Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 109-112 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 109-112 (2554)

การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ไม่เคลือบผิวและเคลือบผิว ในการประเมินคุณภาพด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

Changes of some properties of non-coated and coated tangerine fruits cv. Sai Nam Pung in quality assessment by NIR Spectroscopy

ปาริชาติ เทียนจุมพล[1,2] ศศิเมษ ฟองสา[1,2] ศศิธร การะบุญ[1,2] พิเชษฐ์ น้อยมณี[1,2] วรรณวรางค์ พัฒนะโพธิ์[1,2] และ จักรพงศ์ นาทวิชัย [1,2,3]

Parichat Theanjumpol[1,2], Sasimet Fongsa[1,2], Sasithorn Karaboon[1,2], Pichet Noimanee[1,2], Wanwarang Pattanapo[1,2] and Juggapong Natwichai[1,2,3]

Abstract

To develop an effective calibration equation of near infrared (NIR) spectroscopy for quality assessment of tangerine fruit cv. Sai Nam Pung on the shelf, the correlation data of NIR spectrum and fruit properties need to be acquired. Non-coated and coated fruits (diameter 6.4 - 7.0 cm.) with a commercial wax 'ZIVDAR' were packed in card board boxes and put on the shelf at ambient temperature (25±2ºC) and relative humidity 62±3 % for 12 days. Samples were recorded on weight changes, spectral data by NIRSystem 6500 and were analyzed for total soluble solid (TSS), titratable acidity (TA), ratio of TSS/TA and ethanol content every four days. Result showed that the absorbance at 980 nm (corresponded to water band) of non-coated and coated fruits decreased after 12 days storage as well as the fruit weight. TA of both the non-coated and the coated samples slightly decreased, which were 0.51% and 0.38%, respectively. TSS and TSS/TA ratio slightly increased, which were 12.52 %, 12.46 % and 25.15, 33.79, respectively. Moreover, ethanol content increased to 302.97 ppm and 1,537.13 ppm, respectively. The changes in chemical properties of tangerine fruit conformed with the spectral readings data. Therefore, the NIR spectroscopy technique could be used to assess the quality of non-coated and coated tangerine fruits.

Keywords: tangerine fruit, quality assessment, near infrared spectroscopy

บทคัดย่อ

การสร้างสมการเทียบมาตรฐานที่มีประสิทธิภาพสำหรับการประเมินคุณภาพของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีในระหว่างการวางจำหน่ายนั้น ต้องมีข้อมูลสเปกตรัมและสมบัติของผลส้มที่ถูกต้องเหมาะสม นำผลส้มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.4 - 7.0 เซนติเมตร ที่ไม่เคลือบผิวและเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ZIVDAR บรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกและจัดวางบนชั้นที่อุณหภูมิห้อง (25±2ºC) ความชื้นสัมพัทธ์ 62±3 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน สุ่มตัวอย่างผลส้มทุก 4 วัน เพื่อวัดข้อมูลสเปกตรัมด้วยเครื่อง NIRSystem 6500 น้ำหนักผล ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ อัตราส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณเอทานอล พบว่า ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 980 นาโนเมตร ซึ่งคือ แถบการดูดกลืนแสงของน้ำ ของผลส้มที่ไม่เคลือบผิวและเคลือบผิวภายหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 วัน มีค่าลดลงเช่นเดียวกับน้ำหนักผล ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลส้มทั้งสองชนิดมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย เท่ากับ 0.51 % และ 0.38 % ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และอัตราส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เท่ากับ 12.52%, 12.46 % และ 25.15, 33.79 ตามลำดับ นอกจากนี้ปริมาณเอทานอลเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน เท่ากับ 302.97 ppm และ 1,537.13 ppm จะเห็นว่าสมบัติทางเคมีของผลส้มเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับข้อมูลสเปกตรัม จึงมีความเป็นไปได้ในการใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดเพื่อประเมินคุณภาพของผลไม้ที่ไม่เคลือบผิวและเคลือบผิว

คำสำคัญ: ส้มสายน้ำผึ้ง, การประเมินคุณภาพ, เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[1] Postharvest Technology Research Institute, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10140

[2] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400, Thailand

[3] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[3] Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

คำนำ

การประเมินคุณภาพแบบไม่ทำลายผลิตผล (non-destructive) เป็นวิธีการประเมินคุณภาพที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์สั้น ประหยัดแรงงาน ลดต้นทุนการผลิต และลดการสูญเสียผลิตผล (Iwamoto *et al*., 1995) เทคนิค Near Infrared Spectroscopy (NIRS) เป็นวิธีหนึ่งที่มีการศึกษาเพื่อนำมาใช้ควบคุมคุณภาพในระบบการผลิตอย่างแพร่หลาย ในงานวิจัยนี้จึงได้นำเทคนิค NIRS เพื่อประเมินคุณภาพของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งในระหว่างการวางจำหน่าย แต่การประเมินคุณภาพด้วยเทคนิค NIRS นั้นต้องสร้างสมการเทียบมาตรฐานที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจำเป็นต้องมีข้อมูลสเปกตรัมและสมบัติของผลส้มที่ถูกต้อง เหมาะสม โดยในกระบวนการจัดการผลผลิตส้มหลังการเก็บเกี่ยวปัจจุบันประกอบด้วย การล้างทำความสะอาด ขัดผิวผลส้ม ก่อนนำไปผ่านกระบวนการเคลือบผิวเพื่อเพิ่มความเงาของเปลือกผล ลดการสูญเสียน้ำ และการยืดอายุการเก็บรักษา (Ladaniya, 2008) ดังนั้นเพื่อให้การตรวจวัดคุณภาพของผลิตผลส้มด้วยเทคนิค NIRS มีประสิทธิภาพสูง จึงได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งทั้งที่ไม่เคลือบผิวและเคลือบผิว ในการประเมินคุณภาพด้วยเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.4-7.0 เซนติเมตร ที่ไม่เคลือบผิวและเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวทางการค้า ZIVDAR บรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูก และจัดวางบนชั้นที่อุณหภูมิห้อง (25±2 ºC) ความชื้นสัมพัทธ์ 62±3 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน สุ่มตัวอย่างผลส้มทุก 4 วัน เพื่อวัดข้อมูลสเปรกตรัมด้วยเครื่อง NIRSystem 6500 โดยควบคุมอุณหภูมิของผลส้มที่ 25 องศาเซลเซียส ด้วยการจุ่มผลในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่มีแผ่นพลาสติกคลุมเพื่อป้องกันผลส้มเปียกน้ำ เป็นเวลา 20 นาที (Figure 1) แล้วจึงชั่งน้ำหนักผล (weight) ด้วยเครื่องชั่งแบบดิจิตอล (digital balance, PB3002-S, Mettler-Toledo, Switzerland) หาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid: TSS) ด้วยเครื่องดิจิตอลรีแฟรกโตรมิเตอร์ (digital refractometer, PAL-1, ATAGO, Japan)ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity: TA) ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) 0.1 N อัตราส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (ratio of TSS/TA) และปริมาณเอทานอล ด้วยเครื่อง แก๊สโครมาโตกราฟ (gas Chromatograph) และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมทางสถิติ

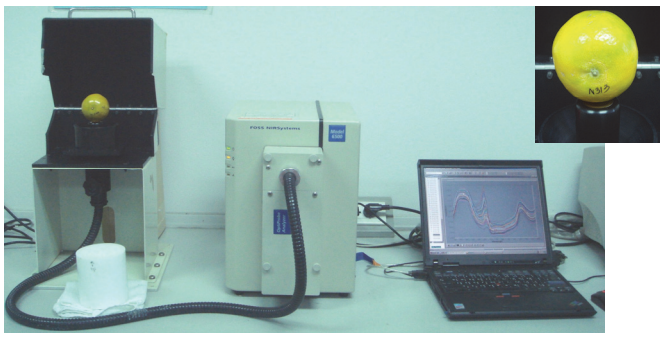
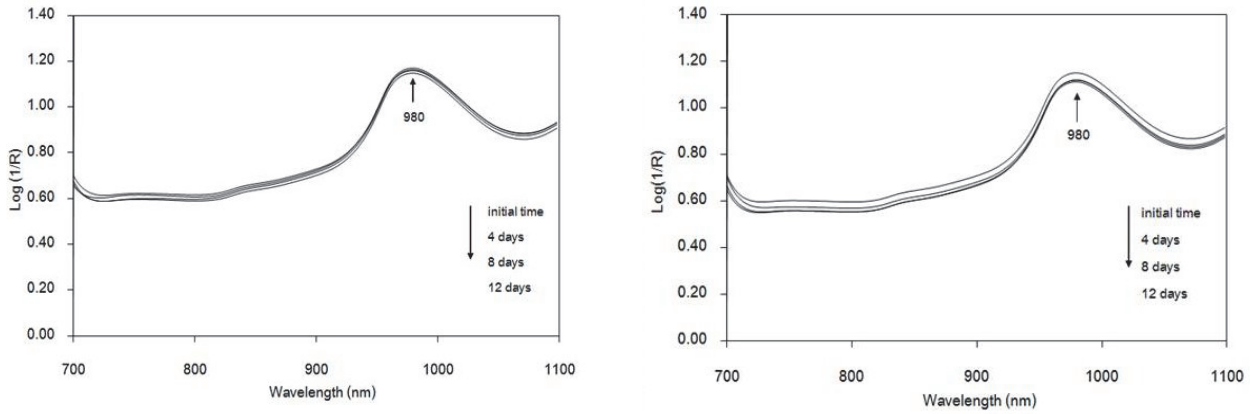


Figure 1 Measuring of NIR spectrum of tangerine fruit by NIRSystem 6500 obtained with fiber optic probe.

ผลการทดลองและวิจารณ์

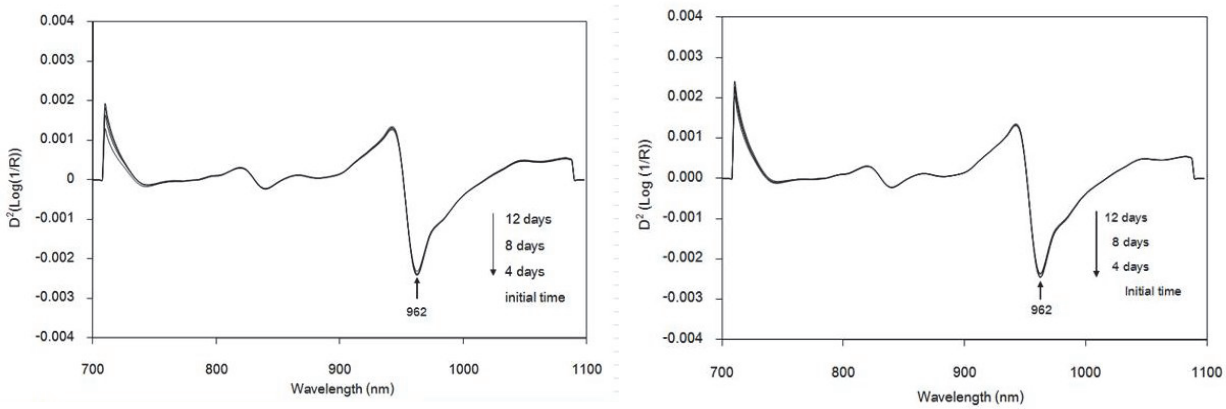
สเปกตรัมของผลส้มพบแถบการดูดกลืนแสง (absorption band) ชัดเจน ที่ความยาวคลื่น 980 นาโนเมตร (Figure 2) ซึ่งคือ แถบการดูดกลืนแสงของน้ำ เช่นเดียวกับสเปกตรัมของผลไม้ชนิดอื่นที่พบแถบการดูดกลืนแสงของน้ำที่ความยาวคลื่นระหว่าง 960-980 นาโนเมตร ได้แก่ มะม่วง (ปาริชาติและวิชชา, 2554) อะโวกาโด (Clark *et al*., 2003) พรุน (Slaughter *et al*., 2003) และอื่นๆ และเมื่อพิจารณาค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 980 นาโนเมตร ของผลส้มที่ไม่เคลือบผิวและเคลือบผิวภายหลังการเก็บภายใต้อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่ระยะหลังการเก็บเกี่ยว เท่ากับ 1.16 และ 1.15 มีค่าลดลงเล็กน้อยที่ระยะเวลา 12 วัน เท่ากับ 1.12 และ 1.11 ตามลำดับ เมื่อแปลงข้อมูลสเปกตรัมด้วยอนุพันธ์อันดับที่สอง (second derivative) พบแถบการดูดกลืนแสงของน้ำที่ความยาวคลื่น 962 นาโนเมตร ซึ่งเป็นพีกหัวกลับของผลส้มที่ไม่เคลือบผิวและเคลือบผิว (Figure 3) ทั้งนี้เป็นผลจากการแปลงข้อมูลเพื่อลดอิทธิพลของการยกตัวของสเปกตรัม (base line shift) และการซ้อนทับกัน (overlapping) ของแถบการดูดกลืนแสง ซึ่งสอดคล้องกับน้ำหนักผลส้มที่ไม่เคลือบผิวและเคลือบผิว ภายหลัง

การเก็บเกี่ยว เท่ากับ 144.81 และ 149.64 กรัม ลดลงอย่างต่อเนื่องที่ระยะเวลา 12 วัน มีน้ำหนักผลเท่ากับ 136.55 และ 139.87 กรัม ตามลำดับ เนื่องจากการเก็บรักษาผลไม้ไว้ที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ จะทำให้น้ำภายในเซลล์ของผลไม้ระเหยออกสู่สิ่งแวดล้อมอย่างรวดเร็ว จึงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (จริงแท้, 2541) โดยทั่วไปผลส้มที่เคลือบผิวจะมีการสูญเสียน้ำน้อยกว่าผลส้มที่ไม่เคลือบผิว แต่งานวิจัยนี้อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่สูงเกินไปจึงส่งผลให้การสูญเสียน้ำหนักของผลส้มที่ไม่เคลือบผิวและที่เคลือบผิวมีค่าใกล้เคียงกัน



(a) (b)

Figure 2 Means original spectra of (a) non-coated and (b) coated tangerine fruit during storage at initial time, 4, 8 and 12 days.



(a) (b)

Figure 3 Means spectra of (a) non-coated and (b) coated tangerine fruit during storage at initial time, 4, 8 and 12 days plotted with second derivative technique.

สำหรับปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ภายหลังการเก็บเกี่ยว ผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ไม่เคลือบผิวและเคลือบผิวมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 11.87 % และ 12.06 % ตามลำดับ ที่ระยะเวลาวางจำหน่าย 12 วัน ผลส้มมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น เท่ากับ 12.52% และ 12.46% ตามลำดับ เนื่องจากผลส้มเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric จึงมีการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางเคมีภายหลังการเก็บเกี่ยวเพียงเล็กน้อย โดยการที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น อาจเนื่องจากมีการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาจึงทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลเพิ่มสูงขึ้นได้ (จริงแท้, 2541) ขณะเดียวกันปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลงเพียงเล็กน้อย เท่ากับ 0.51% และ 0.38% ตามลำดับ ซึ่งผลไม้ตระกูลส้มในระยะแก่และสุกจะมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลง เนื่องจากกรดถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ หรือกรดถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล หรือใช้เป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาต่างๆ

อัตราส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย เท่ากับ 25.15 และ 33.79 ตามลำดับ เช่นเดียวกับผลส้มเขียวหวานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิว Stafresh 310 เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา

15 วัน พบว่าอัตราส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น (วิกันดา, 2541) โดยทั่วไปในผลส้มปริมาณน้ำตาลและกรดอินทรีย์ จะเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของรสชาติ (flavour quality) TSS/TA มักจะเพิ่มขึ้นเมื่อผลไม้สุกมากขึ้น เนื่องจากเมื่อผลไม้สุกปริมาณกรดจะลดลง จึงทำให้ผลไม้สุกมีรสหวานขึ้น ซึ่งปริมาณของแข็งทั้งหมดอาจจะไม่ได้เพิ่มขึ้น หรือเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจึงทำให้ TSS/TA เพิ่มขึ้น (นิธิยา, 2554)

ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ไม่เคลือบผิวและเคลือบผิว มีปริมาณเอทานอลเท่ากับ 264.60 ppm และ 949.18 ppm ตามลำดับ ระยะเวลาวางจำหน่ายที่ 12 วัน ผลส้มมีปริมาณเอทานอลเพิ่มขึ้น เท่ากับ 302.97 ppm และ 1,537.13 ppm ตามลำดับ โดยผลส้มที่ผ่านการเคลือบผิวจะมีปริมาณเอทานอลเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการวางจำหน่าย โดยสารเคลือบผิวจะมีผลต่อการจำกัดการผ่านเข้าออกของแก๊สภายในผลส้มกับสิ่งแวดล้อม เมื่อมีการสะสมของปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลส้มมากขึ้น และปริมาณแก๊สออกซิเจนลดลงจนไม่เพียงพอต่อการหายใจ จึงทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีการสังเคราะห์แอซีทัลดีไฮด์และเอทานอลขึ้นภายในผลส้ม ซึ่งมีผลทำให้ผลส้มเกิดกลิ่นหมักและรสชาติผิดปกติ (Hagenmaier, 2000; Porat *et al*., 2005)

สรุป

น้ำหนักผล ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณเอทานอลของผลส้มเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกับข้อมูลสเปกตรัม จึงมีความเป็นไปได้ในการใช้เนียร์อินฟราเรดเพื่อประเมินคุณภาพของผลไม้ที่ไม่เคลือบผิวและเคลือบผิว

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กทม. 10400

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ หน้า 29-32.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2554. หลักการวิเคราะห์อาหาร. โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ. 256 หน้า.

ปาริชาติ เทียนจุมพล และวิชชา สอาดสุด. 2554. การเปลี่ยนแปลงของเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัมผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา. วิทยาศาสตร์เกษตร 42(1): 79-82.

วิกันดา คงสวัสดิ์. 2541. ผลของการใช้สารสกัดจากธรรมชาติและสารเคลือบผิวต่อคุณภาพส้มเขียวหวานหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 148 หน้า.

Clark, C. J., V. A. McGlone, C. Requejo, A. White and A. B. Woolf. 2003. Dry matter determination in 'Hass' avocado by NIR spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology* 29: 300-307.

Hagenmaier, R.D. 2000. Evaluation of a polyethylene-candelilla coating for 'Valencia' oranges. *Postharvest Biology and Technology*. 19: 147-154.

Iwamoto, M., S. Kawano and Y. Ozaki. 1995. An overview of research and development of near infrared spectroscopy in Japan. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* 3: 179-189.

Ladaniya, M.S. 2008. Citrus Fruit Biology, Technology and Evaluation. Elsevier Inc., USA. 558pp.

Porat, R., B. Weiss, L. Cohen, A. Daus and A. Biton. 2005. Effects of polyethylene wax content and composition on taste, quality, and emission of off-flavor volatiles in 'Mor' mandarins. Postharvest Biology and Technology 38: 262-268.

Slaughter, D.C., J.F. Thompson and E.S. Tan. 2003. Nondestructive determination of total and soluble solids in fresh prune using near infrared spectroscopy. Postharvest Biology and Technology 28: 437-444.