Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 381-384 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 381-384 (2553)

การตรวจสอบความผิดปกติไส้ฉ่ำน้ำอย่างไม่ทำลายในผลสาลี่

Nondestructive Internal Defect (Water Core) Checking of Asian Pear

รณฤทธิ์ ฤทธิรณ[1,2*], สุรีพร ณรงค์วงศ์วัฒนา[1], เขมณัฏฐ์ พุกพูล[1] ,วิระพงศ์ ชูนุ้ย[1] และ อุณารุจ บุญประกอบ[3]

Ronnarit Rittiron[1,2*], Sureeporn Narongwongwattana[1], Khemmanut Pookpul[1], Wiraphong Choonui[1] and Unaruj Boonprakob[3]

Abstract

Asian pear has been introduced and promoted for cultivation in the highlands by The Royal Project Foundation. The pears are popularly consumed in intact fresh fruit. While conventional quality checking impairs flesh fruit resulting in random testing and inhomogeneous quality found by consumers. Some pears have internal defect, watercore, which is difficult to detect externally. Therefore, nondestructive discrimination model of watercore was developed from relations of internal qualities and near infrared (NIR) absorbance in short wavelength region of 700-850 nm acquired in transmission mode. From the result, the model could discriminate the pears in the correct qualities (normal or watercore) of 95%.

Key word: Near Infrared, Watercore, Pear

บทคัดย่อ

สาลี่เป็นผลไม้ที่ส่งเสริมการปลูกบนพื้นที่ราบสูง โดยมูลนิธิโครงการหลวงซึ่งนิยมบริโภคผลสด แต่การรับประทานผลสดมักพบปัญหาไส้ฉ่ำน้ำ (Watercore) ซึ่งมีสาเหตุจากข้อจำกัดในการสุ่มตรวจคุณภาพภายในที่ต้องทำลายผล ดังนั้นแบบจำลองเพื่อคัดแยกผลสาลี่ที่มีความผิดปกติไส้ฉ่ำน้ำแบบไม่ทำลาย ถูกสร้างขึ้นโดยสร้างความสัมพันธ์ของคุณภาพภายในกับการดูดกลืนพลังงานย่าน Near Infrared (NIR) ช่วงสั้น ความยาวคลื่น 700-850 นาโนเมตร โดยใช้ระบบการวัดแบบส่องทะลุผ่าน ผลของแบบจำลองพบว่า สามารถคัดแยกคุณภาพภายในผลสาลี่ได้อย่างถูกต้อง 95%

คำสำคัญ อินฟาเรดย่านใกล้, ไส้ฉ่ำน้ำ, สาลี่

คำนำ

สาลี่เป็นผลไม้ที่นิยมบริโภคผลสด ส่วนใหญ่เป็นผลผลิตในภาคเหนือภายใต้การวิจัยและพัฒนาส่งเสริมของมูลนิธิโครงการหลวง แหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ อ่างขาง แม่ปูนหลวง และวัดจันทร์ แต่การรับประทานผลสดส่วนใหญ่ยังพบปัญหาคุณภาพภายในของผลผลิตไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะปัญหาไส้ฉ่ำน้ำ (Watercore)

ในปัจจุบันมูลนิธิโครงการหลวงจะตรวจสอบความผิดปกติภายในของผลสาลี่โดยวิธีการสุ่มตรวจ ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะทำลายผลสาลี่ทำให้ไม่สามารถนำไปขายได้ อีกทั้งยังไม่สามารถประกันคุณภาพผลสาลี่ได้ทุกผล ดังนั้นการวิเคราะห์คุณภาพภายในโดยวิธีไม่ทำลาย จึงเป็นที่ต้องการของผู้ผลิตและผู้บริโภค Lammertyn และคณะ, 2003 ประยุกต์ใช้เทคนิค X-ray CT imaging และ Magnetic Resonance Imaging (MRI) เพื่อตรวจสอบและคัดแยกผลสาลี่ ที่มีความผิดปกติภายใน core breakdown โดยไม่ทำลายผลสาลี่ แต่เทคนิคทั้ง 2 นี้ มีความยุ่งยากซับซ้อน และมีราคาสูง ไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเกษตรกรหรือผู้ประกอบการระดับฐานรากได้

เทคนิค Near infrared Spectroscopy (NIRs) เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพแบบไม่ทำลายวิธีหนึ่ง ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ดังเช่น ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการทำนายคุณสมบัติทางเคมี และความหวานของผลไม้หลายชนิด เช่น แอปเปิ้ล (McGlone and Martinsen, 2004), ส้ม (Kawano et al., 1993), มะม่วง (Sarangwong et al., 2001) และผลไม้อื่นๆอีกหลายชนิดในหลายๆประเทศมาเกือบร่วมทศวรรษ เครื่อง NIR Spectrometer

[1] ภาควิชาวิศวกรรมการอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140
[1] Department of Food Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaen Saen Campus, Nakhon Pathom 73140
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140
[3] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140
[3] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kampaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140
* Email : fengror@ku.ac.th

มีจำหน่ายในท้องตลาดมากมาย และมีราคาย่อมเยา ทำให้ผู้ประกอบการทุกระดับสามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพผลผลิตได้ การสร้าง Model การคัดแยกความผิดปกติภายในจะใช้เทคนิคการวิเคราะห์หลายตัวแปร Principle Component Analysis (PCA), และ Partial Least Square Discriminant Analysis (PLSDA)

ดังนั้นงานวิจัยนี้ต้องการที่จะประยุกต์ใช้เทคนิค NIR ในการคัดแยกผลสาลี่ ไส้ฉ่ำน้ำ (Water core) แบบไม่ทำลาย

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ผลสาลี่

ผลสาลี่พันธุ์ SH – 078 จากสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง มูลนิธิโครงการหลวง อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ จำนวน 93 ผล

การเตรียมผลสาลี่

นำผลสาลี่ไปควบคุมอุณหภูมิที่ 28°C เพื่อให้ผลสาลี่ทุกผลมีอุณหภูมิเท่ากันก่อนการวัดสเปคตรัม โดยนำแผ่นพลาสติกคลุมผิวน้ำของ water bath ก่อนที่จะวางผลสาลี่ เพื่อป้องกันผลสาลี่เปียกน้ำ จากนั้นวางเรียงผลสาลี่ลงบนแผ่นพลาสติก เป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที

การวัดสเปคตรัมของผลสาลี่

วัดสเปคตรัมในระบบส่องทะลุผ่าน (Transmission) ด้วยเครื่องสเปคโตรมิเตอร์ (PureSpect, Japan) ในช่วงคลื่นสั้น ความยาวคลื่น 700-960 nm โดยวัดตรงกลางผล บริเวณแก้มของผล 2 ตำแหน่งตรงข้ามกัน 180°โดยวางขั้วผลในแนวนอน

การตรวจสอบความผิดปกติ

ผลสาลี่จะถูกตรวจสอบความผิดปกติไส้ฉ่ำน้ำโดยผู้เชี่ยวชาญจากมูลนิธิโครงการหลวง จากนั้นตัดผลในแนวระนาบบริเวณแกนกลางผลหนา 1 เซนติเมตร และบันทึกภาพด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิตอล (Olympus, Japan)

การสร้างแบบจำลองคัดแยกความผิดปกติภายใน

นำข้อมูลสเปคตรัมของผลสาลี่มาสร้างแบบจำลองการคัดแยกความผิดปกติไส้ฉ่ำน้ำ โดยอาศัยโปรแกรม Unscrambler (Camo, Norway) ด้วยวิธี PCA (Principle Component Analysis) และวิธี PLSDA (Partial Least Square Discriminant Analysis) ซึ่งกำหนดตัวแปรหุ่น (dummy variable) มีค่าเท่ากับ 0 สำหรับสาลี่ปกติ และมีค่าเท่ากับ 1 สำหรับสาลี่ไส้ฉ่ำน้ำ

ผล

1. สเปคตรัมของผลสาลี่

สเปคตรัมของผลสาลี่เกิดปรากฏการณ์เลื่อนตัว (baseline shift) เนื่องจากมีขนาดผลที่แตกต่างกัน (Figure 1) และสังเกตเห็น เส้นสเปคตรัมแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยสเปคตรัมที่อยู่ด้านล่างเป็นผลสาลี่ที่มีความผิดปกติไส้ฉ่ำน้ำในระดับที่รุนแรง ซึ่งจะมีค่าการดูดกลืนพลังงานต่ำกว่าผลสาลี่ปกติ

จากการทดสอบปรับแต่งสเปคตรัมเบื้องต้น พบว่า การปรับแต่งด้วยวิธีอนุพันธ์อันดับหนึ่งด้วยวิธี Savitzky Golay Derivative (Number of left and right side 5 point) ในช่วงความยาวคลื่น 700-850 nm สามารถลดอิทธิพลของ baseline shift ได้ (Figure 2) สังเกตเห็นว่า เส้นสเปคตรัมเกิดการเลื่อนตัวชิดกันมากขึ้น อย่างไรก็ดี ค่าการดูดกลืนของผลสาลี่ไส้ฉ่ำน้ำยังคงต่ำกว่าผลสาลี่ปกติ

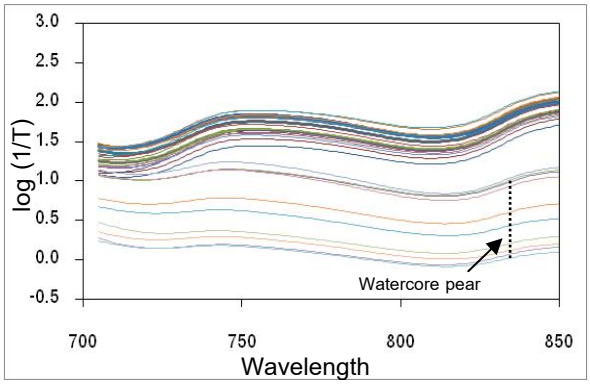

Figure 1 Original spectra of pear samples in short wavelength region of 700-850 nm

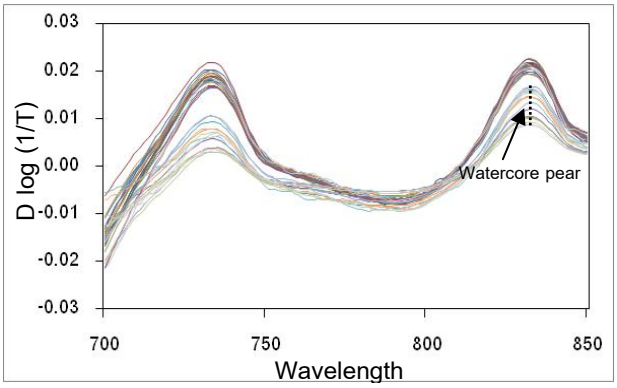

Figure 2 First derivative spectra of pear samples in short wavelength region of 700-850 nm

2. แบบจำลองการคัดแยกความผิดปกติภายใน

2.1 แบบจำลอง PLSDA

จากการใช้สเปคตรัมที่ผ่านการปรับแต่งด้วยวิธีอนุพันธ์อันดับหนึ่งในช่วงความยาวคลื่น 700-850 nm สร้างแบบจำลอง PLSDA โดยกำหนดให้ผลสาลี่ที่ปกติมีค่าจริงเท่ากับ 0 ซึ่งมีช่วงในการทำนายตั้งแต่ -0.50 ถึง 0.50 และผลสาลี่ไส้ฉ่ำน้ำมีค่าจริงเท่ากับ 1 ซึ่งมีช่วงในการทำนายตั้งแต่ 0.51 ถึง 1.5 โดยผลสาลี่ที่เป็นไส้ฉ่ำน้ำจะต้องถูกทำนายว่าผิดปกติทั้งสองด้าน (Figure 3) ซึ่งจะสังเกตเห็นว่า แบบจำลองนี้สามารถทำนายผลสาลี่ที่ปกติได้อย่างแม่นยำทั้งหมด และทำนายผลสาลี่ไส้ฉ่ำน้ำได้ด้วยความถูกต้อง 79% ซึ่งคิดเป็นความถูกต้องรวมในการทำนายทั้งสองกลุ่ม 94%

2.2 แบบจำลอง PCA

ผลการสร้างแบบจำลอง PCA คัดแยกความผิดปกติภายในโดยการใช้สเปคตรัมที่ผ่านการปรับแต่งด้วยวิธีอนุพันธ์อันดับหนึ่งในช่วงความยาวคลื่น 700-850 nm สามารถแบ่งขอบเขตออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผลสาลี่ปกติ และกลุ่มสาลี่ไส้ฉ่ำน้ำ ซึ่งผลสาลี่ที่เป็นไส้ฉ่ำน้ำจะต้องถูกทำนายว่าผิดปกติทั้งสองด้าน (Figure 4) ซึ่งจะสังเกตเห็นว่า แบบจำลองนี้สามารถทำนายผลสาลี่ที่ปกตินี้ได้ถูกต้อง 92 % ผลสาลี่ที่เป็นไส้ฉ่ำน้ำทำนายถูกต้อง 100 % ซึ่งคิดเป็นความถูกต้องรวมในการทำนายทั้งสองกลุ่ม 95 %

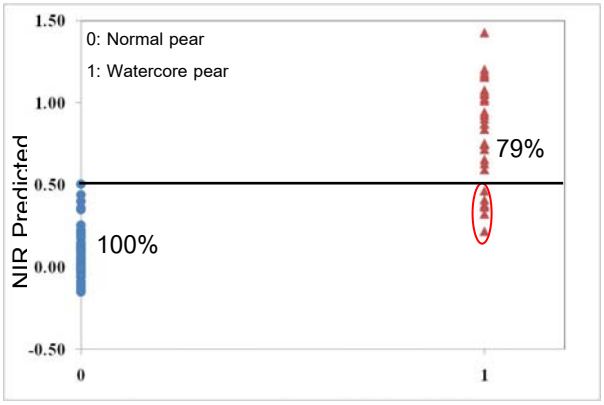

Figure 3 Scatter plots of actual and predicted value for discrimination model of watercore by

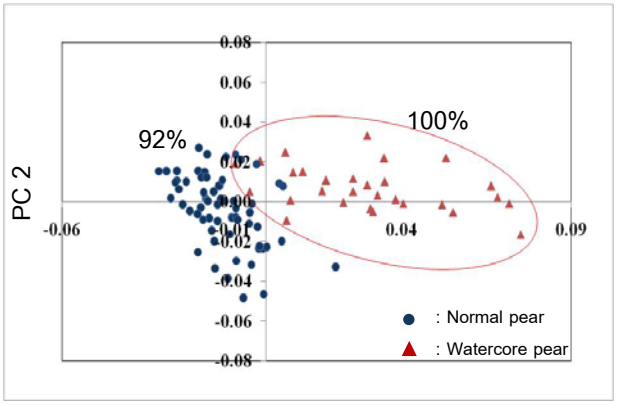

Figure 4 Score plots of PC1 and PC 2 for discrimination model of watercore by PCA in

อย่างไรก็ดี เนื่องจากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ ต้องการคัดแยกความผิดปกติไส้ฉ่ำน้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้ผลสาลี่ไส้ฉ่ำน้ำถึงมือผู้บริโภค ดังนั้นจึงเลือกแบบจำลอง PCA สำหรับคัดแยกความผิดปกติไส้ฉ่ำน้ำของผลสาลี่

วิจารณ์

จากการสังเกตสเปคตรัมอนุพันธ์อันดับหนึ่ง พบว่าความยาวคลื่นที่มีความสำคัญในการคัดแยกความผิดปกติอยู่ที่ 811 nm กล่าวคือ ผลสาลี่ปกติจะมีค่าการดูดกลืนที่ตำแหน่ง 811 nm มากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ ในขณะที่ผลสาลี่ไส้ฉ่ำน้ำมีค่าการดูดกลืนที่เป็นลบ (Figure 5) ทั้งนี้เนื่องจากสาลี่ไส้ฉ่ำน้ำ จะมีเนื้อผลที่ใส ทำให้แสงสามารถทะลุผ่านได้มาก หรือมีค่าการดูดกลืนน้อย ในขณะที่ผลสาลี่ปกติมีเนื้อสีขาว ขุ่น จึงมีค่าการดูดกลืนที่สูงกว่า (Figure 6)

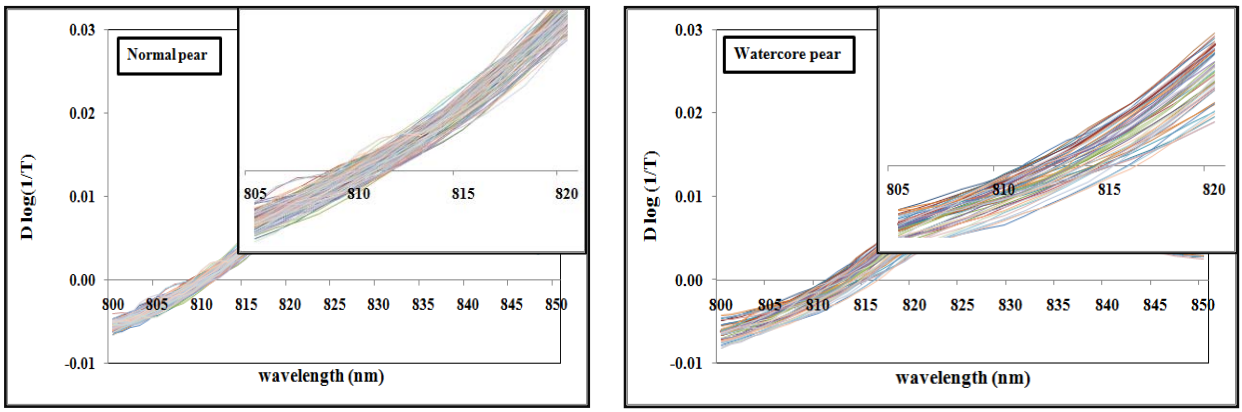

Figure 5 First derivative spectra at 811 nm of normal pears (A) and watercore pears (B)

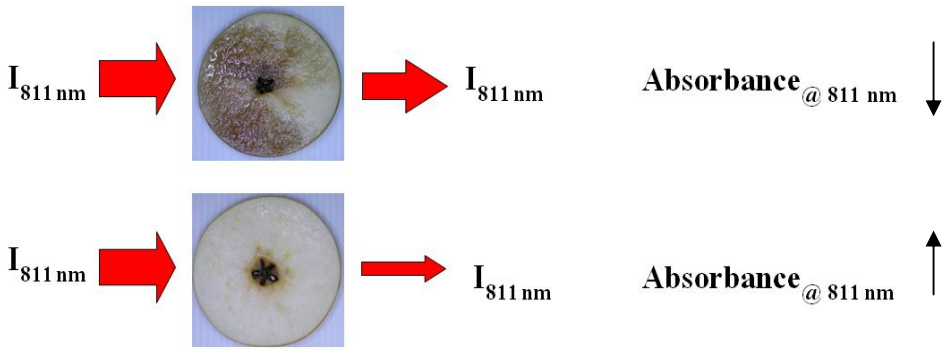

Figure 6 Absorbance of watercore and normal pear at 811 nm

นอกจากนี้ จาก score plots (Figure 4) สังเกตเห็นว่า ผลสาลี่ไส้ฉ่ำน้ำมี score PC1 มีแนวโน้มเป็นบวก เนื่องจากค่าการดูดกลืนของผลสาลี่ไส้ฉ่ำน้ำที่ตำแหน่ง 811 nm มีค่าต่ำกว่าผลสาลี่ปกติ คือมีค่าเป็นลบ เมื่อนำมาคูณกับค่า loading ของ PC 1 ที่ตำแหน่งเดียวกัน ซึ่งมีค่าเป็นลบ (Figure 7) ทำให้ค่า score PC 1 มีค่าเป็นบวกนั่นเอง

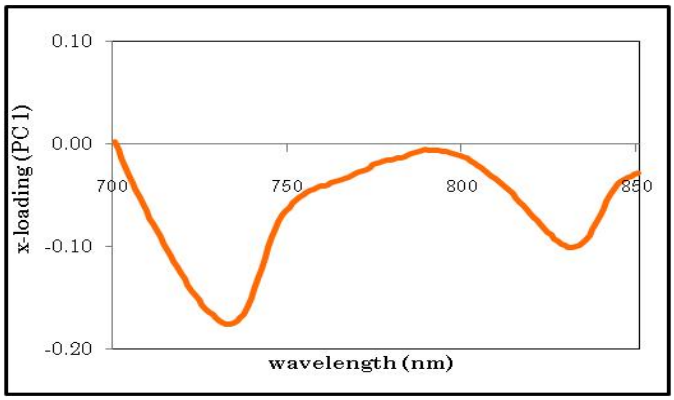

Figure 7 Loading plot of PC1 and PC2 for discrimination model of watercore by PCA

สรุป

เทคนิค NIR สามารถตรวจสอบความผิดปกติไส้ฉ่ำน้ำ โดยใช้แบบจำลอง PCA สามารถคัดแยกคุณภาพภายในได้อย่างถูกต้อง 95%

คำขอบคุณ

โครงการศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการ สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนงบประมาณวิจัย สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนเครื่องสเปคโตรมิเตอร์ย่านใกล้อินฟราเรด และมูลนิธิโครงการหลวง ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Lammertyn, J., T. Dresselaers, P. Van Hecke, P. Jancsók, M. Wevers and B. M. Nicolaï. 2003. MRI and x-ray CT study of spatial distribution of core breakdown in 'Conference' pears. J. Magnetic Resonance Imaging 21: 805-815.

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.

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 Spectrosc. 9: 287-295.

McGlone, V.A. and P.J. Martinsen. 2004. Transmission measurements on intact apples moving at high speed. J. Near Infrared Spectrosc. 12: 37-43.