Agricultural Sci. J. 39 : 3 (Suppl.) : 54-57 (2008) ว. วิทย. กษ. 39 : 3 (พิเศษ) : 54-57 (2551)

การตรวจหาไข่และหนอนของแมลงวันผลไม้ในมะม่วงส่งออกโดยใช้เทคโนโลยีเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี

Nondestructive Detection of Fruit Fly Egg and Larvae in Exported Mangoes Using Near Infrared Spectroscopy

วารุณี ธนะแพสย์[1] ศุมาพร เกษมสำราญ[1] สิรินภา สรานวงศ์[2] และ สุมิโอะ คาวาโน[2]
Warunee Thanapase[1], Sumaporn Kasemsumran[1], Sirinnapa Saranwong[2] and Sumio Kawano[2]

Abstract

One-hundred and ninety-two Namdokmai mangoes were used; 96 unripe (green) and 96 ripe (yellow) mangoes. For each type of mango (green and yellow), 50 % were used as control and the rest were subjected to fruit fly infestation. At first, for both control and infected samples, nine pores (2-mm depth) were made on the fruit shoulder in the area of 1 cm^2 using a sterile sewing needle. The forced infestation was done by placing the pored mangoes in a fruit fly cage for 30 minutes. NIR measurements were performed with the FQA-NIR Gun (FANTEC, Japan) in the short wavelength region from 700-1100 nm. NIR measurements were done two times for each fruit to allow different stages of larvae development at 0 and 2 days after infestation, while for yellow mangoes, NIR measurement were prepared and measured the same as procedure of green mango. The result found that the calibration equation developed from NIR spectra could classify the infested mangoes from the control ones of both green and yellow mangoes at the accuracy of 96 and 98%, respectively (4 and 2% miss-classification). The conclusion indicated that NIRS had a potential to detect fruit fly larvae in fresh mangoes, however, it was necessary to incubate the fruit for some period to allow the development of fruit fly eggs into larvae.

Key Words: mango, fruit fly, larvae, near infrared spectroscopy

บทคัดย่อ

มะม่วงน้ำดอกไม้คุณภาพส่งออกจำนวน 192 ลูก (มะม่วงดิบ 96 ลูก และมะม่วงสุก 96 ลูก) นำมะม่วงดิบ 96 ลูก เจาะนำด้วยเข็มลึก 2 มิลลิเมตร จำนวน 9 รู แบ่งมะม่วงดิบ 48 ลูก ใส่ไว้ในกรงเลี้ยงแมลงวันทอง ~ 30 นาที เพื่อให้แมลงตัวเต็มวัยวางไข่ (Force infestation) และอีก 48 ลูก ไม่ต้องนำใส่กรงเพื่อใช้เป็นตัวอย่างควบคุม แล้วนำทั้งหมดมาวัดสเปกตรัมด้วยเครื่อง FQA-Near Infrared (NIR) Gun ช่วงคลื่นสั้น 700-1100 nm (บริษัท FANTEC ประเทศญี่ปุ่น) จากนั้นเก็บมะม่วงไว้ 2 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แล้วนำมะม่วงทั้งหมดมาวัดสเปกตรัมอีกครั้ง จากนั้นนำมาตัดชิ้นขนาด 3x3 ตารางเซนติเมตร ด้วยวิธีปลอดเชื้อ เก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-7 วัน จึงนำออกมานับจำนวนหนอนที่มีอยู่ในชิ้นมะม่วงที่ตัดไว้ การทดลองในมะม่วงสุกทำเช่นเดียวมะม่วงดิบ การพัฒนาสมการจากสเปกตรัม NIR เพื่อคัดแยกมะม่วงที่มีการปนเปื้อนไข่และหนอนแมลงวันผลไม้จากมะม่วงควบคุม พบว่ามีความถูกต้อง 96 และ98% (คลาดเคลื่อน 4 และ 2%) ของมะม่วงดิบและสุกตามลำดับ การวัด NIR สเปกตรัมช่วงความยาวคลื่นสั้นแบบ interactance เป็นการวัดที่เหมาะสมในการคัดแยกมะม่วงดีออกจากมะม่วงที่ปนเปื้อนไข่และหนอนแมลงวันผลไม้ได้ดี อย่างไรก็ตามในการตรวจวิเคราะห์ต้องมีระยะเวลาในการฟักตัวเพื่อให้ไข่พัฒนาไปเป็นตัวหนอน

คำสำคัญ: มะม่วง, แมลงวันผลไม้, เนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี

คำนำ

ประเทศญี่ปุ่น, เกาหลี และนิวซีแลนด์ ถือว่าแมลงวันผลไม้ที่ปนเปื้อนไปกับมะม่วง เป็นศัตรูพืชที่ต้องควบคุม ภายใต้กฎหมายกักกันพืช ปัจจุบันกรมวิชาการเกษตรได้นำวิธีเอามะม่วงผ่านการอบไอน้ำร้อน สามารถทำให้ไข่และหนอนแมลงวันผลไม้ในมะม่วงตายได้ จึงสามารถส่งออกมะม่วงไปได้ อย่างไรก็ตามการใช้วิธีอบไอน้ำร้อน บางครั้งความร้อนจะทำลายผล

[1] สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[1] Kasetsart Agriculture and Agro-Industrial Product Improvement Institute, Kasetsart University
[2] National Food Research Institute, Japan

มะม่วง หรือไปเร่งให้มะม่วงสุกเร็วเกินไป ทำให้อายุการเก็บรักษามะม่วงสั้นลง ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อคุณภาพและระยะการวางจำหน่ายในตลาด จึงมีความประสงค์ที่จะนำเทคนิคด้านการตรวจสอบสินค้าโดยไม่ทำลาย มาประยุกต์ใช้กับการตรวจสอบไข่และหนอนของแมลงวันผลไม้ ซึ่งน่าจะเป็นวิธีการทางเลือกหนึ่ง ในการคัดเลือกมะม่วงที่ปราศจากไข่หรือหนอนแมลงวันโดยไม่ทำลายตัวอย่างได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดเวลา และมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยหลักการใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าย่านความถี่ Near Infrared ที่เป็นช่วงคลื่นสั้นระหว่าง 700-1100 โดยการสร้างโมเดลในการตรวจสอบความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีของมะม่วงดี และมะม่วงที่มีไข่และหนอนแมลงวันปนเปื้อนโดยนำองค์ความรู้ทาง chemometrics มาวิเคราะห์ และหาความสัมพันธ์ของค่าทางเคมี และค่าการดูดกลืนแสง เพื่อให้ได้โมเดลที่มีความสามารถตรวจสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี NIRS ในมะม่วงนั้น Saranwong และคณะ (2004) ได้ทำการวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างเทคนิคการวิเคราะห์ระดับความแก่ (maturity stage) ของผลมะม่วงดิบ นอกจากนี้แล้ว นักวิจัยในอีกหลายประเทศยังได้รายงานถึงความสามารถของเทคโนโลยีนี้ในการตรวจวัดคุณภาพต่างๆของมะม่วง เช่น ปริมาณความชื้น ระดับความหวาน หรืออายุการเก็บรักษา (Guthrie and Walsh, 1997; Peiris et al., 1999; Schmilovitch et al., 2000) ข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อพิสูจน์ที่แน่ชัดว่าเทคโนโลยี NIRS เป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูงสำหรับการตรวจสอบคุณภาพของมะม่วงโดยไม่จำเป็นต้องทำลายผล

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อสร้างโมเดลในการคัดแยกผลมะม่วงปนเปื้อนไข่และหนอนแมลงวันผลไม้ จากผลมะม่วงดีโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปีและพัฒนาระบบสู่การประยุกต์ใช้จริงในภาคอุตสาหกรรมการส่งออก

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การเตรียมตัวอย่างมะม่วง การวางไข่โดยตัวเต็มวัย (Force infestation) และ การวัดค่าสเปกตรัมมะม่วง

มะม่วงน้ำดอกไม้ดิบที่มีคุณภาพในการส่งออก จำนวน 48 ลูก เจาะนำด้วยเข็มลึก 2 มิลลิเมตร จำนวน 9 รู จากนั้นนำมะม่วง 24 ผล ใส่ไว้ในกรงเลี้ยงแมลงวันทองประมาณ 30 นาที เพื่อให้แมลงวางไข่ และอีก 24 ผล ไม่ต้องนำใส่กรงเพื่อใช้เป็นตัวอย่างควบคุม แล้วจึงนำทั้งหมดมาวัดค่าสเปกตรัม (วันที่ 0) ด้วยเครื่อง NIR-GUN ช่วงคลื่นสั้น 700-1100 nm และการวัดแบบ interactance จากนั้นเก็บมะม่วงไว้เป็นเวลา 2 วัน (วันที่ 2) แล้วนำมะม่วงทั้งหมดมาวัดสเปกตรัมด้วยเครื่อง NIR-GUN อีกครั้ง จากนั้นนำมาตัดชิ้นขนาด 3x3 ตารางเซนติเมตร ด้วยวิธีปลอดเชื้อ เก็บไว้ที่เป็นเวลา 5-7 วัน เพื่อให้หนอนเจริญเติบโตจนสามารถนับได้ด้วยตาเปล่า โดยใส่ไว้ในถ้วยเพื่อป้องกันหนอนคลานออกมา แล้วจึงนำออกมานับจำนวนหนอนที่มีอยู่ในชิ้นมะม่วงที่ตัดไว้

หมายเหตุ : สำหรับมะม่วงสุกจำนวน 48 ลูก ดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับมะม่วงดิบ

: ทำการทดลองทั้งหมด 2 การทดลอง การทดลองครั้งที่ 2 ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองครั้งที่ 1

ผลการทดลอง

สเปกตรัม NIR เฉลี่ยของมะม่วงควบคุมและมะม่วงที่ปนเปื้อนที่ผ่านการปรับแต่งด้วย 2^{nd}derivative ในระยะการฟักตัวที่เวลา 0 และ 48 ชั่วโมงหลังการวางไข่แสดง (Figure 1) สังเกตได้ว่าหลังจากการวางไข่ทันทีนั้นสเปกตรัมของมะม่วงควบคุมและมะม่วงปนเปื้อนไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามพบว่าที่เวลา 48 ชั่วโมง สเปกตรัมของมะม่วงที่ปนเปื้อนมีพีคที่ต่ำกว่ามะม่วงควบคุมเห็นความแตกต่างได้ชัดเจนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสเปกตรัมที่วัดหลังการวางไข่ทันที ซึ่งลักษณะพีคที่ต่ำกว่าของ 2^{nd} derivative นั้นบ่งบอกถึงค่าการดูดกลืนที่มากกว่า และพีคนี้เกี่ยวข้องกับค่าการดูดกลืนของโมเลกุลน้ำ ซึ่งอยู่ช่วงความยาวคลื่น 949-951 nm ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ Multivariate regression ในการสกัดข้อมูลสำคัญที่ซ้อนทับอยู่ภายใต้การดูดกลืนของโมเลกุลน้ำและการกระเจิงซึ่งเกิดจากลักษณะของตัวอย่าง

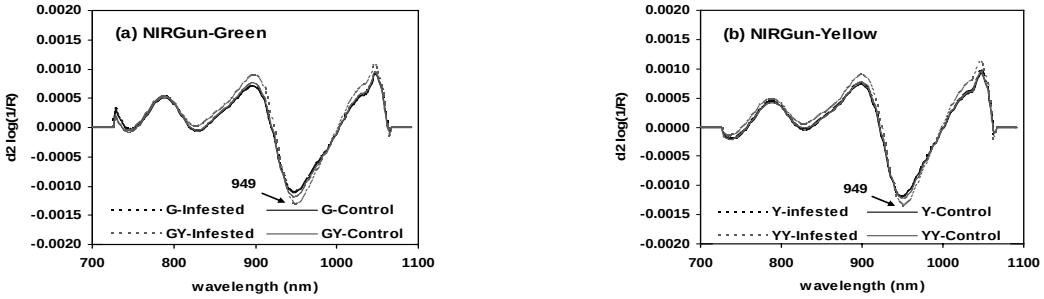

Figure 1. Second derivative NIR spectra of green and ripe (yellow) mangoes measured immediately after the forced infestation (G, Y) and those that were measured 48 hours (GY, YY) after the forced infestation.

การวิเคราะห์ข้อมูล

จากผลสเปกตรัมที่วัดได้นำมาวิเคราะห์และสร้างสมการการคัดแยกด้วยวิธี Discriminant Partial Least Square Regression (DPLSR) และทำการประเมินสมการด้วยวิธี cross validation ผลจากสร้างสมการแสดงรูปเปรียบเทียบผลที่ได้จากการคัดแยกจริงและผลจากการคัดแยกจากการทำนายของสมการในมะม่วงดิบ ของวันที่ 0 และ วันที่ 2 (Figure 2a & 2b)

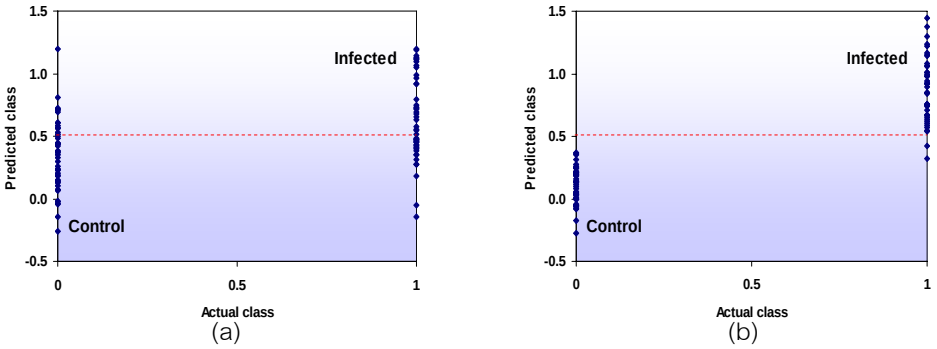

Figure 2. Scatter plots for classifying fruit fly infested mangoes from the clean (control) ones (a). Green mangoes measured at 48 hours after infestation (b)

Table 1. NIR Classification results for clean and fruit fly infected mangoes.

Samples	Factor	Classification accuracy			
		Infected mangoes		Control mangoes	
		Correct	Miss-class	Correct	Mis-class
Green mangoes - Day0	12	27/48 (56%)	21/48 (44%)	34/48 (71%)	14/48 (29%)
Green mangoes - Day2	5	46/48 (96%)	2/48 (4%)	48/48 (100%)	0/48 (0%)
Yellow mangoes -Day0	8	37/47 (79%)	10/47 (21%)	44/47 (94%)	3/47 (6%)
Yellow mangoes - Day2	11	46/47 (98%)	1/47 (2%)	45/47 (96%)	2/47 (4%)

ผล

แสดงผลค่าทางสถิติของสมการ PLS ในการคัดแยกมะม่วงดิบโดยใช้สเปกตรัมของ NIR ที่ระยะการฟักตัวต่างๆกัน (Table 1) จากผลการทดลองพบว่า ไม่สามารถคัดแยกระหว่างมะม่วงควบคุมและมะม่วงที่ปนเปื้อนด้วยได้ดีด้วย NIR สเปกตรัมทันทีหลังจากที่แมลงวันวางไข่ แต่เมื่อทิ้งมะม่วงไว้ 48 ชั่วโมง พบว่ามีการคัดแยกได้ดีขึ้นซึ่งสังเกตจากจำนวนมะม่วงที่คัดแยกผิดพลาดมีปริมาณเล็กน้อย แสดงผลความคลาดเคลื่อนจากการทำนายน้อยมาก ผลการคัดแยกมะม่วงสุกคล้ายคลึง

กับผลที่คำนวณได้จากมะม่วงดิบ การพัฒนาสมการจากสเปกตรัม NIR เพื่อคัดแยกมะม่วงที่มีการปนเปื้อนไข่และหนอนแมลงวันผลไม้จากมะม่วงควบคุม พบว่ามีความถูกต้อง 96 และ98% (คลาดเคลื่อน 4 และ 2%) ของมะม่วงดิบและสุกตามลำดับ

สรุปผลการทดลอง

ในการวัด NIR สเปกตรัมช่วงความยาวคลื่นสั้นและการวัดแบบ interactance เป็นการวัดที่เหมาะสมในการคัดแยกมะม่วงดีหรือมะม่วงควบคุมออกจากมะม่วงที่ปนเปื้อนไข่และหนอนแมลงวันผลไม้ แต่อย่างไรก็ตามในการตรวจวิเคราะห์ต้องมีระยะเวลาในการฟักตัวเพื่อให้ไข่พัฒนาไปเป็นตัวหนอน เทคนิคนี้สามารถตรวจได้ทั้งมะม่วงดิบและมะม่วงสุก

คำขอบคุณ (Acknowledgements)

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนทุนวิจัยภายใต้โครงการความร่วมมือระหว่างไทย–ญี่ปุ่น (NRCT–JSPS) ตลอดจนหน่วยงานและเจ้าหน้าที่ของกรมวิชาการเกษตร และ ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยการกักกันพืช (นายอุดร อุณหวุฒิ) ในการให้ข้อมูล และช่วยจัดเตรียมทั้งไข่และแมลงวันผลไม้ที่เพาะเลี้ยงไว้เพื่อทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Guthrie, J., Walsh, K., 1997. Non-invasive assessment of pineapple and mango fruit quality using near infra-red spectroscopy. Aust. J. Expt. Agric. 37, 253-263.

Peiris, K.H.S., Dull, G.G., Leffler, R.G., Kays, S.J., 1999. Spatial variability of soluble solids or dry-matter content within individual fruits, bulbs, or tubers: implications for the development and use of NIR spectrometric techniques. HortScience 34, 114-118.

Saranwong, S., Sornsrivichai, J., Kawano, S., 2004. Prediction of ripe stage eating quality of mango fruit from its harvest quality measured nondestructively by near infrared spectroscopy. Posrharvest Biol. Technol. 31, 137-145.

Schmilovitch, Z., Mizrach, A., Hoffman, A., Egozi, H., Fuchs, Y., 2000. Determination of mango physiological indices by near-infrared spectrometry. Postharvest Biol. Technol. 19, 245-252.