Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 79-82 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 79-82 (2554)

การเปลี่ยนแปลงของเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัมของผลมะม่วงระหว่างการเก็บรักษา

Changes of Near Infrared Spectrum of Mango Fruit cv. Nam Dok Mai Si Thong during Storage

ปาริชาติ เทียนจุมพล[1] และวิชชา สอาดสุด[1,2]
Parichat Theanjumpol[1] and Vicha Sardsud[1,2]

Abstract

The purpose of this research was to study the changes of near infrared spectrum of mango fruit during storage. It will be useful for the application of near infrared spectroscopy to detect the quality of mango. Mango fruits cv. Nam Dok Si Thong were harvested at 100 and 110 days after fruit set. The fruit spectra were measured using NIRSystem6500 in a wavelength range of 700 to 1100 nm before they were stored at 13 °C for 21 days and 22 °C for 7 days. Thereafter, the fruit spectra were repeatedly measured and weighted to calculate the percentage of weight loss for each temperature. It was found that the mango spectra clearly showed a peak at 980 nm. The absorbance at this peak of mango fruit, harvested at 100 and 110 days after fruit set were 1.20 and 1.14. It was decreased and significantly different ($P<0.05$) after storage at 13 °C for 21 days and 22 °C for 7 days which were 0.90, 0.94 and 1.08, 1.08, respectively. Similar to the increasing percentage of weight loss were 14.82 and 16.13 %.

Keywords: near infrared spectrum, mango, storage

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัมของผลมะม่วง ในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปีในการตรวจสอบคุณภาพของผลมะม่วง มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองเก็บเกี่ยวที่ระยะ 100 และ 110 วัน หลังติดผล วัดสเปกตรัมผลมะม่วงด้วยเครื่อง NIRSystem6500 ในช่วงความยาวคลื่น 700 ถึง 1100 นาโนเมตร ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน แล้วจึงนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน วัดสเปกตรัมผลมะม่วงหลังการเก็บรักษาที่แต่ละอุณหภูมิ และชั่งน้ำหนักผลเพื่อ คำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ผลการทดลองพบว่า สเปกตรัมของผลมะม่วงพบพีกชัดเจนที่สุดที่ความยาวคลื่น 980 นาโน-เมตร และค่าการดูดกลืนแสงของผลมะม่วงที่ระยะเก็บเกี่ยว 100 และ 110 วัน หลังติดผล มีค่าเท่ากับ 1.20 และ 1.14 โดยมีค่าลดลงและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 21 วัน และที่ 22 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 7 วัน เท่ากับ 0.90, 0.94 และ, 1.08, 1.08 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการสูญเสีย น้ำหนัก ของผลมะม่วงที่มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 14.82 % และ 16.13 %

คำสำคัญ: เนียร์อินฟราเรดสเปกตรัม, มะม่วง, การเก็บรักษา

คำนำ

การตรวจประเมินคุณภาพของผลิตผลเกษตรด้วยเทคโนโลยีแบบไม่ทำลาย (non-destructive) กำลังเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย โดยมีการนำเทคนิคต่างๆ มาประยุกต์ใช้ ได้แก่ เทคนิคด้านเสียง (acoustic technique) และเทคนิคด้านแสง ได้แก่ เอ็กซ์เรย์ อินฟราเรด โดยเฉพาะเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (near infrared spectroscopy, NIRS) ซึ่งปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยงานด้านนี้กันอย่างกว้างขวาง ในผลิตผลหลายชนิดทั้งธัญพืช ได้แก่ ข้าว (Theanjumpol *et al.,* 2006; Ripon *et al*., 2006; Makmoon *et al*., 2009) และถั่วเหลือง (Maneewan *et al*., 2009) ผัก และผลไม้ ได้แก่ แก้วมังกร ส้ม (Tasuwan, 2003) มังคุด (Teerachaichayut *et al*., 2009) และมะม่วง (Saranwong *et al*., 2004) ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต เนื่องจากผลิตผลเกษตรประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลประกอบด้วยอะตอมธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และออกซิเจน เกาะกันด้วยพันธะโควาเลนซ์สามารถดูดกลืน

[1]สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1] Postharvest Technology Research Institute/Postharvest Technology Innovation Center, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[2] ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[2]Entomology and Plant Pathology Department, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

แสงเนียร์อินฟราเรดได้ (Ozaki *et al*., 2007) และเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ภายหลังการเก็บเกี่ยวแล้ว อันเป็นผลจากกระบวนการสรีรวิทยาและปฏิกิริยาชีวเคมีของผลิตผล (นิธิยาและดนัย, 2548) และเพื่อให้การประยุกต์ใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี สำหรับประเมินคุณภาพของผลมะม่วงมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงเนียร์อินฟราเรดสเปกตรัมของผลมะม่วงในระหว่างการเก็บรักษา

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ที่ระยะ 100 และ 110 วัน หลังติดผล (ใช้ผลมะม่วงจำนวน 100 ผลต่อระยะเวลาการเก็บเกี่ยว) จากสวนเกษตรกรอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ฤดูกาลผลิตปี 2553 (เดือนพฤษภาคม) ขนส่งด้วยรถควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส มายังห้องปฏิบัติการของสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วัดสเปกตรัมผลมะม่วงด้วยเครื่อง NIRSystem6500 (Figure 1) โดยการวัดค่าการสะท้อนกลับของแสง ด้วยหัววัดแบบ fiber optic ในช่วงความยาวคลื่น 700 ถึง 1100 นาโนเมตร ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน (ความชื้นสัมพัทธ์อากาศประมาณ 80 - 90 เปอร์เซ็นต์) แล้วจึงนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน วัดสเปกตรัมผลมะม่วงหลังการเก็บรักษาที่แต่ละอุณหภูมิและชั่งน้ำหนักผลเพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักดังสมการ

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก = ((น้ำหนักเริ่มต้น – น้ำหนักที่ชั่งได้)/น้ำหนักเริ่มต้น) x100

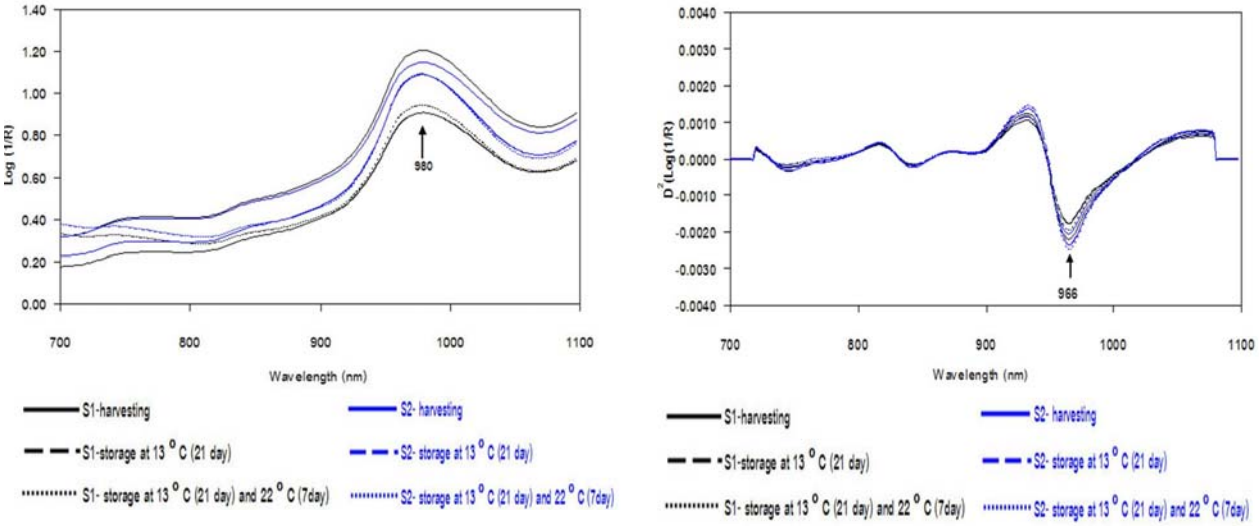
(a) (b)

Figure 1 Measurement of NIR spectrum of mango fruit (a) NIRSystem6500 obtained with fiber optic probe (b) Temperature control of mango fruit at 25 °C

ผลและวิจารณ์

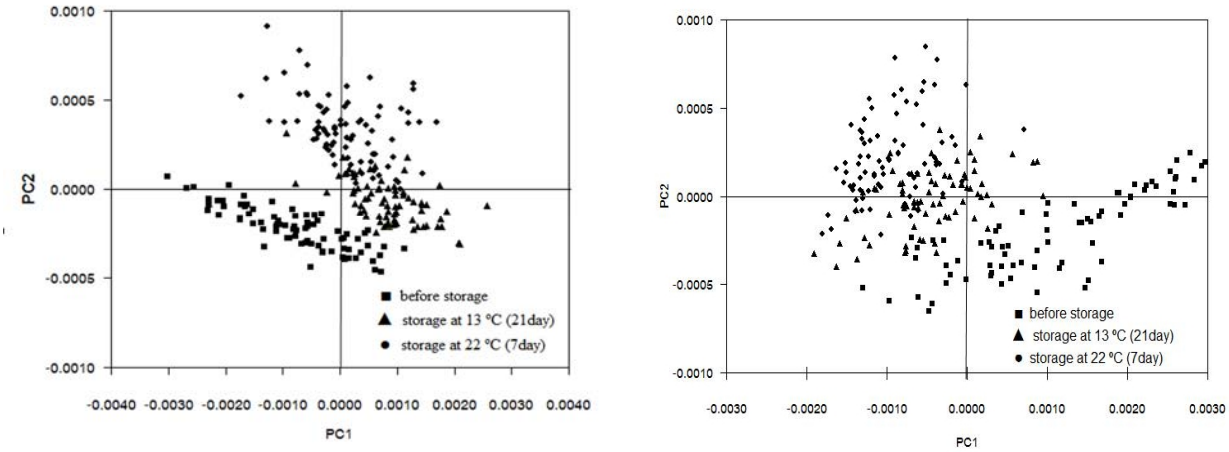
สเปกตรัมของผลมะม่วงที่ระยะเริ่มต้นก่อนเก็บรักษาและภายหลังการเก็บรักษา พบพีกชัดเจนที่ความยาวคลื่น 980 นาโน-เมตร ซึ่งค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของผลมะม่วงที่ความยาวคลื่นดังกล่าว ที่ระยะเก็บเกี่ยว 100 และ 110 วันหลังติดผล ก่อนนำไปเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 1.20 และ 1.14 และเมื่อนำผลมะม่วงไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 21 วัน มีค่าเท่ากับ 0.90 และ 0.94 จากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 7 วัน มีค่าเท่ากับ 1.08 และ 1.08 ตามลำดับ นั่นคือค่าการดูดกลืนแสงของผลมะม่วงมีแนวโน้มลดลงภายหลังการเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่ง Saranwong *et al*. (2003) รายงานว่าแถบการดูดกลืนแสงเนียร์อินฟราเรดที่ความยาวคลื่น 978 นาโนเมตร คือ แถบการดูดกลืนแสงของน้ำ (water absorption band) ขณะที่ Gomez *et al*. (2006) รายงานว่าพบพีกน้ำชัดเจนที่ความยาว คลื่น 975 นาโนเมตร บนสเปกตรัมของผลส้ม Satsuma mandarin เมื่อแปลงข้อมูลสเปกตรัมดั้งเดิม (original spectrum) ด้วยอนุพันธ์อันดับที่สอง (second derivative) พบพีกหัวกลับที่ชัดเจนที่ความยาวคลื่น 966 นาโนเมตร คือ พีกของน้ำเช่นเดียวกัน เนื่องจาก การแปลงข้อมูลด้วยอนุพันธ์อันดับที่สองสามารถลดอิทธิพลของการซ้อนทับกันของพีก (overlapping) แต่พีกที่ได้จะเป็นพีกหัวกลับของพีกในสเปกตรัมดั้งเดิม จากความแตกต่างของความยาวคลื่นที่พบพีกน้ำ สามารถอธิบายได้ว่าน้ำหรือความชื้นที่พบในผลิตผลเกษตร สามารถดูดกลืนคลื่นแสงเนียร์อินฟราเรดที่ความยาวคลื่นต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำและสถานะของน้ำเนื่องจากเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของผลิตผลเกษตร โดยเฉพาะผักและผลไม้ มีปริมาณถึง 80-95 % (นิธิยา, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วง ที่มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 14.82 % และ 16.13 % เช่นเดียวกับ Ayuchareon and Kanlayanarat (2002) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย

น้ำหนักของผลมะม่วงที่เก็บรักษาในสภาพอากาศปกติ ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น จากการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงที่เพิ่มขึ้นจึงส่งผลต่อค่าการดูดกลืนแสงในสเปกตรัมของผลมะม่วงมีค่าลดลงโดยเฉพาะที่ความยาวคลื่นที่พบพีกน้ำ



(a) (b)

Figure 2 Means spectra of mango fruit at two harvesting times (100 and 110 days after fruit set) were stored at 13 °C for 21 days and 22 °C for 7 days (a) original spectra and (b) second derivative spectra



(a) (b)

Figure 3 PCA score plot (PC1 vs. PC2) of mango fruit spectra at two harvesting times (a) 100 day after fruit set and (b)110 days after fruit set

และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลสเปกตรัมของผลมะม่วงทั้งสองระยะเก็บเกี่ยว ก่อนการเก็บรักษาและภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ ด้วยเทคนิค principle component analysis (PCA) พบว่า สเปกตรัมของผลมะม่วงสามารถจำแนกได้เป็นสองกลุ่ม ด้วย PC1 และ PC2 โดยกลุ่มที่ 1 คือ สเปกตรัมผลมะม่วงก่อนการเก็บรักษา และกลุ่มที่สองคือสเปกตรัมของผลมะม่วงภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เวลา 21 วัน และ 22 องศาเซลเซียส เวลา 7 วัน (Figure 3) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการดูดกลืนแสงของพีกน้ำและการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2551. เคมีอาหาร. โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์. กรุงเทพมหานคร. 504 หน้า.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร. 248 หน้า.

Ayuchareon, S. and S. Kanlayanarat. 2002. Effects of low O_2 and high CO_2 controlled atmospheres on fruit quality and storage life of 'Namdokmai' mango (*Mangifera indica* L.). p. 161-165. *In*: Postharvest Education and Research Development Project in Postharvest Technology (ed.). *Postharvest Education and Research Development Project in Postharvest Technology 2002*- Chiang Mai.

Gomez, A. H., Y. He and A. G. Pereira. 2006. Non-destructive measurement of acidity, soluble solids and firmness of Satsuma mandarin using Vis/NIR-spectroscopy techniques. *Journal of Food Engineering* 77:313-319.

Makmoon, S., S. Limpiti and P. Theanjumpol. 2009. Using near infrared spectroscopy to detect the adulterating milled rice cv. Khao Dawk Mali 105 with cv. Chainat 1. The 14th International Conference of Near Infrared Spectroscopy. 7-16 November 2009. Amari Watergate Hotel, Bangkok, Thailand.

Maneewan, W., S. Limpiti and P. Theanjumpol. 2009. The application of near infrared reflectance spectroscopy to determine the moisture and protein content in soybean seeds. The 14th International Conference of Near Infrared Spectroscopy. 7-16 November 2009. Amari Watergate Hotel, Bangkok, Thailand.

Osaki, Y., W.F. McClure and A. .A. Christy. 2007. Near –Infrared Spectroscopy in Food Science and Technology. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, USA. 408 p.

Ripon, S., S. Thanapornpoonpong, S. Vearasilp and P. Theanjumpol. 2006. Prediction of amylose content of milled rice by near-infrared reflectance spectroscopy. 32nd Congress on Science and Technology of Thailand. 10-12 October 2006. Venue: Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok Thailand.

Saranwong, S., J. Sornsrivichai and S. Kawana. 2003. Performance of a portable near infrared instrument for Brix value determination of intact mango fruit. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* 11: 175-181.

Saranwong, S., J. Sornsrivichai and S. Kawano. 2004. Prediction of ripe-stage eating quality of mango fruit from its harvest quality measured nondestructively by near infrared spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology* 31: 137-145.

Tasuwan, W. 2003. Determination of tangerine quality by near infrared spectroscopy technique. M.S. Thesis. Chiang Mai University, Thailand. 133 pp.

Teerachaichayut, S., W. Thanapase, S. Kasemsumran, K. Shigefuji, K. Kiji, Y. Nitta, S. Saranwong and S. Kawano. 2009. Development of an NIR sorting machine for detecting internal disorder and quality of mangosteen fruit. The 14th International Conference of Near Infrared Spectroscopy. 7-16 November 2009. Amari Watergate Hotel, Bangkok, Thailand.

Theanjumpol, P., R. Rittiron, S. Thanapornpoonpong and S. Vearasilp. 2006. High accuracy moisture determination in milled rice cv. Khao DawkMali 105 by near infrared spectroscopy. *Journal of Agriculture* 22(3):213-222.