Agricultural Sci. J. 45 : 3/1 (Suppl.) : 297-300 (2014) ว. วิทย. กษ. 45 : 3/1 (พิเศษ) : 297-300 (2557)

การจำแนกระยะการแก่ของผลทุเรียน พันธุ์ หมอนทอง ด้วยการวัดสเปกตรัมช่วงแสงที่มองเห็นได้ของหนามผล

Maturity Classification of Durian cv. 'Monthong' Using Visible Spectroscopic Measurement of Fruit Spine

ประกิต ทิมขำ[1] **และ อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล**[2]
Prakit Timkhum[1] and Anupun Terdwongworakul[2]

Abstract

Harvesting immature fruits of durian is the problem for export. However, the color of spines could be used as maturity index. The objective of this research was to develop a non-destructive classification model of durian cv. Monthong maturity by visible spectroscopy of the spines. Before measuring the absorbance spectral data of the spines of durian fruits, they were harvested at 6 age ranges of days after full bloom from 99 to 134 days. The result of data discriminant analysis showed that the model could separate the harvested durian fruits into six groups which have 100% of accuracy.

Keywords: Durian, Spine, Maturity

บทคัดย่อ

การเก็บเกี่ยวผลทุเรียนอ่อนทำให้เกินปัญหาการส่งออกทุเรียน สีที่หนามผลทุเรียนเป็นดัชนีหนึ่งที่ใช้บ่งบอกความแก่ของทุเรียนได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างโมเดลจำแนกความแก่ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองแบบไม่ทำลายผลทุเรียนด้วยข้อมูลสเปกโทรสโกปีช่วงแสงที่มองเห็นได้ของหนามผลทุเรียน โดยวัดข้อมูลสเปกตรัมการดูดกลืนแสงที่หนามผลสำหรับทุเรียนที่มีอายุหลังดอกบาน 6 ช่วงอายุ ตั้งแต่ 99 ถึง 134 วัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบจำแนกกลุ่ม พบว่า โมเดลสามารถคัดแยกทุเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม ได้ถูกต้อง 100 %

คำสำคัญ: ทุเรียน, หนาม, ความแก่

คำนำ

ประเทศไทยถือว่าเป็นผู้นำในการปลูก และผลิตทุเรียนที่มีคุณภาพรายใหญ่ที่สุดในโลก สถิติการส่งออกทุเรียนสดของประเทศไทยในปี 2556 มีประมาณ 367,056 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 7,344 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) อย่างไรก็ตามหลายปีที่ผ่านมา ผู้บริโภค และผู้ค้า ยังคงประสบปัญหาการส่งออกทุเรียนอ่อน ดัชนีการเก็บเกี่ยวที่ชาวสวนใช้ในการพิจารณาคัดเลือกความบริบูรณ์ของผลทุเรียนคือ นับอายุวันหลังดอกบาน ดูสีและลักษณะทางกายภาพ ที่ตำแหน่งต่างๆ ของผลทุเรียน โดยผลทุเรียนที่แก่จัด สีที่ปลายหนามจะออกสีน้ำตาลเข้ม สีผลด้านบนจะมันและแห้ง ร่องพูเป็นสีน้ำตาล ก้านผลแข็งเมื่อดัดงอจะดีดกลับ ปากปลิงจะขยายออก เมื่อบีบปลายหนามเข้าหากันจะดีดกลับคล้ายสปริง ร่องพูห่างมากขึ้น หรือเมื่อเคาะที่ผลจะมีเสียงโพรกและโปร่ง และมีน้ำหนักเนื้อแห้งขั้นต่ำ 32 เปอร์เซ็นต์ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2546) เทคนิคต่างๆไม่สามารถวัดสมบัติของเนื้อทุเรียนได้โดยตรงเนื่องจากเปลือกของทุเรียนมีความหนา มีงานวิจัยที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของ หนาม เปลือก หรือ ก้าน ที่สัมพันธ์กับความแก่หรือในที่นี้ก็คืออายุวันหลังดอกบาน หรือน้ำหนักแห้งของเนื้อผลทุเรียน

Kongrattanapsert et al.(2001) ใช้เทคนิค force Vibration ประมาณความแก่ของทุเรียนโดยใช้วิธีกระตุ้นที่บริเวณร่องหนามกลางผลทุเรียนด้วยความถี่ต่ำ และคงที่ (30Hz) แล้ววัดค่าการสั่นสะเทือนที่ส่งผ่านผลทุเรียนด้านหนึ่งไปยังฝังตรงข้ามอีกด้านหนึ่งของผลโดยใช้ Laser Doppler เป็นตัวรับแล้วแปลงค่าเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่สามารถอ่านด้วยออสซิโลสโคปได้ พบว่า ทุเรียนอ่อนจะมีค่าความถี่ และ Amplitude น้อยกว่าทุเรียนแก่ Rutpralom et al.(2002) ใช้คลื่นไมโครเวฟที่ความถี่ 3GHz วัดความชื้นของทุเรียนแล้วนำไปเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์ความแห้งต่อน้ำหนักเพื่อวัดความสุกของทุเรียน

[1] สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน 55000
[1] Agro-Industry Program, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Nan 55000
[2] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม 73140
[2] Department of Agricultural Engineering , Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University Kamphaengsaen Compus, Nakhon Pathom 73140

ยังไม่พบว่ามีรายงานการวิจัยที่วัดสีที่หนามของผลทุเรียนเพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ความแก่ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลที่ใช้ในการคัดแยกผลทุเรียนตามความแก่ โดยใช้สเปกโทรสโกปีช่วงแสงที่มองเห็นได้ของหนามผลทุเรียน

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างการทดสอบ

ใช้ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง จากสวนทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี ทำเครื่องหมายที่ช่อดอกหลังผสมเกสรเพื่อนับอายุวันหลังดอกบาน (Days after full bloom; DAFB) สุ่มเก็บผลทุเรียนที่อายุผล 99 106 113 120 127 และ 134 DAFB ช่วงอายุละ 25 ผล รวมทั้งหมดจำนวน 150 ผล แล้วขนส่งจากสวนโดยรถตู้ปรับอากาศ มาที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 $^{\circ}$ C เป็นเวลา 1 คืนก่อนทำการวัดค่าการดูดกลืนแสง

การวัดค่าการดูดกลืนแสง

นำผลทุเรียน มาวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่องมือวัดค่าการดูดกลืนแสง(USB2000 OCEAN OPTIC) ดังแสดงใน Figure 1 โดยวัดที่ช่วงความยาวคลื่น 350-750 nm ที่หนามผลกลางพูเอก และพูรองอีกสองพูๆละสามจุด รวมทั้งหมด 9 จุดต่อผล ในการคำนวณสัญญาณที่วัดได้จากค่าสะท้อนแสงเป็น ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance spectra; A_λ) โดยสมการ (1)

$$A_\lambda = -log_{10}\left|\frac{S_\lambda - D_\lambda}{R_\lambda - D_\lambda}\right| \qquad (1)$$

โดยที่ S_λ = Sample intensity at wavelength λ

D_λ = Dark intensity at wavelength λ

R_λ = Reference intensity at wavelength λ

การวัดค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง (Percent dry matter; %DM) ได้จากนำเนื้อทุเรียนจากกลางพูของทุกๆพูเพื่อเป็นตัวแทนของทั้งผลมาสับให้ละเอียด จำนวน 20 g ต่อผล นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 $^{\circ}$C เป็นเวลา 48 hr หรือจนกว่าน้ำหนักคงที่ แล้วคำนวณหาค่า %DM

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแบ่งกลุ่มช่วงอายุ

นำข้อมูล กลุ่มทุเรียน และค่าการดูดกลืนแสงที่ปลายหนาม (A_λ) ของผลทุเรียน มาวิเคราะห์สร้างโมเดลจำแนกกลุ่มโดยใช้ค่าการดูดกลืนแสงเป็นตัวแปรอิสระและกลุ่มทุเรียน เป็นตัวแปรตาม ด้วยวิธีการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant analysis; DA) โดยใช้โปรแกรม SPSS version 11.5 (SPSS Inc., Chicago, USA) ในการวิเคราะห์จะเรียงลำดับ %DM ของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มช่วงอายุ DAFB จากน้อยไปมาก และแบ่งตัวอย่างสลับกันออกเป็นกลุ่ม Calibration และ Validation ทั้งนี้เพื่อให้ตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีการกระจายตัวของค่า %DM ใกล้เคียงกัน จากนั้นนำข้อมูลกลุ่ม Calibration มาวิเคราะห์สร้างโมเดลทำนายแล้วนำโมเดลที่ได้มาทำนายจำแนกกลุ่มโดยใช้ข้อมูลกลุ่ม Validation เพื่อทดสอบความแม่นยำของโมเดลในการทำนายการจำแนกกลุ่ม

ผลและวิจารณ์

ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

ผลการทดลองพบว่า %DM เพิ่มขึ้นตามอายุวันหลังดอกบานที่มากขึ้นดัง Figure 2 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ของผลทุเรียนแก่ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2546)

ค่าสมบัติการดูดกลืนแสง

ผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสง(A_λ) ที่เปลือกผลทุเรียนอายุ 99 106 113 120 127 และ134 DAFB ที่ช่วงความยาวคลื่น 350 – 750 nm (ค่าความละเอียดของเครื่องมือวัด 0.37 nm) ค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยที่วัดได้มีค่าลดลงเป็นตามอายุวันหลังดอกบาน (Figure 3) ตั้งแต่ 99 -134 DAFB สอดคล้องกับกับงานวิจัยของ Timkhum and Terdwongworakul

(2012) ที่ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงที่ปลายหนามของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองเรียงตามอายุ DAFB ที่ 4 ช่วงอายุคือ 113 120 127 และ134 DAFB

การวิเคราะห์การจำแนกกลุ่ม

การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม ความยาวคลื่นที่สำคัญได้แก่ความยาวคลื่นช่วงการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์ เอ (410, 662 nm) บี (453 nm) (Timkhum and Terdwongworakul, 2012) ที่ช่วงความยาวคลื่น 402 และ 687 nm (Gross, 1987) ถูกใช้เป็นตัวแปรทำนาย และ DAFB เป็นตัวแปรกลุ่ม เลือกตัวแปรเข้าโมเดลด้วยวิธี stepwise สามารถทำนายทุเรียนที่ 6 ช่วงอายุคือ 99 106 113 120 127 และ 134 DAFB ได้ถูกต้อง 100 % ทุกช่วงอายุ และจาก Figure 4 แสดงว่า function 1 ซึ่งอธิบายความแปรปรวนในข้อมูลได้ 59.5 % ทำหน้าที่จำแนกทุเรียนกลุ่ม 99 120 และ 134 DAFB ออกจากทุเรียนกลุ่มที่เหลือได้ ส่วน function 2 ซึ่งอธิบายความแปรปรวนในข้อมูลได้ 30.5 % มีส่วนร่วมในการจำแนกกลุ่มทุเรียนระหว่าง 106 113 และ 127 DAFB

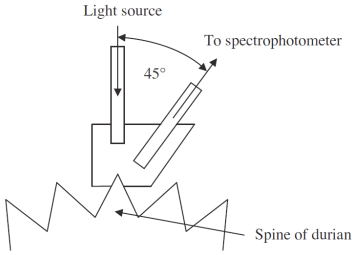

Figure 1 Schematic diagram of reflectance measurement of the spine of durian.

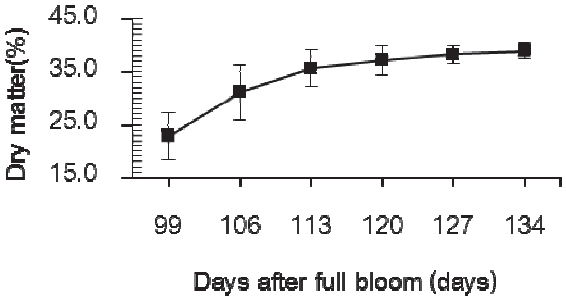

Figure 2 Change in dry matter percentage of durian flesh with number of days after full bloom.

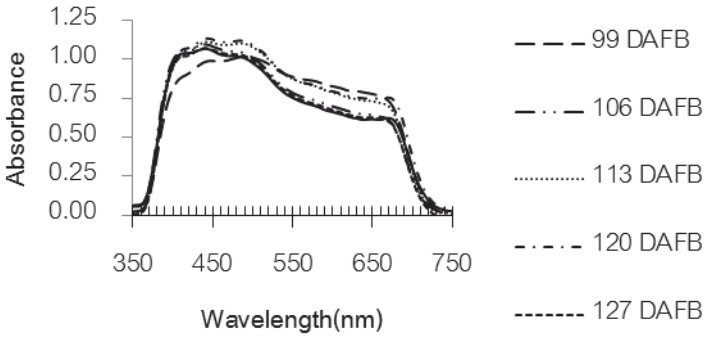

Figure 3 Absorbance of durian spine at different maturity stages represented by days after full bloom (DAFB)

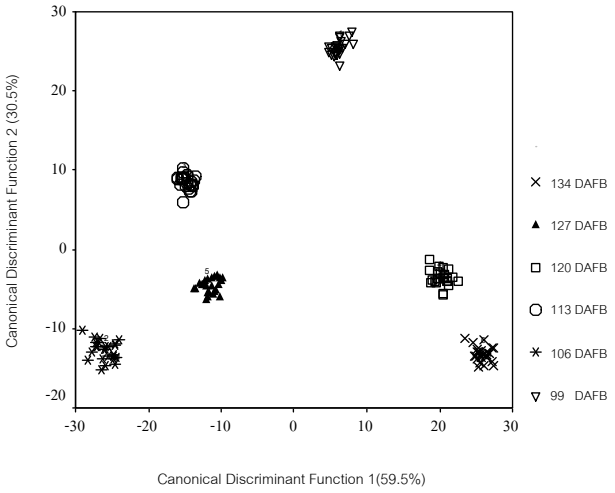

Figure 4 Scatter plots Canonical Discrminat functions.

สรุป

การจำแนกความแก่ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองแบบไม่ต้องทำลายผลทุเรียนด้วยสเปกโทสโกปีช่วงแสงที่มองเห็นได้ของหนามผลทุเรียน โดยใช้สเปกตรัมการดูดกลืนแสงที่เปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์ เอ และ บี ที่หนามผลทุเรียน ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลแบบจำแนกกลุ่ม (DA) สามารถสร้างโมเดลทำนายอายุวันหลังดอกบานได้ถูกต้อง 100 % แบ่งออกเป็น 6 ช่วงอายุจาก 99 ถึง 134 DAFB

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. เอกสารสถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2556. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php. (25 มิถุนายน 2557).

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2546. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, มกอช.3 – 2546.

Gross, J. 1987. *Pigment in Fruits*. Academic Press Ltd., London. 260 pp.

Kongrattanaprasert, W., S. Arunrungrusmi, B. Pungsiri, K. Chamnongthai and M. Okuda. 2001. Nondestructive maturity determination of durian by force vibration and ultrasonic. International Journal of Uncertainty Fuzziness and Knowledge-Based Systems 9(6): 703 – 719.

Rutpralom, T., P. Kumhom and K. Chamnongthai. 2002. Nondestructive maturity determination of durian by using microwave moisture sensing. IEEE International Conference on Industrial and Technology (ICIT), December, 11–14. Bangkok, Thailand.

Timkhum, P. and A. Terdwongworakul. 2012. Non-destructive classification of durian maturity of 'Monthong' cultivar by means of visible spectroscopy of the spine. Journal of Food Engineering 112(4): 263 - 267.