

การประเมินปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลชมพู่พันธุ์ทับทิมจันทน์(*Syzygium samarangense* Merr. & L.M.Perry) แบบไม่ทำลายด้วยเทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้
Nondestructive Determination of Total Soluble Solids in 'ThabThim Chan' Java Apple (*Syzygium samarangense* Merr. & L.M.Perry) Fruit by Near Infrared Spectroscopy Technique

พีรพงษ์ แสงวงวงศ์กุล^{1,2}, บุญยรัตน์ กมขุนทด¹, ยูพิน อ่อนศิริ¹, สุตหทัย โภชนากรณ์³ และรณฤทธิ์ ฤทธิธิน^{2,3}
Peerapong Sangwanangkul^{1,2}, Boonyarath Khomkoontod¹, Yupin Onsiri¹, Suttahatai Pochanagone³ and Ronnarit Rittiron^{2,3}

Abstract

Total soluble solids (TSS) is an important trait used as a quality standard and index of 'Thab Thim Chan' java apple fruit. However, the flavor of java apple fruit in the market is not consistent. The objective of this research was to develop a non-destructive evaluation system for determining TSS of the fruit. Near infrared (NIR) absorbance (spectra) of java apple fruits were acquired by a portable NIR spectrometer in the interactance mode in the wavelength region of 700-1100 nm. Prediction equations of TSS were then developed by the relationship between TSS contents and spectra, using multiple linear regression analysis. The multiple correlation coefficient (R), standard error of calibration (SEC), standard error of prediction (SEP) and bias of the equation were 0.9219, 0.6977%, 0.6226% and 0.0277%, respectively. This equation was suitable for predicting TSS of 'Thab Thim Chan' java apple fruit as a quality index.

Keywords: Sweetness, Standard, NIR

บทคัดย่อ

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids, TSS) ถูกกำหนดเป็นมาตรฐานและดัชนีคุณภาพที่สำคัญของชมพู่ทับทิมจันทน์ อย่างไรก็ตามรสชาติของชมพู่ในตลาดยังคงเป็นปัญหา การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ปริมาณ TSS ของชมพู่ทับทิมจันทน์แบบไม่ทำลายตัวอย่าง การวิเคราะห์ปริมาณ TSS ถูกพัฒนาขึ้นจากความสัมพันธ์ระหว่างค่า TSS กับค่าการดูดกลืนพลังงานอินฟราเรดย่านใกล้ (near infrared, NIR) ด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์แบบพกพาในระบบการวัดแบบสะท้อนกลับในช่วงความยาวคลื่น 700-1100 นาโนเมตร จากนั้นสร้างสมการทำนายด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ พบว่า สมการทำนายของเครื่องสเปกโตรมิเตอร์แบบพกพามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบพหุ (multiple correlation coefficient, R) เท่ากับ 0.9219 ความผิดพลาดมาตรฐานสำหรับกลุ่มสร้างสมการ (standard error of calibration, SEC) เท่ากับ 0.6977% ความผิดพลาดมาตรฐานสำหรับกลุ่มทำนาย (standard error of prediction, SEP) เท่ากับ 0.6226% และความลำเอียง (bias) เท่ากับ 0.0277% สมการนี้สามารถนำมาใช้ทำนายปริมาณ TSS ของชมพู่ทับทิมจันทน์สำหรับใช้เป็นดัชนีคุณภาพได้

คำสำคัญ: ความหวาน, มาตรฐาน, เนียร์อินฟราเรด

คำนำ

ชมพู่ทับทิมจันทน์ เป็นพันธุ์ที่มีต้นกำเนิดอยู่ที่ประเทศอินโดนีเซีย เป็นผลไม้ที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรชาวสวนดำเนินสะดวกและในหลายพื้นที่เป็นอย่างมาก เป็นที่นิยมทั้งในและต่างประเทศ (นิรนาม, ม.ป.ป.) ผลมีสีแดงเข้ม ทรงผลยาวโต เนื้อแน่น กรอบ และ มีความหวานสูงถึง 14 องศาบริกซ์ (นิรนาม, ม.ป.ป.) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ประกาศใช้มาตรฐานสินค้าเกษตรสำหรับชมพู่ (มกษ.17-2554) โดยคำนึงถึงคุณภาพ ขนาด และความปลอดภัยด้านการบริโภคของผลชมพู่แต่ละชั้น (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554) ส่วนผู้บริโภคนั้นมักจะคำนึงถึงรสชาติเป็นสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ พีรพงษ์และคณะ (2556) พบว่าความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลชมพู่พันธุ์ทับทิมจันทน์สัมพันธ์

¹ ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

² Postharvest Technology Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

³ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

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

³ ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

³ Department of Food Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

สอดคล้องกับความหวาน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากถึง 0.853 ซึ่งหมายถึงผู้บริโภคพึงพอใจมากเมื่อผลมีรสหวาน ซึ่งการประเมินปริมาณ TSS ในปัจจุบันเป็นการสุ่มตรวจ ไม่สามารถทำได้ทุกผล เนื่องจากต้องทำลายผล ดังนั้นการใช้เทคนิค NIRs ในการประเมินคุณภาพผลจึงเป็นวิธีการที่มีศักยภาพ โดยสุพรรณพรและคณะ (2554) รายงานว่า NIRs สามารถประเมินปริมาณ TSS ในผลมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายได้อย่างแม่นยำ เช่นเดียวกับการทำนายปริมาณวิตามินซี (พีรพงษ์และคณะ, 2554) ดังนั้นจึงทำการศึกษาดังปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลชมพูทับทิมจันทร์ โดยใช้การประเมินแบบไม่ทำลายตัวอย่าง ด้วยเทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่างผลชมพูทับทิมจันทร์

คัดเลือกผลชมพูพันธุ์ทับทิมจันทร์ที่ซื้อจากตลาดไท จ.ปทุมธานี ในเดือนมกราคม 2556 จำนวน 100 ผล ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ทำการควบคุมอุณหภูมิของผลชมพูทับทิมจันทร์ให้อยู่ที่อุณหภูมิ 30 ± 1 องศาเซลเซียส

2. NIR Spectrometer และการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solids: TSS)

การวัดสเปกตรัมของผลชมพูทับทิมจันทร์จะใช้เครื่อง NIR Spectrometer แบบพกพา (FQA-NIRGUN, Japan) และแบบตั้งโต๊ะ (FT-NIR รุ่น MPA, Germany) ในระบบการวัดแบบสะท้อนกลับ ช่วงความยาวคลื่น 700-1100 นาโนเมตร วัดสเปกตรัมของผลชมพูทับทิมจันทร์ โดยวัดสเปกตรัม ณ ตำแหน่งไหล่ผล หลังจากนั้นคั้นน้ำจากเนื้อชมพูทับทิมจันทร์บริเวณเดียวกับที่วัดสเปกตรัม แล้ววัดปริมาณ TSS ในผลชมพูทับทิมจันทร์ ด้วยเครื่อง hand refractometer รายงานค่าเป็นหน่วยเปอร์เซ็นต์ (%)

3. การสร้างสมการเทียบมาตรฐาน

นำข้อมูลสเปกตรัมของผลชมพูทับทิมจันทร์ มาหาความสัมพันธ์กับปริมาณ TSS โดยการสร้างสมการเทียบมาตรฐาน ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ (multiple linear regression: MLR) โดยอาศัยโปรแกรม CA Maker สำหรับเครื่อง NIR spectrometer แบบพกพา และวิธีการวิเคราะห์การถดถอยกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน (partial least square regression: PLS) โดยอาศัยโปรแกรม OPUS สำหรับเครื่อง NIR spectrometer แบบตั้งโต๊ะ ซึ่งการสร้างสมการข้อมูลสเปกตรัมจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ calibration set สำหรับใช้ในการสร้างสมการเทียบมาตรฐาน และ validation set สำหรับใช้ในการทดสอบความแม่นยำของสมการเทียบมาตรฐาน ในสัดส่วน calibration set ต่อ validation set เท่ากับ 2:1

ผลและวิจารณ์

1. สเปกตรัมของผลชมพูทับทิมจันทร์

จากการวัดสเปกตรัมของผลชมพูทับทิมจันทร์ด้วยเครื่อง NIR Spectrometer แบบพกพา (FQA-NIRGUN, Japan) ได้สเปกตรัมดังภาพ Figure 1A ส่วนเครื่อง NIR Spectrometer แบบตั้งโต๊ะได้สมการ regression ดังภาพ Figure 1B

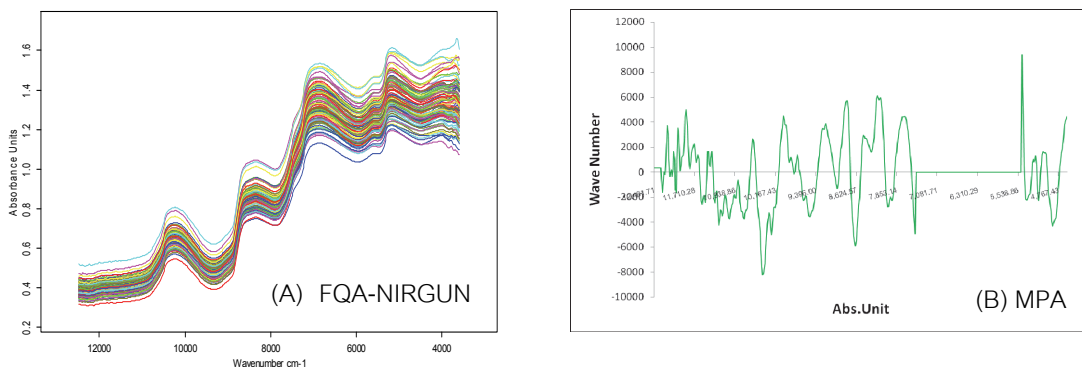


Figure 1 Original spectrum of 'Thab Thim Chan' java apple fruits at 700-1100 nm obtained from (A) portable FQA-NIRGUN (Japan) and (B) bench top FT-NIR (MPA, Germany).

2. สมการเทียบมาตรฐานปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด

2.1 เครื่อง NIR Spectrometer แบบพกพา มีผลการสร้าง scatter plots แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ทำนายและค่าจริงที่วัดได้ของปริมาณ TSS ของผลชมพูทับทิมจันทิ ดังแสดงใน Figure 2 สามารถสร้างสมการเทียบมาตรฐานสำหรับทำนายปริมาณ TSS ได้ โดยมีค่า correlation coefficient (R) = 0.9219, ค่า standard error of calibration (SEC) = 0.6977%, ค่า standard error of prediction (SEP) = 0.6226%, และค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (bias) = 0.0277%

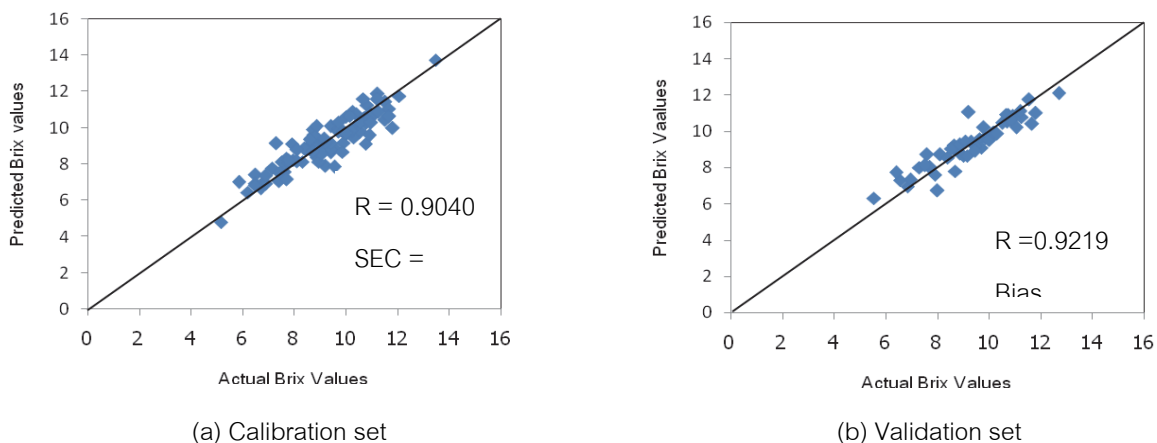


Figure 2 Scatter plots of actual and predicted TSS or Brix values from FQA-NIRGUN

2.2 เครื่อง NIR Spectrometer แบบตั้งโต๊ะ มีผลการสร้าง scatter plots แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ทำนายและค่าจริงที่วัดได้ของปริมาณ TSS ของผลชมพูทับทิมจันทิ ดังแสดงใน Figure 3 ซึ่งสามารถสร้างสมการเทียบมาตรฐานสำหรับทำนายปริมาณ TSS ได้ โดยมีค่า correlation coefficient (R) = 0.9483, ค่า standard error of calibration (SEC) = 0.4369 %, ค่า standard error of prediction (SEP) = 0.5080 %, และค่าความผิดพลาดเฉลี่ย (bias) = 0.0067 %

จะเห็นว่าสมการเทียบมาตรฐานที่ได้จากเครื่อง NIR spectrometer แบบตั้งโต๊ะให้ผลได้แม่นยำมากกว่า เนื่องจากการเก็บข้อมูลแบบ full spectrum ระบบการวัดมีความละเอียดมากกว่า ในขณะที่เครื่อง NIR spectrometer แบบพกพา มีการเก็บข้อมูลเป็นจุดๆ แต่เนื่องจากเครื่อง NIR spectrometer แบบตั้งโต๊ะ มีขนาดใหญ่ ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ดังนั้นเครื่อง NIR Spectrometer แบบพกพา จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเก็บข้อมูล

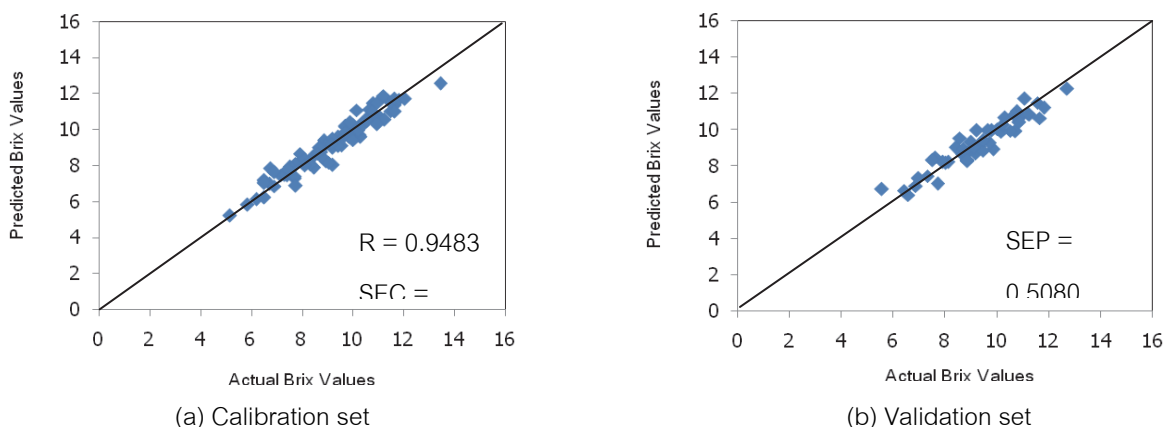


Figure 3 Scatter plots of actual and predicted TSS or Brix values from MPA-NIR

สรุป

เครื่อง NIR Spectrometer แบบตั้งโต๊ะสามารถใช้สร้างสมการเทียบมาตรฐานและประเมินปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid: TSS) ของผลชมพูพันธุ์ทับทิมจันทิแบบไม่ทำลายตัวอย่างได้อย่างแม่นยำ โดยให้ค่าทำนายไม่แตกต่างจากการวิเคราะห์ปริมาณ TSS แบบเดิมที่ใช้ hand refractometer

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน ที่สนับสนุนผลิตผล และขอบคุณ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา ที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการเดินทางร่วมประชุมบางส่วน

เอกสารอ้างอิง

- นิรนาม. ม.ป.ป. ชมพู. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://blog.taradkaset.com>. (9 กรกฎาคม, 2557).
- นิรนาม. ม.ป.ป. ชมพูทับทิมจันทิ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.fruitratichaburi.com/1417837/ชมพูทับทิมจันทิ>. (3 กรกฎาคม, 2557).
- พีรพงษ์ แสงวานงศ์กุล, กฤษณี เอี่ยมจัต, รณฤทธิ์ ฤทธิรณ และเกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์. 2554. การประเมินปริมาณวิตามินซีในผลมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายแบบไม่ทำลายตัวอย่างด้วยเทคนิค NIRs. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 42(1 พิเศษ): 75-78.
- พีรพงษ์ แสงวานงศ์กุล, ยุพิน อ่อนศิริ, บุญญรัตน์ กมขุนทด และนवलวรรณ ฟ่างสูง. 2556. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของสีผิวกับคุณภาพและการเก็บรักษาผลชมพูทับทิมจันทิที่อุณหภูมิต่ำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 44(3 พิเศษ): 109-112.
- สุพรพรรณ ศรีมาศ, พีรพงษ์ แสงวานงศ์กุล, รณฤทธิ์ ฤทธิรณ และเกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์. 2554. การประเมินปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของผลมะละกอพันธุ์ปลักไม้ลายแบบไม่ทำลาย ด้วยเทคนิคสเปกโทรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 42(1 พิเศษ): 67-70.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2554. มาตรฐานสินค้าเกษตร: ชมพู (มกษ.17-2554). กรุงเทพฯ 15 หน้า.