Agricultural Sci. J. 39 : 3 (Suppl.) : 70-73 (2008) ว. วิทย. กษ. 39 : 3 (พิเศษ) : 70-73 (2551)

การประเมินคุณภาพของผลฝรั่งแบบไม่ทำลายเพื่อการค้าในเชิงพาณิชย์

Nondestructive Quality Evaluation of Guava for Commercial Trade

รณฤทธิ์ ฤทธิรณ[1,2,3] ปนัดดา ไกรลาศโอฬาร[1] และ มัลฐิตา อึ้งพานิช[1]
Ronnarit Rittiron[1,2,3] Panutda Krailasolarn[1] and Munthita Oungpanich[1]

Abstract

Sweetness and vitamin C of guava are the primary quality factors from a viewpoint of customer's preference. However, traditional analysis of the quality generally impairs flesh fruit. Consequently, guava can not be sold in the market or further inspected. Therefore, nondestructive quality evaluation of guava is desirable to customers, who are able to select products having favorite quality. In addition, farmers or seller can guarantee their quality. Thereafter, they will raise the fruit value and earn more income commensurate with the quality.

Nondestructive quality (sweetness and vitamin C) evaluation system of guava was developed by the relationship between the qualities and near infrared (NIR) absorbance acquired by portable NIR spectrometer. From the result of multiple linear regression (MLR), it was found that the developed system was sufficiently accurate to determine Brix value nondestructively with multiple correlation coefficient (R) of 0.94, standard error of prediction (SEP) 0.54% with bias of -0.08%. For determination of Vitamin C, the system could be used for rough screening, with R, SEP, bias of 0.74, 0.20% and 0.03%, respectively. The prediction values from both equations showed not significant difference with actual values at 95% confidence intervals.

Keywords: Guava, Quality, Near infrared spectroscopy, NIRs

บทคัดย่อ

ความหวานและปริมาณวิตามินซีเป็นคุณภาพอันดับแรกที่ผู้บริโภคคำนึงถึง แต่การวิเคราะห์ปริมาณความหวานและปริมาณวิตามินซีโดยทั่วไปจะต้องทำลายเนื้อของผลไม้ ทำให้ผลไม้ไม่สามารถนำมาขายหรือนำมาทดสอบคุณสมบัติอื่นๆได้อีก ดังนั้นการวิเคราะห์ปริมาณความหวานและปริมาณวิตามินซีของผลไม้แบบไม่ทำลาย จึงเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ทำให้สามารถเลือกผลไม้ที่มีระดับคุณภาพได้ตามต้องการ อีกทั้งผู้ขายหรือผู้ผลิตยังสามารถรับประกันคุณภาพได้ ทำให้มูลค่าของผลไม้สูงขึ้นอีกด้วย

ระบบการทำนายคุณภาพ (ปริมาณความหวานและปริมาณวิตามินซี) แบบไม่ทำลาย ถูกสร้างขึ้นโดยสร้างความสัมพันธ์คุณภาพกับการดูดกลืนพลังงานย่าน Near Infrared (NIR) ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ โดยผลฝรั่งถูกวัดสเปกตรัมด้วยเครื่องสเปคโตรมิเตอร์แบบพกพา ผลการสร้างระบบพบว่า สามารถทำนายปริมาณความหวานได้อย่างแม่นยำ ด้วยค่า multiple correlation coefficient (R) = 0.94, Standard Error of Prediction (SEP) = 0.54% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (Bias) = -0.08% สำหรับการทำนายปริมาณวิตามินซีสามารถนำไปใช้ในการคัดแยกกลุ่มของผลฝรั่งในเบื้องต้นได้ ด้วยค่า R = 0.74, SEP = 0.20% และBias = 0.03% โดยค่าที่ทำนายได้จากสมการทั้งสองไม่แตกต่างจากค่าจริงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คำสำคัญ: ฝรั่ง คุณภาพ เนียร์อินฟราเรดสเปคโทรสโกปี

คำนำ

ฝรั่งเป็นไม้ผลที่มีขายตลอดทั้งปีและมีคุณค่าทางอาหารสูง ในปี 2546 มีปริมาณการบริโภคภายในประเทศ 167,200 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 1,672,000,000 บาท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550) ในปัจจุบันจึงมี เกษตรกรบางรายปลูกพันธุ์ที่มี

[1] ภาควิชาวิศวกรรมการอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140
[1] Department of Food Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Nakhon Pathom
[2] ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140
[2] Postharvest Technology Center, Research and Development Institute at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Nakhon Pathom
[3] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[3] Postharvest Technology Innovation Center, Kasetsart University

รสชาติหวานเป็นพิเศษ และดูแลในโรงเรือนเพื่อต้องการขายผลผลิตที่มีคุณภาพสูง แต่ในขณะที่เกษตรกรไม่สามารถประกันรสชาติของผลผลิตได้ จึงทำให้ขาดโอกาสที่จะขายได้ในราคาที่ดี ปริมาณสูง และยากที่ผู้บริโภคจะยอมรับ

การวิเคราะห์คุณภาพโดยเฉพาะปริมาณความหวานและปริมาณวิตามินซี โดยทั่วไปจะต้องทำลายเนื้อของผลไม้ ทำให้ผลไม้เหล่านี้ไม่สามารถนำมาขายหรือนำมาทดสอบคุณสมบัติอื่นๆได้อีก ดังนั้นการวิเคราะห์แบบไม่ทำลาย จึงเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ทำให้สามารถเลือกผลไม้ที่มีระดับรสชาติตามที่ต้องการ สร้างระบบการซื้อ-ขายที่เป็นธรรมต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค เทคนิค Near Infrared Spectroscopy (NIR) เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพแบบไม่ทำลายวิธีหนึ่งที่มีศักยภาพสูง ถูกนำมาใช้ในการทำนายความหวานสำหรับผลไม้หลายชนิด เช่น ท้อ (Kawano และคณะ,1992), ส้ม (Kawano และคณะ, 1993), มะม่วง (Sarangwong และคณะ, 2001) และผลไม้อื่นๆอีกหลายชนิด ในปัจจุบันมีเครื่อง NIR สเปคโตรมิเตอร์ แบบพกพาที่มีราคาย่อมเยา ทำให้เกษตรกร รวมทั้งผู้ขายผลไม้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับกิจการของตัวเองได้ แต่ก่อนการนำเครื่องมือดังกล่าวไปใช้จะต้องสร้างสมการทำนายสำหรับผลฝรั่งโดยเฉพาะ มิฉะนั้นจะเกิดความผิดพลาดในการทำนายสูงเกินขีดจำกัดของการยอมรับทางสถิติ

ดังนั้นงานวิจัยนี้ต้องการที่จะสร้างระบบการประเมินความหวานและปริมาณวิตามินซีของผลฝรั่งแบบไม่ทำลายโดยอาศัยเครื่อง NIR แบบพกพาที่มีราคาย่อมเยา

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. ผลฝรั่ง

ผลฝรั่งจำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กลมสาลี่, พันธุ์แป้นสีทอง และพันธุ์ลูกผสม (Hort D1) จากสวนของภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

2. NIR Spectrometer

การวัดสเปกตรัมของผลฝรั่งจะใช้เครื่องสเปคโตรมิเตอร์แบบพกพา (FQA-NIRGUN, Japan) ในระบบการวัด Interactance ช่วงความยาวคลื่น 700-1100 nm (Figure 1) โดยก่อนการวัดสเปกตรัม ผลฝรั่งจะถูกควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ water bath ที่ 25°C เป็นเวลา 15 นาที

Figure 1 Portable NIR Spectrometer (FQA-NIRGUN, Japan)

3. การวิเคราะห์ค่าทางเคมี

ปริมาณความหวาน จะวัดปริมาณของแข็ง(น้ำตาล) ที่ละลายน้ำได้โดยใช้เครื่อง Digital Refractometer (Atago PR-32α , Japan) ในหน่วย %Brix สำหรับปริมาณวิตามินซี จะใช้วิธีการไตเตรท ในหน่วย mg/g

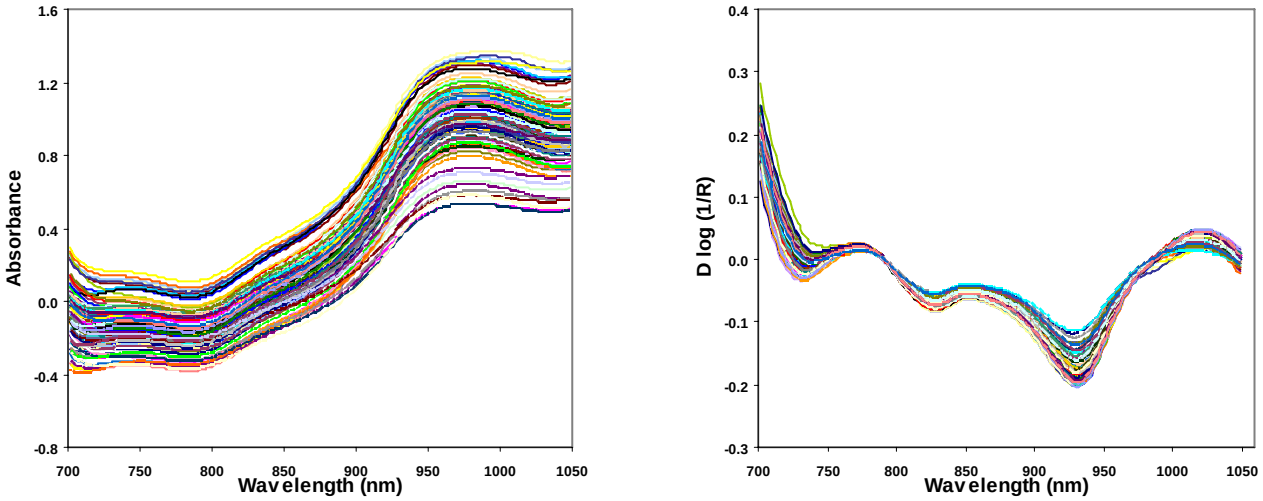
4. การสร้างสมการทำนาย

นำข้อมูลสเปกตรัมของผลฝรั่งมาหาความสัมพันธ์กับค่าทางเคมีที่วิเคราะห์ โดยการสร้างสมการทำนายด้วยวิธีการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ (Multiple linear regression, MLR) โดยอาศัยโปรแกรม CA Maker ก่อนการสร้างสมการจะแปลงรูปสเปกตรัมของผลฝรั่ง ด้วยวิธีอนุพันธ์อันดับหนึ่งโดยกำหนด segment 14 nmและsmooth 4 nm

ผล

1. Spectrum ของผลฝรั่ง

จากสเปกตรัมของผลฝรั่ง (Figure 2a) จะสังเกตเห็นจุดยอดที่ 960 nm จากทฤษฎีการดูดกลืนแสงพบว่าเป็นตำแหน่งการดูดกลืนของน้ำ (Osborne และคณะ,1993) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในผลฝรั่ง นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นเส้นสเปกตรัมมีการยกตัวเป็นขั้น (Baseline shift) ซึ่งเกิดจากการกระเจิงของแสง (scattering) ที่ผิวของฝรั่งทำให้สเปกตรัมเบี่ยงเบน จึงต้องทำการปรับแต่งสเปคตรัมโดยวิธีอนุพันธ์อันดับหนึ่ง (first derivative) โดยอาศัยโปรแกรม CA maker (Figure 2b)

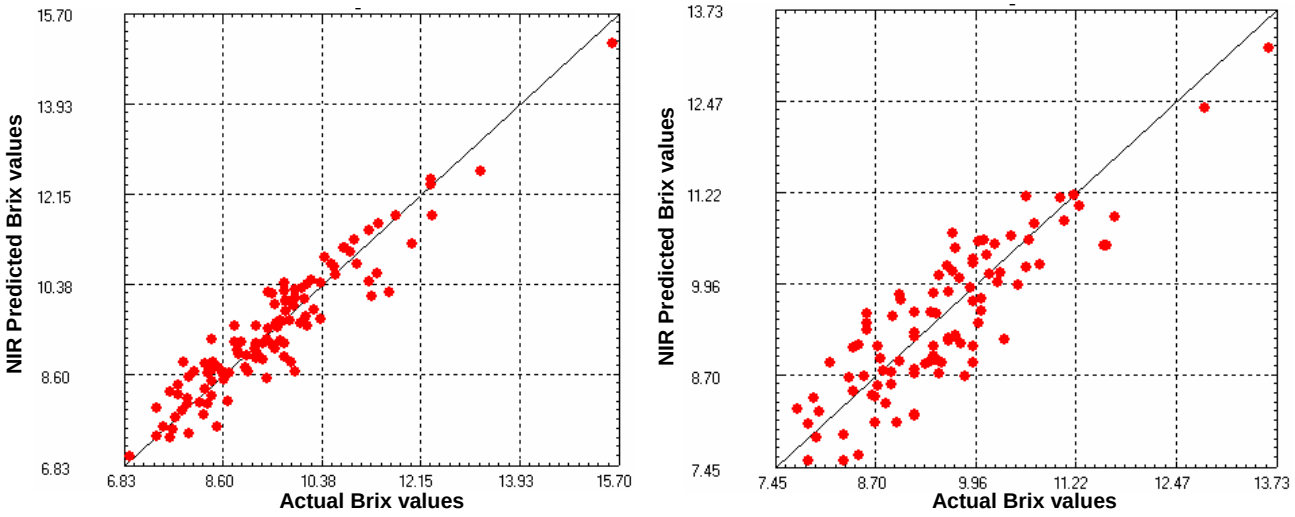


(a) Original spectrum (b) First derivative spectrum

Figure 2 Spectrum of guava in the region of 700-1050 nm

2. สมการทำนายปริมาณความหวาน

ผลการสร้างสมการดัง Scatter plots (Figure 3) จากรูปแสดงการเปรียบเทียบค่าที่ทำนายและค่าจริงของปริมาณความหวานในกลุ่มCalibration set และ Validation set ตามลำดับ ได้ค่า Correlation coefficient (R) = 0.94, Standard Error of Calibration (SEC) = 0.47%, Standard error of prediction (SEP) = 0.54% และค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (Bias) = -0.08% ค่าทำนายปริมาณความหวานอยู่ใกล้เส้น Target line บ่งบอกถึงการทำนายได้อย่างแม่นยำ



(a) Calibration sample set (b) Validation sample set

Figure 3 Scatter plots of actual and NIR predicted Brix values

3. สมการทำนายปริมาณวิตามินซี

สำหรับสมการทำนายปริมาณวิตามินซีนั้นได้ผลการสร้างสมการ ค่า R = 0.74, SEC = 0.19 mg/g, SEP = 0.20 mg/g และ Bias = 0.03 mg/g ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการคัดแยกผลฝรั่งในเบื้องต้นได้

วิจารณ์ผล

การปรับแต่งสเปคตรัมก่อนการสร้างสมการทำนายโดยวิธีอนุพันธ์อันดับหนึ่งสามารถกำจัดอิทธิพลจาก scattering ได้ สังเกตเส้นสเปกตรัมอยู่ชิดกันมากขึ้น โดยสมการทำนายปริมาณความหวานใช้จำนวนตัวแปรในสมการทั้งสิ้น 5 ตัวแปร และสมการทำนายปริมาณวิตามินซี 6 ตัวแปร มีสมการทำนายดังนี้

$$\text{Brix (\%)} = 14.20 + 456.56A_{824} + 580.68A_{858} - 555.29A_{876} - 580.08A_{886} + 75.71A_{924}$$

$$\text{Vitamin C (mg/g)} = 1.74 - 11.80A_{716} + 129.91A_{752} - 148.45A_{768} - 49.61A_{816} + 142.76A_{856} - 67.12\,A_{880}$$

โดย A_x คือ ค่าอนุพันธ์อันดับหนึ่งของการดูดกลืนที่ความยาวคลื่น x nm

ซึ่งจะสังเกตเห็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับน้ำตาล อยู่ที่ตำแหน่งที่ 924 nm (Kawano และคณะ, 1993) ซึ่งเป็นการดูดกลืนของ crystalline sucrose และ fructose ในผลฝรั่ง ในขณะที่สมการทำนายปริมาณวิตามินซีจะสังเกตเห็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับ Ascorbic acid อยู่ที่ตำแหน่งการดูดกลืนที่ 752 nm ซึ่งเป็นตำแหน่งการสั่น third overtone ของพันธะ O-H ของกรด (Osborne และคณะ, 1993)

จากผลการทดสอบสถิติ พบว่าค่าเฉลี่ยความผิดพลาดของการทำนายด้วยวิธี NIR ทั้งสองสมการไม่แตกต่างจากค่าจริงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นการปรับแต่งสเปคตรัมก่อนการสร้างสมการทำนายอย่างถูกต้อง และมีข้อมูลการดูดกลืนขององค์ประกอบทางเคมีในสมการทำนาย จะทำให้สามารถสร้างสมการทำนายได้อย่างแม่นยำ

สรุป

เครื่อง NIR แบบพกพาสามารถนำไปใช้แยกและคัดเลือกผลฝรั่งเพื่อการค้าในเชิงพาณิชย์ได้ โดยสามารถทำนายปริมาณความหวานได้อย่างแม่นยำ และสามารถนำไปใช้คัดแยกผลฝรั่งตามปริมาณวิตามินซีในเบื้องต้นได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2550 และขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวงที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่อง NIR สเปคโตรมิเตอร์แบบพกพา

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550. ฝรั่ง. แหล่งที่มา: http://www.doae.go.th/plant/farung.htm (มีนาคม 2551).

Kawano, S., H. Watanabe, and M. Iwamoto. 1992. Determination of Sugar Content in Intact Peaches by Near Infrared Spectroscopy with Fiber Optics in Interactance Mode. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 61(2): 445-451.

Kawano, S., T. Fujiwara, and M. Iwamoto. 1993. Nondestructive Determination of Sugar Content in Satsuma Mandarin using Near Infrared (NIR) Transmittance. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 62 (2): 465-470.

Osborne, B.G., T. Fearn, and P.H. Hindle. 1993. *Practical NIR Spectroscopy with Applications in Food and Beverage Analysis*. Longman Scientific & Technical. Singapore. 29.

Sarangwong, S., J. Sornsrivichi, and S. Kawano. 2001. Improvement of PLS calibration for Brix value and dry matter of mango using information from MLR calibration. *J. Near Infrared Spectrsc.* 9: 287-295.