Agricultural Sci. J. 46 : 3/1 (Suppl.) : 417-420 (2015) ว. วิทย. กษ. 46 : 3/1 (พิเศษ) : 417-420 (2558)

การทำนายอายุวันหลังดอกบานของผลทุเรียน(หมอนทอง)โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ปลายหนาม

Prediction of Days after Anthesis of Durian Fruit cv. 'Monthong' by Measuring Absorbance at the Spine

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

Abstract

At present, immature durians cause the big postharvest problem in domestic and export markets. The color of durian spine and days after anthesis(DAA) would be the indexes used to indicate the maturation of durian. The objective of research was to evaluate and create an equation that can predict days after anthesis of durian cv. monthong fruit by measuring absorbance at the spine. The spectrophotometer wavelength ranges at 350-750 nm were used and the measured values were brought to build an equation with fisher's linear discriminant analysis. The durian cv. monthong export grade of 135 durian fruits at 3 ages of 113, 120 and 127 days after anthesis were used for the analysis. It was found the equation can predict days after anthesis which 99.3% of accuracy. This attributed to the absorbance of chlorophyll a, carotenoids and anthocyanins at the spine.

Keywords: immature durian, absorbance, spine

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเรายังคงพบปัญหาทุเรียนอ่อนทั้งภายในประเทศและการส่งออก สีที่ปลายหนาม และอายุวันหลังดอกบานเป็นหนึ่งในดัชนีที่บ่งบอกความบริบูรณ์ของทุเรียนได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสมการทำนายอายุวันหลังดอกบานของทุเรียนหมอนทอง จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ปลายหนาม ช่วงความยาวคลื่น 350 - 750 นาโนเมตร ด้วยเครื่องมือวัดค่าการดูดกลืนแสง และนำค่าที่วัดได้ไปสร้างสมการด้วยการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มเชิงเส้นของฟิชเชอร์ โดยใช้ทุเรียนหมอนทองเกรดส่งออก จำนวน 135 ผล ใน 3 ช่วงอายุ คือ 113 120 และ 127 วันหลังดอกบาน พบว่าสมการสามารถทำนาย อายุวันหลังดอกบานของทุเรียนหมอนทอง ได้ถูกต้อง 99.3 % ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงค่าการดูดกลืนแสงของ คลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนอยด์ และแอนโทไซยานิน ที่หนามของผลทุเรียน

คำสำคัญ: ทุเรียนอ่อน, การดูดกลืนแสง, หนาม

คำนำ

ทุเรียนอ่อนเป็นปัญหาที่พบทุกๆ ปีโดยเฉพาะช่วงต้นฤดูการเก็บเกี่ยว เนื่องจากราคาทุเรียนจะสูงทำให้ พ่อค้า แม่ค้า และเกษตรกร ที่ไม่ซื่อสัตย์ จะรีบนำทุเรียนที่ยังไม่ถึงอายุเก็บเกี่ยวมาจำหน่าย ตามที่ปรากฏเป็นข่าวมาเมื่อไม่นานนี้ จากปัญหาดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงได้หาวิธีการวัดเพื่อทำนายอายุวันหลังดอกบานของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่นิยมบริโภค และส่งออก สถิติการส่งออกทุเรียนสดของประเทศไทยในปี 2557 คิดเป็นมูลค่า 12,435 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร, 2558) โดยใช้เทคนิคการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ปลายหนามของผลทุเรียน เพราะว่าทุเรียนที่แก่จัดสีที่ปลายหนามจะออกสีน้ำตาลเข้ม Jha *et al.* (2006, 2007) ใช้ Spectrophotometer แบบพกพาในการวัดสีผิวเฉลี่ย และสเปกตรัมการสะท้อนแสงของมะม่วงพันธุ์ Dashehari หาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (soluble solids content, SSC) ความแน่นเนื้อของมะม่วง และพัฒนาแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นเพื่อทำนาย SSC (R^2 = 0.83)โดยใช้ค่าการสะท้อนแสงระหว่าง 440 และ 480 nm (ส่วนสีฟ้าของสเปกตรัมที่มองเห็นด้วยตาเปล่า, R^2 = 0.8) พวกเขายังสามารถที่จะพัฒนาโมเดลทำนายค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อของการเก็บเกี่ยว (R^2 = 0.8) โดยใช้แสงสะท้อนสีเขียวส่วนหนึ่งของสเปกตรัมที่มองเห็นตาเปล่า (530 - 550 nm) เช่นเดียวกันกับ Wanitchang *et al.* (2010) พบว่าค่าการสะท้อนแสงของผลแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ มีค่าสูงสุดที่ช่วงความยาวคลื่น 550 และ 650 nm และค่าการสะท้อนแสงสามารถพัฒนามาใช้ทำนายค่าความแน่นเนื้อของผลแก้วมังกรทั้ง 2 พันธุ์ได้โดย

[1]สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน น่าน 55000
[1]Agro-Industry Program, Faculty of Science and Agriculture Technology , Rajamangala University of Technology Lanna Nan, Nan 5500
[2]ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
[2]Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

ไม่ต้องทำลายตัวอย่าง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสมการทำนายอายุวันหลังดอกบานของทุเรียนหมอนทอง จากการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ปลายหนามของผลทุเรียน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ตัวอย่างทดสอบ

ใช้ผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง จากสวนทุเรียน ในอำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี ทำเครื่องหมายที่ช่อดอกหลังผสมเกสรเพื่อนับอายุวันหลังดอกบาน (Days after anthesis; DAA) สุ่มเก็บผลทุเรียนขนาดและรูปทรงเกรดส่งออก ที่อายุผล 113 120 127 DAA ช่วงอายุละ 45 ผลรวมทั้งหมดจำนวน 135 ผล แล้วขนส่งจากสวนโดยรถตู้ปรับอากาศ มาที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืนก่อนทำการวัดค่าการดูดกลืนแสง

2. การวัดค่าการดูดกลืนแสง

นำผลทุเรียน มาวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่องมือวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer ; USB2000 OCEAN OPTIC) ดังแสดงใน Figure 1 ใช้แหล่งกำเนิดแสงเป็นหลอดไฟฮาโลเจน 150 W ไฟเบอร์ออปติค และเลนส์ (QP1000-2-UV/VIS) ตัวรับ และแปลงสัญญาณ เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา และหม้อแปลงไฟฟ้า โดยวัดที่ช่วงความยาวคลื่น 350-750 nm ที่บริเวณปลายหนาม กลางพูเอก และพูรองอีกสองพูๆ ละสามหนาม รวมทั้งหมด 9 หนามต่อผล โดยก่อนทำการวัดแต่ละช่วงอายุ จะต้องทำการวัดแท่งเทปลอนสีขาว และดำ ซึ่งใช้เป็นค่า standard reference ในการคำนวณสัญญาณที่วัดได้จากค่าสะท้อนแสงเป็น ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance spectra; Aλ) โดยสมการ (1)

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

โดยที่ $S\lambda$ = Sample intensity at wavelength λ

$D\lambda$ = Dark intensity at wavelength λ

$R\lambda$ = Reference intensity at wavelength λ

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำนายอายุวันหลังดอกบาน

นำข้อมูล กลุ่มทุเรียน (DAA) และค่าการดูดกลืนแสงที่หนาม (Aλ) ของผลทุเรียน มาวิเคราะห์สร้างสมการทำนายอายุวันหลังดอกบาน โดยใช้ค่าการดูดกลืนแสงเป็นตัวแปรอิสระ และช่วงอายุวันหลังดอกบานของผลทุเรียน เป็นตัวแปรตาม ด้วยวิธีการวิเคราะห์ fisher's linear discriminant analysis โดยใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรแบบ Stepwise และการประมวลผลแบบ Leave-one-out cross validation ด้วยโปรแกรม SPSS version 11.5 (SPSS Inc., Chicago, USA)

ผล

ผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสง (Aλ) ที่ปลายหนามของผลทุเรียนที่อายุ 113 120 และ 127 DAA ไม่เรียงตามลำดับตามช่วงอายุ DAA โดยที่ อายุ 127 DAA จะมีค่าน้อยที่สุด (Figure 2) ซึ่งในทางปฏิบัติของทางสรีรวิทยาทุเรียนหมอนทอง จะแก่จัด และมีปริมาณน้ำหนักเนื้อแห้งมีค่าสูงสุดที่ช่วงอายุ 127 DAA (Sangwanangkul and Siriphanich, 2000)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทำนาย DAA ของผลทุเรียนหมอนทอง ดัง Table 2 สมการการจำแนกกลุ่มสามารถทำนายอายุวันหลังดอกบาน 113 120 และ127 DAA ได้ถูกต้อง 100 97.8 และ 100 % ตามลำดับ โดยตัวแปรอิสระที่ Stepwise เลือกใช้ในการสร้างสมการคือ ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงที่หนามที่ช่วงความยาวคลื่น 448 583 589 740 745 และ 749 nm ความถูกต้องในการทำนายโดยรวม 99.3 % (Table 1) คลอโรฟิลล์ เอ ที่ช่วงความยาวคลื่น 687 nm มีบทบาทสำคัญ การแยกช่วงอายุ 120 DAA จากช่วงอายุ 113 DAA เป็นผลมาจาก การลดลงของ คลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณ ของ คลอโรฟิลล์ที่ดูเหมือนจะลดลงจากช่วงอายุ 113 ถึง 120 DAA แต่ที่ 127 DAA กลับเพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณแคโรทีนอยด์ ในหนามทุเรียนในช่วงอายุ 127 DAA จะสูงกว่าในช่วงอายุ 120 DAA แต่จะไม่แตกต่างกันที่ระหว่างช่วงอายุ 113 และ 120 DAA โดยที่ ปริมาณแอนโทไซยานิน ของหนามทุเรียน ในช่วงอายุ 127 DAA สูงกว่าในช่วงอายุ 113 และ 120 DAA (Timkhum and Terdwongworakul, 2012) และจาก Figure 3 แสดงให้เห็นว่า function 1 อธิบายความแปรปรวนในข้อมูลได้ 61.8 % ทำหน้าที่ทำนายอายุ 113 และ 120 DAA ออกจาก 127 DAA ส่วน function 2 อธิบายความแปรปรวนในข้อมูลได้ 38.2 % มีส่วนร่วมในการทำนายอายุ 127 DAA Table 1 แสดงค่า Classification Function Coefficients ของสมการ Fisher's linear discriminant functions ที่ใช้

ในการแบ่งกลุ่มทุเรียนหมอนทอง เป็น 3 กลุ่ม 3 สมการเมื่อแทนค่าดูดกลืนแสงที่สเปกตรัมต่างๆ ทุกตัวแปรลงในสมการแล้ว สมการใดได้ค่ามากที่สุด แสดงว่าทุเรียนหมอนทองอยู่ในกลุ่มนั้น

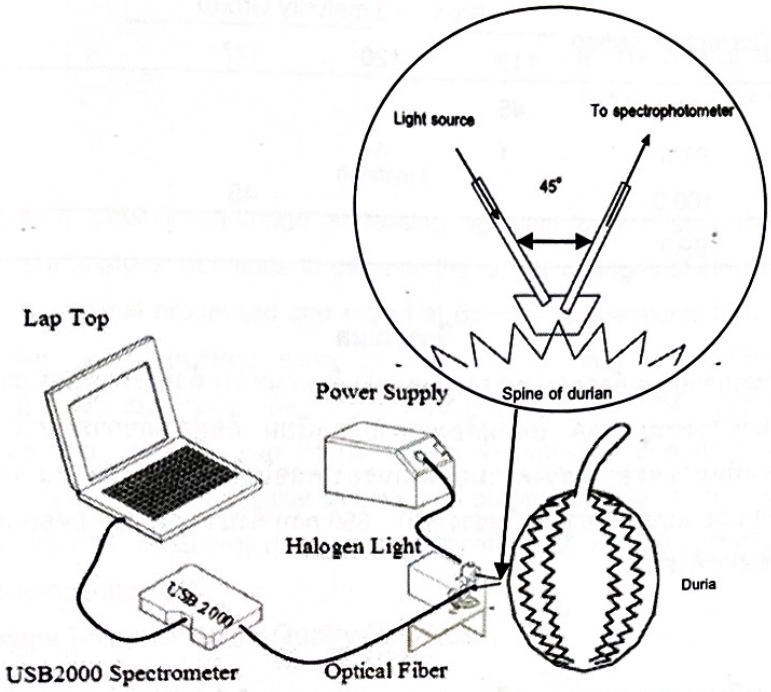

Figure 1 Schematic diagram of reflectance measurement of the spine of durian.

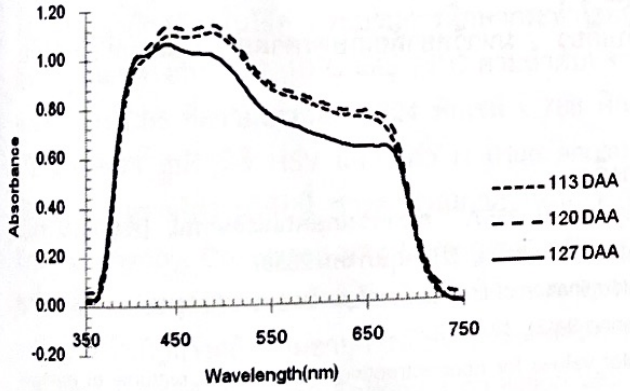

Figure 2 Absorbance of durian spine

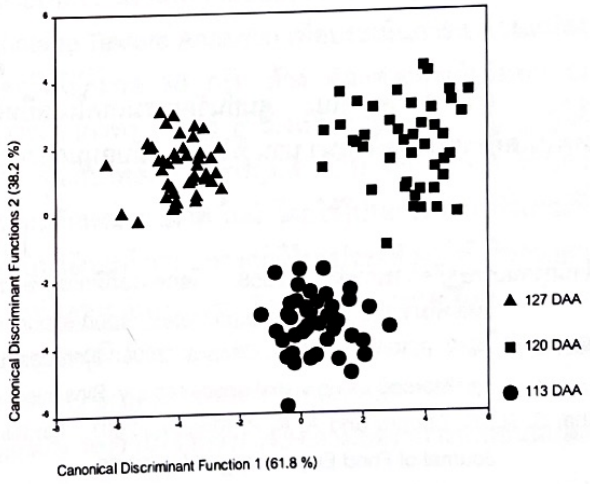

Figure 3 Scatter plots Canonical Discrminat fuctions

Table 1 Classification Function Coefficients

Spectrum(nm)	DAA(days)		
	113	120	127
448	3434.410	3401.009	3634.896
583	5724.220	3969.723	3545.130
589	-7005.668	-5264.821	-5106.842
740	-18666.888	-12335.597	-13129.536
745	35931.374	25301.493	33505.619
749	-18754.204	-14192.972	-21948.995
(Constant)	-1423.780	-1371.809	-1426.337

Table 2 Classification result

Actual Maturity group	% Correct Classified	Predicted maturity Group			Total
		113	120	127	
113	100.0	45			45
120	97.8	1	44		45
127	100.0			45	45
Total	99.3				135

วิจารณ์ผล

การศึกษาการทำนายอายุวันหลังดอกบานของทุเรียน (พันธุ์หมอนทอง) ด้วยวิธีการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มพบว่าตัวแปรที่ใช้ในการสร้างสมการทำนายช่วงอายุ DAA โดยไม่ต้องทำลายผลทุเรียน คือค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงที่หนามของผลทุเรียน โดยค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงที่หนามจะอยู่ในช่วงความยาวคลื่นของ คลอโรฟิลล์ เอ (ประมาณ 402 และ 687 nm) แคโรทีนอยด์ (ประมาณ 402 nm) และ แอนโทไซยานิน (ในช่วง 510 - 650 nm) จึงน่าจะมีงานวิจัยต่อยอดนำไปสู่การผลิตเครื่องมือวัดความสุก-แก่ทุเรียนในเชิงการค้าต่อไป

สรุป

ค่าการดูดกลืนแสงที่ปลายหนามของผลทุเรียนหมอนทอง สามารถนำไปสร้างสมการเพื่อทำนายอายุวันหลังดอกบานของผลทุเรียนหมอนทองได้ถูกต้อง 99.3%

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. เอกสารสถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2557. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php. (25 พฤษภาคม 2558).

Jha, S. N., A. R. P. Kingsly and S. Chopra. 2006. Non-destructive determination of firmness and yellowness of mango during growth and storage using visual spectroscopy. Biosystems Engineering 94(3): 397-402.

Jha, S. N., S. Chopra and A. R. P. Kingsly. 2007. Modeling of color values for nondestructive evaluation of maturity of mango. Journal of Food Engineering 78(1): 22-26.

Sangwanangkul, P. and J. Siriphanich. 2000. Growth and maturation of durian fruit cv, Monthong. Thai Journal of Agricultural Science 33(1–2): 75-82.

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.

Wanichng, J., A. Terdwongworakul, P. Wanitchang and S. Noypitak. 2010. Maturity sorting index of dragon fruit: *Hylocereus polyrhizus*. Journal of Food Engineering 100(3): 409-416.