable in the mango fruits that stored at 13 and 25°C for 3 days, while in the stored fruits at 5°C was still was detected (0.13 mg/kg), however the detected residue was lower than the MRL of Thai agricultural standard, established by the National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. The changing of quality was found that the fruit firmness in all treatment decreased during storage. Mango fruits stored at 5°C had the highest firmness. The L* values and C* values of peel and flesh as well as total soluble solids in all treatments were increase, while the h° values of peel and flesh, the L* values of flesh and titratable acidity were decrease during storage.

Keywords: Mango, Residues, Quality

บทคัดย่อ

ศึกษาการสลายตัวของสารกำจัดศัตรูพืชในผลมะม่วงพันธุ์มหาชนก จากสวนเกษตรกร อ.เวียงหนองล่อง จ.ลำพูน เมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 13 และ 25°C ตรวจสอบการตกค้างของสารโพรฟีโนฟอสและสารคาร์บาริล รวมทั้งคุณภาพของผลมะม่วง โดยสุ่มเก็บข้อมูลทุกๆ 3 วัน พบว่าที่อุณหภูมิ 25°C มีการสลายตัวของสารโพรฟีโนฟอสเร็วกว่าที่อุณหภูมิ 13 และ 5°C โดยพบปริมาณตกค้างของสารโพรฟีโนฟอสเท่ากับ 0.23, 0.27 และ 0.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ หลังจากเก็บรักษา 6 วัน แต่ไม่สามารถตรวจพบการตกค้างของสารคาร์บาริลในผลมะม่วงหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิ 13 และ 25°C แต่ตรวจพบในมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C โดยมีปริมาณ 0.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกำหนด ด้านคุณภาพของมะม่วงในทุกกรรมวิธีนั้น พบว่าค่าความแน่นเนื้อลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C มีความแน่นเนื้อสูงที่สุดระหว่างการเก็บรักษา ค่าความสว่าง (L*) ของเปลือกผล ค่าความอิ่มตัว (chroma; C*) ของเปลือกและเนื้อผล และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของทุกกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนเฉดสี (hue angle; h°) ของเปลือกและเนื้อผล ค่า L* ของเนื้อผล และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงระหว่างการเก็บรักษา

คำสำคัญ: มะม่วง, สารตกค้าง, คุณภาพ

คำนำ

ปัจจุบันนี้มีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรกันอย่างแพร่หลาย โดยที่เกษตรกรผู้ใช้ขาดความรู้ความเข้าใจที่ดี มีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในปริมาณที่มากเกินความจำเป็น และการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชร่วมกันหลายชนิดหรือการเก็บผลผลิตก่อนครบกำหนดระยะเวลาที่กำหนดหลังจาการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ทำให้สารสลายตัวไม่หมด

[1] ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

[1] Postharvest Technology Research Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

[2] Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Education Commission, Bangkok 10400

[3] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

[3] Department of Biology Faculty of Science, Chiang Mai University Chiang Mai, 50200

[4] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

[4] Science and Technology Research Institute Chiang Mai University Chiang Mai, 50200

เกิดการตกค้างในผลไม้ได้ มะม่วงพันธุ์มหาชนกซึ่งมีลักษณะประจำพันธุ์คือมีสีแดงบางส่วน โดยสีแดงจะพัฒนาเมื่อผลเติบโตใกล้เก็บเกี่ยวและต้องได้รับการกระตุ้นด้วยแสง ถ้าอยู่ในสภาพไม่มีแสงผิวจะมีสีเหลืองซีดและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อผลสุก ทำให้ผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่ห่อผลเพื่อป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืชไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นเกษตรกรจึงมีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น จึงอาจตกค้างในผลมะม่วงจนเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค สารเคมีแต่ละชนิดจะมีการสลายตัวแตกต่างกัน และการสลายตัวของสารเคมีดังกล่าวนั้น ยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมรอบๆผลผลิตด้วย ผลมะม่วงจัดเป็นเป็นผลไม้บ่มสุก (climacteric fruit) เกษตรกรจึงมักเก็บผลในระยะแก่สมบูรณ์และบ่มให้สุกเมื่อจำหน่ายให้ผู้บริโภค ดังนั้นหากสามารถขยายระยะเวลาในการจำหน่ายออกไปได้นานขึ้น สารตกค้างในผลมะม่วงน่าจะสลายตัวได้มากขึ้น ผู้บริโภคก็จะมีความปลอดภัยเพิ่มขึ้น จากรายงานการวิจัยของ Kumpoun and Uthaibutra (2010) พบว่าการบรรจุผลมะม่วงแบบทีละผลแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C สามารถเก็บรักษาในสภาพผลดิบได้นาน 28 วัน และสามารถทำให้สุกที่อุณหภูมิ 25°C อีก 7 วัน ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่อคุณภาพและการสลายตัวของสารกำจัดศัตรูพืชในมะม่วงพันธุ์มหาชนกเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลมะม่วงพันธุ์มหาชนกที่ระยะเก็บเกี่ยว คัดเลือกให้ผลมีขนาดใกล้เคียงกันบรรจุในตะกร้าพลาสติก แล้วขนส่งมายังห้องปฏิบัติการของศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คัดเลือกผลให้มีขนาดสม่ำเสมอ ไม่มีตำหนิ ไม่ถูกทำลายจากโรคและแมลง และไม่เน่าเสีย นำมะม่วงที่คัดเลือกไว้มาจุ่มสารละลายโพรฟีโนฟอสทางการค้า 50% ในอัตราส่วน 1 mL: น้ำ 1 L และคาร์บาริล 1 g: น้ำ 1 L โดยใช้สารจับใบในสารละลายในอัตราส่วน 1 mL: 1 L (ส่วนผสมมีความเข้มข้นของโพรฟีโนฟอส 500 mg/L และ คาร์บาริล 850 mg/L) ให้ทั่วผล จากนั้นผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 คืน (16 ชั่วโมง) จากนั้นล้างผลมะม่วงตามขั้นตอนที่ปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ใส่เน็ทโฟม และเรียงลงตะกร้าพลาสติก นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 13 และ 25°C ที่ 95±3%RH สุ่มเก็บผลมะม่วงทุก 3 วัน โดยบันทึกการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ คือ สีเปลือกและสีเนื้อ ด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ HunterLab รุ่น ColorQuestXE และความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง Fruit Penetrometer ยี่ห้อ Wagner Instruments ผลการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids; TSS) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity: TA) โดยวิเคราะห์ตามวิธี A.O.A.C. (2000) และสกัดตัวอย่างเพื่อหาปริมาณสารตกค้างจากมะม่วงทั้งผล (เปลือกและเนื้อ) ด้วยวิธี QuEChERS และนำสารละลายส่วนใสที่ได้กรองผ่าน filter ขนาด 0.45 µ ก่อนนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารตกค้าง โดยวิเคราะห์หาปริมาณสารโพรฟีโนฟอสตกค้างด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟฟี่ ยี่ห้อ Agilent รุ่น 6890N โดยใช้หัวตรวจชนิด Flame Photometric Detector (FPD) และวิเคราะห์ปริมาณสารคาร์บาริลตกค้างด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น RF-10AXL โดยใช้คอลัมน์ ultra carbamate 3 mµ, 100 x 4.6 mm ดีเทคเตอร์ ชนิด fluoressence (Ex. = 230 nm, Em. = 420)

ผลและวิจารณ์ผล

1. สีเปลือก และสีเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อของผลมะม่วงทั้งค่าความสว่าง (L*) ค่าความอิ่มตัว (Chroma; C*) และค่าเฉดสี (hue angle; h°) ของมะม่วงที่ 13°C เกิดขึ้นช้ากว่ามะม่วงที่ 25°C ซึ่งเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่วันที่เริ่มเก็บรักษา โดยการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของมะม่วงที่ 13°C จะเกิดอย่างชัดเจนภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน และค่า L*, C* และ h° ของสีเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนภายหลังการเก็บรักษาวันที่ 21, 24 และ 27 ตามลำดับ ส่วนมะม่วงที่ 5°C จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือกและสีเนื้ออย่างชัดเจน (Figure 1) จุลจิรา (2545) พบว่ามะม่วงที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่อยู่ในช่วงที่ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว จะมีค่า C* ของสีเปลือกที่น้อยกว่ามะม่วงที่ไม่ผ่านการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8°C และ Do-Chi *et al*. (2013) พบว่ามะม่วงพันธุ์ Cat Hoa Loc ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงมีค่า C* และ h° มากกว่า และเปลี่ยนแปลงรวดเร็วกว่าเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ สำหรับการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือก Chidtragool *et al*. (2011) พบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำจะเกิดสีน้ำตาล (browning) ที่ผิวมะม่วงภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน ซึ่งแสดงถึงเนื้อเยื่อเกิดอาการสะท้านหนาว ในขณะที่บริเวณเนื้อมะม่วงยังคงไม่เกิดสีน้ำตาล แต่เกิดขึ้นภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 18 วัน

2. ความแน่นเนื้อ

ความแน่นเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ลดลง โดยมะม่วงที่เก็บไว้ที่ 13°C จะเริ่มเกิดเกิดการเปลี่ยนแปลงในวันที่ 18 หลังการเก็บรักษา โดยเกิดขึ้นช้ากว่ามะม่วงที่เก็บรักษาที่ 25°C ซึ่งเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่วันแรกของการเก็บรักษา แต่ความแน่นเนื้อของมะม่วงสุกที่ 13°C มีค่าน้อยกว่าความแน่นเนื้อของมะม่วงที่สุกที่ 25°C เพียงเล็กน้อย สำหรับมะม่วงที่ 5°C ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้ออย่างชัดเจน (Figure 2) เมื่อผลมะม่วงสุกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของ

สารประกอบเพกตินที่ผนังเซลล์ โดยจะถูกย่อยสลายจากเอนไซม์ 2 ชนิด คือ Polygalacturonase (PG) และ Pectin esterase (PE) ทำให้โมเลกุลของเพกตินมีขนาดเล็กลงและละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น และเซลล์ยึดเกาะกันอย่างหลวมๆ (ดนัย, 2556) ทำให้เนื้อเยื่อมีการอ่อนตัวลงส่งผลให้ความแน่นเนื้อลดลง แต่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีผลชะลอการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าว จึงทำให้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อระหว่างการเก็บรักษา

3. ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่เพิ่มขึ้น โดยปริมาณ TSS ของมะม่วงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13°C มีการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในวันที่ 9 หลังการเก็บรักษา โดยเกิดขึ้นช้ากว่าที่อุณหภูมิ 25°C ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่เริ่มการเก็บรักษา มะม่วงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 13 และ 25°C มีค่า TSS สูงสุดอยู่ที่ประมาณ 18% หลังจากนั้นจะลดลง ส่วนมะม่วงที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5°C ไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS สำหรับปริมาณของกรดที่ไทเทรตได้ (TA) เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ลดลง โดยปริมาณ TA ในมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13°C เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 21 วัน โดยเกิดขึ้นช้ากว่าที่อุณหภูมิ 25°C ซึ่งปริมาณ TA มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนในวันที่ 3 หลังการเก็บรักษา (Figure 2) การที่ปริมาณ TA ลดต่ำลงและปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้นหรือเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงเพราะมีการนำกรดอินทรีย์บางส่วนมาใช้ในการหายใจและบางส่วนนำไปสร้างน้ำตาล (Wills *et al*., 1981) ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการทดลองในมะม่วงมหาชนกของ จุลจิรา (2545)

4. ปริมาณสารโพรฟีโนฟอสและสารคาร์บาริลตกค้าง

ตรวจพบสารโพรฟิโนฟอสที่ตกค้าง 0.36 mg/kg ในมะม่วงภายหลังการจุ่มสารโพรฟีโนฟอสเป็นเวลา 16 ชั่วโมง (0 day) ตรวจพบสารตกค้าง และตรวจพบสารตกค้างในปริมาณ 0.29, 0.23 และ 0.46 mg/kg ในมะม่วงที่เก็บรักษาที่ 13°C เป็นเวลา 15 วัน, ที่ 25°C เป็นเวลา 6 วัน และที่ 5°C เป็นเวลา 18 วัน ตามลำดับ สำหรับมะม่วงภายหลังการจุ่มสารคาร์บาริลเป็นเวลา 16 ชั่วโมง (0 day) ตรวจพบสารตกค้าง 0.68 mg/kg และพบว่ามะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 13 และ 25°C ไม่สามารถตรวจพบสารคาร์บาริลตกค้างภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วันเป็นต้นไป แต่ตรวจพบเฉพาะสารตกค้างในมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5°C เท่านั้น พบว่าอุณหภูมิไม่ส่งผลต่อการลดลงของปริมาณสารโพรฟีโนฟอสตกค้างบนผิวมะม่วง เนื่องจากอุณหภูมิไม่มีผลโดยตรงกับการสลายของสารที่ตกค้างบนผิวของผลไม้ แต่จะมีผลในการกระตุ้นปัจจัยที่มีผลโดยตรง เช่น การระเหยของสาร (volatilization), การดูดซึมเข้าผิวของผลไม้ (penetration) และ การสลายของสารฆ่าแมลงโดยแบคทีเรีย เป็นต้น (Holland *et al*., 1994) อย่างไรก็ตามอุณหภูมิอาจมีผลต่อการสลายตัวของสารกำจัดศัตรูพืชที่มีความเสถียรต่ำ และความสามารถในการระเหยสูง เช่น คาร์บาริล ซึ่งมีความเสถียรต่ำ และไดคลอวอส (dichlorvos) ที่มีความสามารถในการระเหยสูง แต่โพรฟิโนฟอสเป็นสารที่มีการเหยต่ำ (low volatility) และมีความเสถียรสูง (Alla *et al*., 2012) จึงทำให้สารสลายได้ยากในสภาพที่อยู่บนพื้นผิว (Petrick *et al*., 2013) อุณหภูมิจึงมีผลน้อยต่อการสลายตัวของสารโพรฟิโนฟอสในสภาพการเก็บรักษาผลไม้ซึ่งไม่สามารถใช้อุณหภูมิที่สูงมากได้ และตรวจพบสารคาร์บาริลตกค้างเฉพาะในมะม่วงที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5°C เท่านั้น เพราะสารสลายตัวช้า เนื่องจากการดูดซึมสารคาร์บาริลเข้าไปที่ชั้นคิวติเคิลของมะม่วงได้ทำให้สารมีระยะการตกค้างสั้นกว่า เช่นเดียวกับที่พบในการทดลองในแตงกวาที่พบว่าการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการสลายตัวของสารคาร์บาริลได้ (Hassanzadeh *et al*., 2010; Saravi and Shokrzadeh, 2016)

สรุปผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพ (สีเปลือกสีเนื้อ และความแน่นเนื้อ) และทางด้านเคมี (ปริมาณ TA และ TSS) ในมะม่วงที่ผ่านการจุ่มสารกำจัดศัตรูพืชและนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆมีการเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างจากทฤษฎี และอุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อการสลายตัวของสารคาร์บาริลที่ตกค้างในผลมะม่วง แต่ไม่มีผลอย่างชัดเจนต่อการสลายตัวของสารโพรฟีโนฟอส

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่สนับสนุนทุนวิจัย ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ที่สนับสนุนสถานที่และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

จุลจิรา การสมวาสน์. 2545. ผลของระยะความแก่และอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงมหาชนก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2556. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลพืชสวน. สำนักพิมพ์ พรีเมี่ยม ดิจิตอล เอ็นเตอร์เทนเมนท์, กรุงเทพฯ. 360 หน้า.

Alla G., A. Sohair, M.M. Ayoub, E.Y. Salama, W.M. Thabet and N.M. Lotfy. 2012. Dietare intake of some organophosphorus insecticides in some vegetable crops in Egypt, a preliminary case study. Journal of Plant Protection and Pathology 3: 1145-1156.

AOAC. 2000. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Inc., Washington, D.C., USA.

Do-Chi T., J. Uthaibutra and A. Joomwong. 2013. Effect of storage temperatures on ripening behavior and quality change of Vietnamese Mango CV. Cat Hoa Loc. International Journal of Bio-Technology and Research 3:19-30.

Chidtragool, S., S. Ketsa, J. Bowen, J. B. Ferguson and W. G. Doorn. 2011. Chilling injury in mango fruit peel: cultivar differences are related to the activity of phenylalanine ammonia lyase. Postharvest Biology and Technology 62: 59-63.

Hassanzadeh, N., N. Bahramifar and A. Esmaili-Sari. 2010. Residue content of carbaryl applied on greenhouse cucumbers and its reduction by duration of a pre-harvest interval and post-harvest household processing. Journal of the Science of Food and Agriculture 90: 2249-2253.

Holland, P.T., D. Hamilton, B. Ohlin and M. W. Skidmore. 1994. Effects of storage and processing on pesticide residues in plant products. Pure and Applied Chemistry 66: 335-356.

Kumpoun, W. and J. Uthaibutra. 2010. Storage life extension of exported 'Nam Dokmai' mango by refrigerated modified atmosphere packing: Proc. 10th international controlled & modified atmosphere. Acta Horticulturae 876: 221 – 226.

Petrick, L.M., S. Sabach and Y. Dubowski. 2013. Degradation of VX surrogate profenofos on surfaces via in situ photo-oxidation. Enviromental Science and Technology 47: 8751-8758.

Saravi S. S. and M. Shokrzadeh. 2016. Effects of washing, peeling, storage, and fermentation on residue contents of carbaryl and mancozeb in cucumbers grown in greenhouses. Toxicology and Industrial Health 32:1135-1142.

Wills, R.H.H., T.H. Lee, D. Graham, W.B. McGlasson and E.G. Hall. 1981. Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables. New South Wales University Press, N.S.W. 161 p.

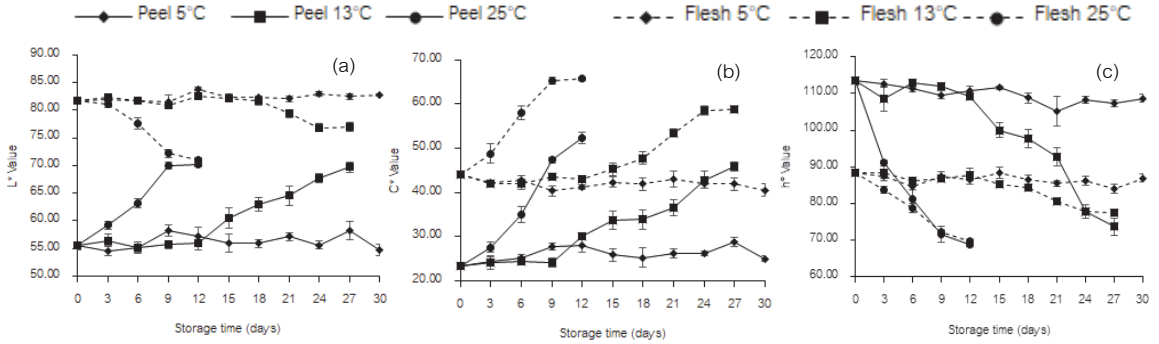

Figure 1 Changes in L* (a), C* (b) and h° (c) value in peel and flesh of mango cv. Mahajanaka during storage at 5, 13 and 25°C

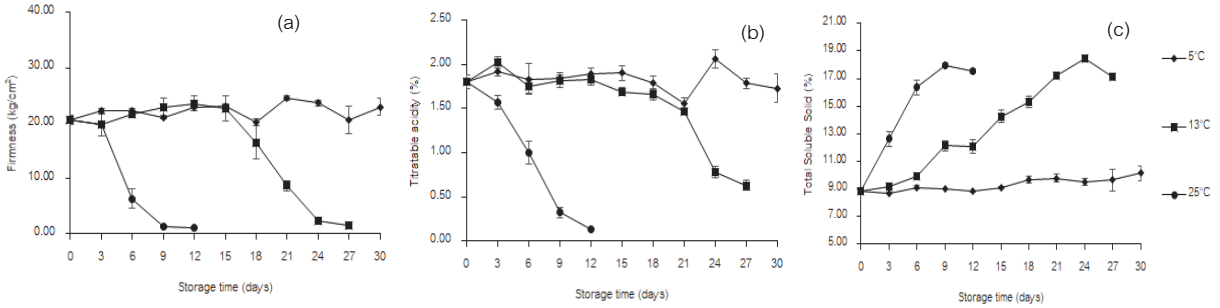

Figure 2 Firmness (a), titratable acidity (b) and total soluble solid (c) of mango cv. Mahajanaka during storage at 5, 13 and 25°C

Table 1 Amount of profenofos and carbaryl residues (mg/kg) of mango cv. Mahajanaka during storage at 5, 13 and 25°C after dip pesticide

Storage time after dip in pesticide (days)	Amount of profenofos residues (mg/kg)			Amount of carbaryl residues (mg/kg)		
	5°C	13°C	25°C	5°C	13°C	25°C
0	0.36	0.36	0.36	0.68	0.68	0.68
3	0.37	0.24	0.44	0.13	(ND)	(ND)
6	0.42	0.27	0.23	0.09	(ND)	(ND)
9	0.34	0.27	(-)	(ND)	(ND)	(ND)
12	0.26	0.18	(-)	(-)	(-)	(-)
15	0.31	0.29	(-)	(-)	(-)	(-)
18	0.46	(ND)	(-)	(-)	(-)	(-)
Maximum Residue Limit (MRLs)	profenofos in Mango = 0.2 mg/kg			carbaryl in Mango = 1.0 mg/kg		

(ND) = non-detect, (-) = not determine