

ความเป็นไปได้ในการประเมินระดับอาการยางไหลในผลมังคุดแบบไม่ทำลายโดยใช้สมการหลายตัวแปร
Possibility of nondestructive evaluation for gamboge severity inside mangosteen fruit using multivariate model

สนธิสุข ธีระชัยชยติ¹ อนุปันท์ เทอดวงศ์วรกุล² และวารุณี ธนะแพสย์³
Sontisuk Teerachaichayut¹, Anupun Terdwongworakul² and Warunee Thanapase³

Abstract

Gamboge is one of quality problems on mangosteen fruit and cannot be sorted by visual inspection. Furthermore, severity levels of gamboge in each mangosteen are different. A total of 165 samples which had different gamboge severity were used in this research. Nondestructive parameters such as fruit's weight fruit stem's diameter and thickness, diameter and number of sections of the star like shape under each fruit were considered. One hundred and eight samples were used for developing a calibration model and fifty seven samples were used for prediction. An index of gamboge severity was performed in percentage using a ratio of gamboge area and total flesh area. The calibration model was established using multiple linear regression method. The results showed that most effective parameters were the thickness of the star like shape under each fruit and diameter of fruit stem respectively. A calibration model could be developed ($R = 0.71$, $SEC = 11.47$) and could be used for the prediction ($R = 0.66$, $SEP = 15.46$). Therefore, multivariate model could be used to nondestructively evaluate the severity of gamboge inside the mangosteen fruit.

Keywords: mangosteen, gamboge and nondestructive

บทคัดย่อ

อาการยางไหลในผลมังคุดเป็นปัญหาคุณภาพอย่างหนึ่งและไม่สามารถคัดแยกได้ด้วยตาเปล่า นอกจากนี้อาการยางไหลที่เกิดขึ้นภายในผลมังคุดมีระดับความรุนแรงแตกต่างกัน งานวิจัยนี้ใช้มังคุดที่มีอาการยางไหลในระดับต่างกันจำนวน 165 ตัวอย่าง ใช้ตัวแปรต่างๆที่สามารถวัดค่าได้แบบไม่ทำลาย ได้แก่ น้ำหนักผล เส้นผ่านศูนย์กลางก้านผล และ ความหนาเส้นผ่านศูนย์กลางตลอดจนจำนวนกลีบของสัญลักษณ์ใต้ผลของมังคุดแต่ละผล แบ่งเป็นกลุ่มสำหรับสร้างโมเดลเพื่อใช้ในการทำนายจำนวน 108 ผล และกลุ่มที่ใช้ในการทำนายจำนวน 57 ผล ทำการกำหนดดัชนีระดับความรุนแรงจากเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนพื้นที่ยางไหลต่อพื้นที่เนื้อทั้งหมดของแต่ละผล สร้างสมการตรวจสอบระดับอาการยางไหลโดยวิธี multiple linear regression จากการวิเคราะห์พบว่าตัวแปรที่มีความสำคัญมาก ได้แก่ ความหนาของรูปสัญลักษณ์ใต้ผลและเส้นผ่านศูนย์กลางก้านผล ตามลำดับ สามารถสร้างสมการเพื่อใช้ในการทำนายที่มีประสิทธิภาพ ($R = 0.71$, $SEC = 11.47$) และเมื่อนำสมการไปใช้ในการทำนาย พบว่าสามารถใช้ในการทำนายได้ ($R = 0.66$, $SEP = 15.46$) กล่าวได้ว่าการใช้สมการหลายตัวแปรเพื่อใช้ในการทำนายระดับอาการยางไหลภายในผลมังคุดแบบไม่ทำลายมีความเป็นไปได้

คำสำคัญ: มังคุด, ยางไหล และ แบบไม่ทำลาย

คำนำ

มังคุด (*Garcinia mangostana* L.) เป็นผลไม้ส่งออกสำคัญของประเทศไทย แต่ยังมีปัญหาด้านคุณภาพทำให้เป็นอุปสรรคในการขยายตลาดส่งออก อาการยางไหลภายในผลมังคุดเป็นปัญหาสำคัญปัญหาหนึ่งที่ลูกค้าไม่ต้องการ แต่มักจะมีปะปนออกไปกับมังคุดที่ส่งออก ทั้งนี้เนื่องจากไม่สามารถคัดแยกมังคุดที่มีอาการผิดปกตินี้แยกได้ด้วยตาเปล่า นอกจากนี้ยังพบว่าอาการยางไหลภายในผลมังคุดมีระดับความรุนแรงที่แตกต่างกัน มังคุดบางผลมีอาการยางไหลเพียงเล็กน้อยเกิดขึ้นเพียงบางส่วนในบริเวณเนื้อ และมังคุดบางผลมีอาการยางไหลรุนแรงเกิดขึ้นทั่วบริเวณเนื้อทั้งหมด กล่าวได้ว่าการคัดแยกมังคุดที่มี

¹ คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

¹ Faculty of Agro-Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

² คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

² Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University

³ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³ Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute, Kasetsart University

อาการยางไหลตามระดับความรุนแรงจึงมีความสำคัญและจะเป็นประโยชน์อย่างมากทางการค้าและเกษตรกร ดังนั้นจึงมีความต้องการที่จะหาวิธีการตรวจสอบคุณภาพของมังคุด เพื่อคัดแยกคุณภาพของมังคุดตามระดับอาการยางไหลที่เกิดขึ้นภายในผล โดยไม่ต้องผ่าผลมังคุดออกหรือที่เรียกว่าวิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (nondestructive method) การทำนายการเกิดยางไหลและระดับอาการที่เกิดขึ้นภายในผลมังคุดแบบไม่ทำลายที่แม่นยำ จึงมีความต้องการและมีจำเป็นอย่างยิ่ง จากเหตุผลดังกล่าว จึงได้ดำเนินงานวิจัยเพื่อหาแนวทางตรวจสอบระดับอาการยางไหลภายในผลมังคุดแบบไม่ทำลาย

มีงานวิจัยที่นำเทคนิคการวิเคราะห์ด้วยแปรหลายตัวแปร ที่สามารถวัดค่าได้โดยวิธีไม่ทำลายผลมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพภายในผลไม้ เช่น ตรวจสอบความสุกแก่ของผลสับปะรด (Pathaveerat *et al.*, 2008) และ การตรวจสอบอาการเปลือกแข็งในผลมังคุด (สนธิสุขและคณะ, 2554) โดยได้ผลการทำนายที่มีความแม่นยำ ดังนั้น จึงได้ทำงานวิจัยเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำข้อมูลตัวแปรที่สามารถวัดได้แบบไม่ทำลายมาใช้สำหรับกรวิเคราะห์เพื่อสร้างสมการหลายตัวแปรสำหรับการทำนายและคัดแยกคุณภาพตามระดับอาการยางไหลภายในผลมังคุด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ตัวแปรต่างๆที่สามารถวัดได้แบบไม่ทำลาย

งานวิจัยนี้จัดซื้อมังคุดจากตลาดผลไม้สดในประเทศไทย โดยใช้มังคุดทวาย 4 ถึง 5 โดยพิจารณาจากระดับสีของผล (Palapol *et al.*, 2009) นำมังคุดแต่ละผลมาเก็บข้อมูลตัวแปรต่างๆ ที่สามารถวัดค่าได้แบบไม่ทำลาย ได้แก่ ซึ่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งระบบดิจิทัล (ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BL 1500S) วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านผล และ วัดความหนา เส้นผ่านศูนย์กลางของสัญญาณลักษณะไม้ผลของมังคุดด้วยเวอร์เนีย (vernier caliper ยี่ห้อ Scorpion) ตลอดจนนับจำนวนกลีบของสัญญาณลักษณะไม้ผล จากนั้นทำการผ่าเปลือกมังคุดออกตามแนวกึ่งกลางของผล เปิดฝาเปลือกออกแล้ว บันทึกภาพเนื้อมังคุดภายในด้วยกล้องดิจิทัล (ยี่ห้อ cannon รุ่น D400)

2. การวิเคราะห์ผล

คัดแยกกลุ่มระหว่างมังคุดปกติและมังคุดที่มีอาการยางไหลภายใน นำภาพเนื้อมังคุดที่มีอาการยางไหลภายในของแต่ละผลไปวิเคราะห์หาดัชนีแสดงระดับความรุนแรงของอาการยางไหลภายใน โดยใช้โปรแกรม MATLAB version 7.8.0 หาขนาดพื้นที่ที่มีอาการยางไหลหน่วยเป็น pixel และหาขนาดพื้นที่ของเนื้อทั้งหมดหน่วยเป็น pixel จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนพื้นที่ยางไหลต่อพื้นที่เนื้อทั้งหมดของแต่ละผล คัดมังคุดที่มีอาการยางไหลภายในที่ระดับความรุนแรงต่างกัน จำนวน 165 ตัวอย่าง แบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกจำนวน 108 ตัวอย่าง ใช้สำหรับการสร้างโมเดลสำหรับการทำนายระดับความรุนแรงของอาการยางไหล (calibration model) จากข้อมูลน้ำหนักผลและขนาดต่างๆที่วัดได้ด้วยวิธี multiple linear regression โดยใช้โปรแกรม SPSS version 9.0 กลุ่มสองจำนวน 57 ตัวอย่างใช้สำหรับตรวจสอบความแม่นยำในการทำนาย (prediction) โดยใช้โมเดลที่ได้จากกลุ่มแรก

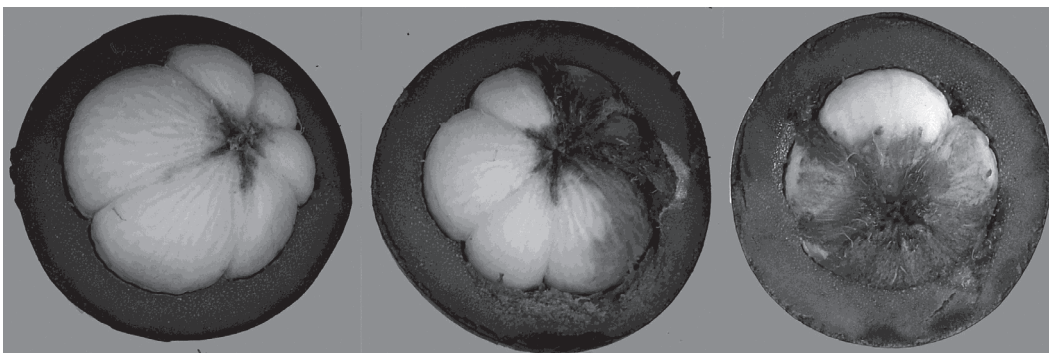


Figure 1 Samples of mangosteen with difference in gamboge severity

ผล

โมเดลสำหรับการทำนายระดับอาการยางไหลภายในผลมังคุด

จากข้อมูลน้ำหนักผล (W) หน่วยเป็นกรัม เส้นผ่านศูนย์กลางก้านผล (D) หน่วยเป็นมิลลิเมตร และข้อมูลจากการวัดสัญญาณลักษณะไม้ผลมังคุด ได้แก่ ความหนาของสัญญาณลักษณะไม้ผล (ST) หน่วยเป็นมิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของสัญญาณลักษณะไม้ผล (SD) หน่วยเป็นมิลลิเมตร ตลอดจนจำนวนกลีบของสัญญาณลักษณะไม้ผล (SP) หน่วยเป็นจำนวนกลีบ ของ

กลุ่มแรกจำนวน 108 ตัวอย่าง กำหนดให้เป็นตัวแปรอิสระที่สามารถวัดค่าได้แบบไม่ทำลายเมื่อนำมาวิเคราะห์กับตัวแปรตาม ในที่นี้คือ ดัชนีความรุนแรงของอาการยางไหลภายในผลมังคุด (GS) หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ สามารถสร้างโมเดลสำหรับการทำนายที่ได้ดังนี้

$$GS = 88.569 - 704.14(ST) + 0.005(W) - 6.267(D) - 0.859(SD) - 0.559(SP)$$

จากโมเดลที่ได้จะเห็นว่าตัวแปรที่มีความสำคัญที่สุดสำหรับใช้ในการประเมินระดับอาการยางไหลภายในผลมังคุดคือ ความหนาของสัณฐานลักษณะไม้ได้ผล เส้นผ่านศูนย์กลางก้านผล เส้นผ่านศูนย์กลางของสัณฐานลักษณะไม้ได้ผล จำนวนกลีบของ สัณฐานลักษณะไม้ได้ผล และน้ำหนักผล ตามลำดับ เมื่อทำการตรวจสอบประสิทธิภาพในการทำนายของโมเดลโดยใช้ตัวอย่าง ภายในกลุ่มที่สร้างโมเดลเอง ได้ค่า Correlation coefficient (R) = 0.71 และ Standard error of calibration (SEC) = 11.47 และเมื่อนำโมเดลที่ได้ไปใช้ตรวจสอบความแม่นยำกับมังคุดกลุ่มสำหรับการทำนาย จำนวน 57 ตัวอย่าง ได้ผลประสิทธิภาพในการทำนาย ดังนี้ ค่า R = 0.66 และ standard error of prediction (SEP) = 15.46

Table 1 Description of sample sets of mangosteen fruit

| Sample | Number of fruits | GS (%) | W (g) | D (mm) | ST (mm) | SD (mm) | SP (petal) |
|-----------------|------------------|----------|--------|--------|---------|----------|------------|
| Calibration set | 108 | 3.8-54.7 | 58-169 | 3.8-11 | 0.4-1.1 | 6.0-21.5 | 5-8 |
| Prediction set | 57 | 3.9-54.2 | 38-160 | 3-11 | 0.5-1.7 | 6.0-20.5 | 5-7 |

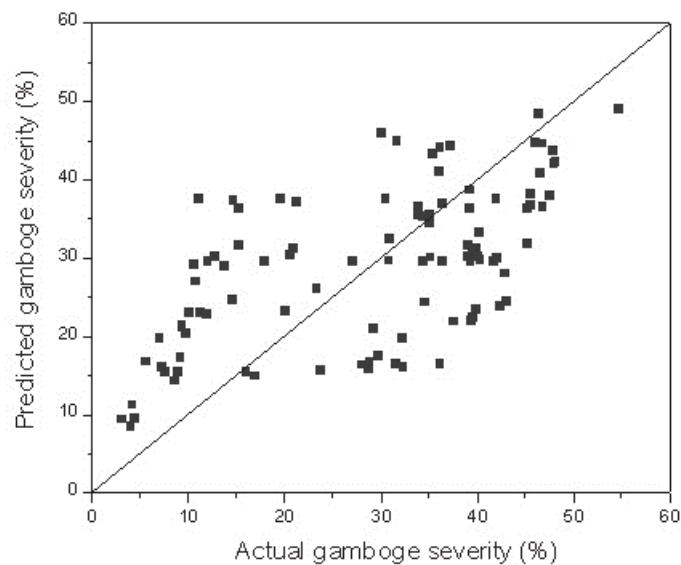


Figure 2 Actual versus predicted gamboge severity of calibration samples set

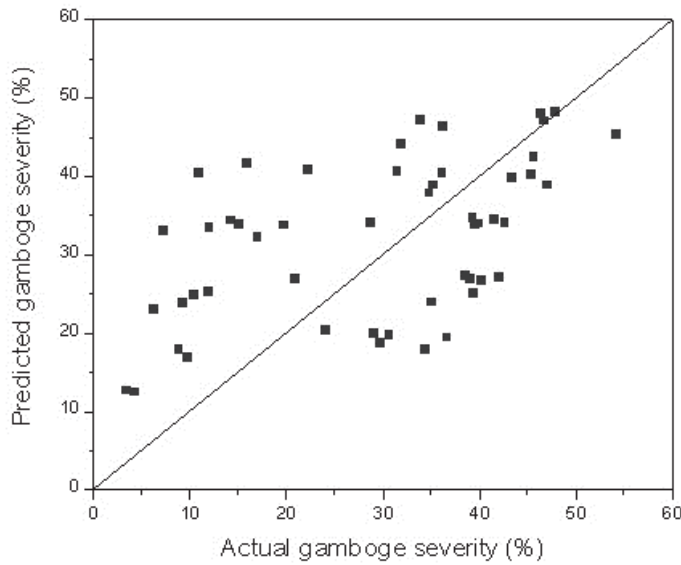


Figure 3 Actual versus predicted gamboge severity of prediction samples set

วิจารณ์ผลและสรุป

ในการตรวจสอบระดับอาการยางไหลภายในผลมังคุดโดยการสร้างสมการจากหลายตัวแปรที่สามารถวัดได้แบบไม่ทำลาย พบว่าความหนาของสัญญาณลักษณะนี้ได้ผลมีความสำคัญมากที่สุด เมื่อนำสมการไปตรวจสอบพบว่าสามารถใช้ทำนายได้ดีพอสมควร กล่าวได้ว่าการใช้เทคนิคการสร้างสมการหลายตัวแปรมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้เพื่อการคัดแยกระดับอาการยางไหลในมังคุดแบบไม่ทำลาย อย่างไรก็ตาม การสร้างสมการหลายตัวแปรอาจสามารถปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้มากกว่านี้ โดยการพิจารณาร่วมกับตัวแปรอื่นๆที่สามารถวัดได้แบบไม่ทำลาย จากผลที่ได้จากงานวิจัยนี้จึงมีความสำคัญที่จะเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อที่จะนำไปใช้พัฒนาระบบการคัดแยกคุณภาพมังคุดในอนาคตต่อไป

คำขอบคุณ

ในงานวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณ สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือในการใช้ห้องและเครื่องมือในการปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

สนธิสุข ชีระชัยชยติ, อนุพันธ์ เทอดวงศวรกุล, วารุณี ธนะแพทย์ และ ชนิษฐา แสงแก้ว. 2554. ความเป็นไปได้ในการคัดแยกผลมังคุดเปลือกแข็งแบบไม่ทำลายด้วยเทคนิคการวิเคราะห์พหุตัวแปร. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42 [1 (พิเศษ)]: 143-146.

Palapol, Y., S. Ketsa, D. Stevenson, J.M. Cooney, A.C. Allan and I.B. Ferguson. 2009. Colour development and quality of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) fruit during ripening and after harvest. *Postharvest Biol. Technol.* 51: 349-353.

Pathaveerat, S., A. Terdwongworakul and A. Phaungsombut. 2008. Multivariate data analysis for classification of pineapple maturity. *J. Food Eng.* 89(2): 112-118.