Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 397-400 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 397-400 (2553)

การศึกษาการวิเคราะห์คุณภาพแบบไม่ทำลายในส้มโอตัดแต่งด้วยเครื่อง Vis/Nir Spectrometer

Study on Non-Destructive Quality Measurement of fresh cut pomelo by using Visible and Near Infrared Spectrometer

อาทิตย์ พวงสมบัติ[1,2], **ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์**[1,2] **และ อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล**[1,2]
Artit phaungsombut[1,2], Siwalak Pathaveerat[1,2] and **Anupun Terdwongworakul**[1,2]

Abstract

This research was focused on nondestructive quality measurement of fresh cut of pomelo using visible and near infrared spectrometer. Pomelo fruit were measured by fiber optic probe of Vis/NIR spectrometer (Model HR4000) which covered a spectral range between 400 to 1100 nm. The quartz tungsten halogen was a light source. In prediction of total soluble solids and acidity from Vis/NIR transmittance, calibration models were built with the Partial Least Square Regression (PLSR). The equation of total soluble solids with selected wavelength at 400- 1028 nm gave the best predicting performance with R= 0.835, standard error of prediction (SEP) = 0.383, Bias = -0.0054. Equation for prediction of total soluble solids performed better than that for acidity (R = 0.687, SEP= 0.063, Bias = -0.0003).

Key word: Pomelo, Non-destructive, fresh cut fruit

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคุณภาพภายในด้วยวิธีแบบไม่ทำลายตัวอย่างในส้มโอตัดแต่งสดโดยการใช้เครื่อง visible and near infrared spectrometer รุ่น Model HR4000 มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 400 – 1100 นาโนเมตร โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงด้วยหลอด quartz tungsten halogen ในการทดสอบปริมาณของแข็งที่ละลายได้ กับ ปริมาณกรดทั้งหมด ด้วยการสร้างสมการทำนายค่าแบบ Partial Least Square Regression (PLSR) โดยสมการทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ มีความแม่นยำอยู่ที่ R = 0.835, SEP = 0.383, Bias = -0.0054 โดยใช้ความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 400- 1028 นาโนเมตร โดยสมการในการทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่าดีกว่าสมการในการทำนายค่ากรดทั้งหมด ซึ่งสมการทำนายค่าปริมาณกรดทั้งหมด มีความแม่นยำอยู่ที่ R = 0.687, SEP= 0.063, Bias = -0.0003 โดยใช้ความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 400- 1028 นาโนเมตร

คำสำคัญ ส้มโอ, การวิเคราะห์แบบไม่ทำลาย, ผลไม้ตัดแต่ง

คำนำ

ส้มโอเป็นผลไม้เพื่อสุขภาพ มีรสชาติดีคือ มีรสหวานอมเปรี้ยวซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเป็นผลไม้หนึ่งที่มีวิตามินซี สรรพคุณเป็นยาละลายเสมหะ แก้ไอ บำรุงกระเพาะอาหาร ช่วยเจริญอาหาร ส้มโอเป็นผลไม้ที่มีเปลือกหนา ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานโดยไม่เสียคุณภาพ และยังมีศักยภาพในการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้ปีละประมาณ 6,500-7,500 ตัน เป็นมูลค่าถึง 90-100 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2549) ในต่างประเทศภาวการณ์ตลาดของส้มโอในแถบเอเชียตะวันออก ได้แก่ประเทศ จีน ฮ่องกง สิงคโปร์ ส่วนทางยุโรปได้แก่ เนเธอร์แลนด์ อังกฤษ แคนาดา ฯลฯ ซึ่งส้มโอก็สามารถเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาศักยภาพของเกษตรกรไทย

ส้มโอมีช่วงการเก็บเกี่ยวที่ยาวนานคือตั้งแต่ออกดอกจนกระทั่งผลแก่จะใช้เวลา 8 เดือน แต่สามารถเก็บผลได้ตั้งแต่ผลมีอายุ 7 เดือนและยังยืดระยะเวลาเก็บเกี่ยวออกไปถึงอายุประมาณ 10 เดือน (นิรนาม, 2529) ส้มโอพันธุ์ทองดีมีขนาดผลโตปานกลาง รูปทรงกลมแป้น ไม่มีจุกที่ขั้วผล ขั้วผลมีจีบเล็กน้อย ผิวผลเรียบมีสีเข้ม ต่อมน้ำมันที่ผิวมีขนาดเล็กเวลาจับที่ผิวจะ

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
[1] Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

รู้สึกนิ่ม หนึ่งผลจะมีจำนวนกลีบประมาณ 12-13 กลีบ กุ้งมีสีชมพูอ่อนจนถึงสีชมพูแก่ กุ้งมีรสหวานไม่เปรี้ยว มีเมล็ดมาก (ธวัช, 2533)

ปัจจุบันอุตสาหกรรมผลไม้ตัดแต่งเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วและปริมาณผู้บริโภคที่นิยมรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพเพิ่มสูงมากขึ้นจึงทำให้ภาวะการตลาดผลไม้ตัดแต่งเป็นที่น่าสนใจมากขึ้นตามไปด้วย ในสหรัฐอเมริกา มีมูลค่าการซื้อขายผลไม้ตัดแต่งอยู่ที่ 11พันล้านบาทในปี 2000 และ เพิ่มสูงขึ้นเป็น 15พันล้านบาทในปี 2005 ในยุโรปภาวะการตลาดผลไม้ตัดแต่งก็มีมูลค่าสูงขึ้น รวมไปถึงภาวะการตลาดในเอเชียก็มีแนวโน้มในการพัฒนาที่ดี ส้มโอตัดแต่งสดจึงมีความน่าสนใจและเป็นทางเลือกในการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตให้เกษตรกรได้

การศึกษาการทดสอบแบบไม่ทำลายสำหรับผลไม้และผักเริ่มมีขึ้นในปี 1970 ที่ประเทศญี่ปุ่น โดยเป็นการวัดสีที่ผิวผลิตภัณฑ์ ด้วยแสง หลังจากนั้นก็ได้มีการศึกษาเพิ่มมากขึ้นและได้มีการนำเทคนิคแบบต่างๆมาใช้มากขึ้น เช่น delayed light emission (DLE), infrared (IR), fluorescence, sound response, และ impact fore response ใช้หาความบริบูรณ์ ของผลไม้และคุณสมบัติอื่นๆ ในปี 1980 เทคนิค near infrared spectroscopy(NIR) ได้ถูกใช้ในการทำนายค่าองค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์หลายๆ ชนิด คือ peaches, Japanese pear, apples, Satsuma oranges และ ผลิตภัณฑ์อื่นๆ (Sumio, 2002)

Kavdir et al. (2007) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ visible (VIS) และ near infrared spectroscopy ในการทดสอบคุณภาพของแตงกวา จุดประสงค์เพื่อวัดค่า ความแน่นเนื้อ, สีและผิว, และน้ำหนักแห้ง โดยการใช้ VIS/NIR spectroscopy โดยใช้ช่วงคลื่น 550–1100 นาโนเมตร และสร้างสมการทำนายค่าด้วยวิธี partial least squares ต่อมา Fu et al. (2007) ได้เปรียบเทียบวิธีการทดสอบแบบ transmission mode และ reflectance mode ในช่วงคลื่น VIS/NIR spectroscopy สำหรับตรวจสอบอาการ brown heart ในลูกแพร์ โดยใช้ช่วงคลื่นอยู่ที่ 400-1028 นาโมเมตร สามารถคัดแยกได้ถูกต้อง 91.2% โดยใช้วิธีแบบ transmission mode ต่อมา Teerachaichayut et al. (2007) ได้ศึกษาวิธีการทดสอบแบบไม่ทำลายในการตรวจสอบอาการเนื้อแก้วในมังคุต โดยใช้ช่วงคลื่น short wavelength near infrared (SW-NIR) transmittance spectroscopyโดยใช้ช่วงคลื่น 640-980 นาโนเมตร สามารถคัดแยกได้ถูกต้อง 92.0%

การส่งออกส้มโอตัดแต่งสดในปัจจุบันยังมีความต้องการสูงจึงจำเป็นมีวิธีการทดสอบคุณภาพเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ให้กับเกษตรกร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการวิเคราะห์คุณภาพแบบไม่ทำลายในส้มโอตัดแต่งด้วยเครื่อง Vis/Nir Spectrometer

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ตัวอย่างชิ้นส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งตัดแต่งสด 85 ชิ้น จากนั้นนำมาทดสอบวัดการดูดกลืนแสงด้วยอุปกรณ์ Vis/NIR spectrometer (Model HR4000, Ocean Optics Inc., FL,USA) ซึ่งจะครอบคลุมความยาวคลื่นช่วง 400 ถึง 1100 นาโนเมตร และ ใช้หลอดไฟ quartz tungsten halogen เป็นต้นกำเนิดแสงโดยมี fiber-optic probe เป็นตัวรับแสงอยู่ด้านล่างดังภาพที่ 1 ทำการสแกนตัวอย่าง 3 จุด จุดละ 2 ซ้ำ ดังภาพที่ 2 แล้วนำตัวอย่างที่ผ่านการสแกนมาทดสอบหาค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) โดยใช้อุปกรณ์ digital hand reflectrometer refractometer (MTD-045nD, Three-In-One Enterprises Co., Ltd., San Chung, Taiwan) และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้(TA) สร้างสมการทำนายค่า ด้วยวิธี partial least squares ในการทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรตได้ (TA)

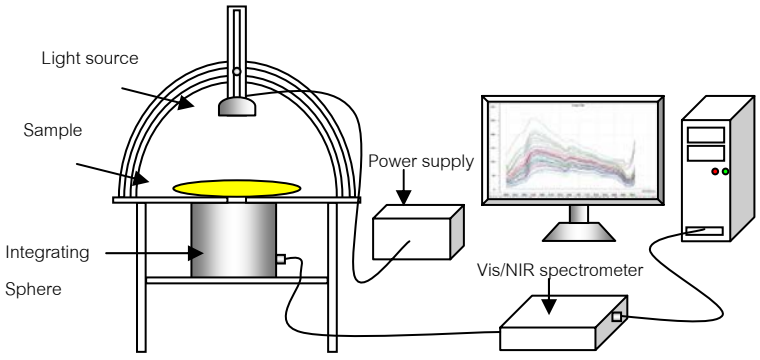


Figure 1 Show design spectral measurement of fresh cut pomelo

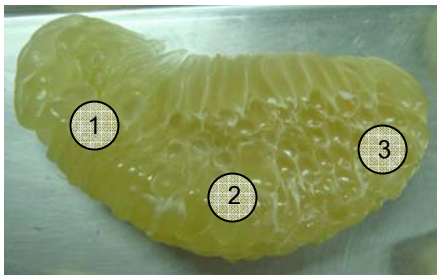
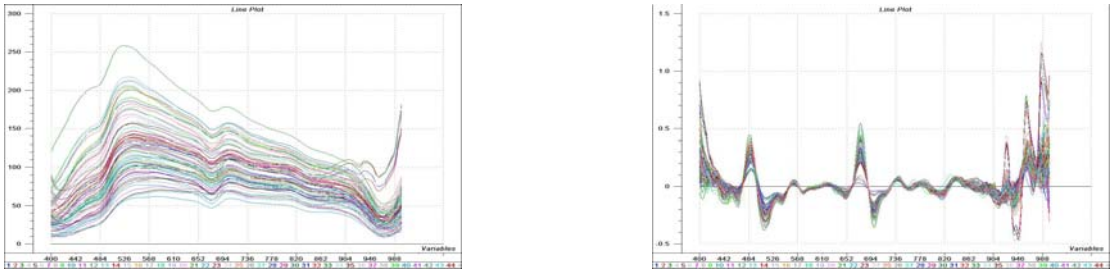


Figure 2 Position of measure on fresh cut pomelo

ผล

สเปคตรัมของตัวอย่างส้มโอตัดแต่งที่ได้จะมีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดอยู่ที่ 526 นาโนเมตร และจากตัวอย่างสเปคตรัมทั้งหมดที่ได้นั้นจะมีลักษณะเกิดการ scattering ดังภาพที่ 3.a ดังนั้นก่อนการสร้างสมการทำนายค่าจึงทำการ pre-treatments เบื้องต้นด้วยการ smoothing และ second derivatives เพื่อลดผลกระทบที่เกิดจากการ scattering ดังภาพที่ 3.b



a b

Figure 3 Spectrum of fresh cut pomelo (a) the spectrum was pretreatment by smoothing method (b) the spectrum was pretreatment by second derivative method

สร้างสมการทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณกรดทั้งหมดของส้มโอตัดแต่งสดด้วยวิธี Partial Least Square Regression (PLSR) และทำการเลือกช่วงความยาวคลื่นในการสร้างสมการเป็น 3 ช่วงคือ 1. เลือกความยาวคลื่นตาม Kavdir et al. (2007)(550-1100 nm) 2. เลือกความยาวคลื่น ตาม Fu et al. (2007) (400-1028 nm) 3. เลือกความยาวคลื่น ตาม Teerachaichayut et al. (2007) (640-980 nm)

สมการทำนายค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ โดยการเอา สเปคตรัม ที่ สแกนทั้ง 3 จุดใน 1 ตัวอย่างมาเฉลี่ยเป็นจุดเดียว ได้ค่า R= 0.835 SEP= 0.383 Bias= -0.0054 และ ใช้ข้อมูลทั้งหมดในการสร้างสมการได้ค่า R= 0.806 SEP= 0.410 Bias= 0.0000 และจะเห็นได้ว่าใช้ความยาวคลื่นตาม Fu et al. (2007) ให้ผลดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 1

Table 1 Statistics value from the Calibration equation at build with PLSR for predict total soluble solids in fresh cut pomelo

character	wave length	F[4]	R[5]	SEC[6]	R[5]	SEP[7]	Bias
AVERAGE	550-1100[1]	5	0.870	0.264	0.754	0.460	-0.0036
	400-1028[2]	**6**	**0.925**	**0.264**	**0.835**	**0.383**	**-0.0054**
	640-980[3]	7	0.884	0.325	0.711	0.501	-0.0162
ALL	550-1100[1]	5	0.791	0.423	0.720	0.482	-0.0003
	400-1028[2]	**6**	**0.862**	**0.350**	**0.806**	**0.410**	**0.0000**
	640-980[3]	6	0.743	0.463	0.638	0.537	0.0017

สมการทำนายค่าปริมาณกรดทั้งหมด โดยการเอา สเปคตรัม ที่ สแกนทั้ง 3 จุดใน 1 ตัวอย่างมาเฉลี่ยเป็นจุดเดียว คือ ค่า R= 0.687 SEP= 0.064 Bias= 0.0007 และ การใช้ข้อมูลทั้งหมดในการสร้างสมการได้ค่า ค่า R= 0.655 SEP= 0.063 Bias= -0.0003 และจะเห็นได้ว่าใช้ความยาวคลื่นตาม Fu et al. (2007) ให้ผลดีที่สุด ดังตารางที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้

Table 2 Statistics value from the Calibration equation at build with PLSR for predict acidity in fresh cut pomelo

character	wave length	F[4]	R[5]	SEC[6]	R[5]	SEP[7]	Bias
AVERAGE	550-1100[1]	4	0.802	0.052	0.671	0.066	0.0003
	400-1028[2]	**4**	**0.802**	**0.047**	**0.687**	**0.064**	**0.0007**
	640-980[3]	6	0.872	0.043	0.697	0.065	-0.0009
ALL	550-1100[1]	3	0.670	0.065	0.604	0.070	0.0001
	400-1028[2]	**4**	**0.735**	**0.052**	**0.655**	**0.063**	**-0.0003**
	640-980[3]	4	0.623	0.069	0.527	0.079	0.0000

[1] ความยาวคลื่นตาม Kavdir et al.
[2] ความยาวคลื่นตาม Fu et al.
[3] ความยาวคลื่นตาม Teerachaichayut et al.
[4] Factor of Calibration Equation
[5] Regression coefficient
[6] Standard Error of Calibration
[7] Standard Error of Prediction

สรุป

ในการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้และปริมาณกรดทั้งหมดด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ Partial Least Square Regression โดยใช้เครื่อง VIS/NIR มีความเป็นไปได้ในการวิเคราะห์แบบไม่ทำลายโดยในการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้มี R= 0.835 SEP= 0.383 Bias= -0.0054 แต่ปริมาณกรดทั้งหมดยังมีค่าในการทำนายค่อนข้างต่ำ โดยในการวิเคราะห์ใช้ความยาวคลื่นในช่วง 400-1028 นาโนเมตรให้ค่าในการทำนายดีที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะบัณฑิตวิทยาลัย ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว หน่วยงานร่วมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาสนับสนุนงบประมาณวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมศุลกากร, 2549. สถิติการนำเข้า-ส่งออกสินค้า. แหล่งที่มา: http://www.customs.go.th

ธวัช บุญยทวี, 2533. ส้มโอเพื่อการส่งออก. ชมรมไม้ผลแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ

นิรนาม, 2529. การเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม. ฝ่ายวิชาการ ธนาคารกสิกรไทย สรุปข่าวธุรกิจ.17(3):1-16

Fu, X., Y. Ying, H. Lu and H. Xu. 2007. Comparison of diffuse reflectance and transmission mode of visible-near infrared spectroscopy for detecting brown heart of pear. Journal of Food Engineering 83: 317-323.

Kavdir, I., R. Lu, D. Ariana and M. Ngouajio. 2007. Visible and near-infrared spectroscopy for nondestructive quality assessment of pickling cucumbers. Postharvest Biology and Technology 43: 165-174.

Sumio,K. S. 2002. Procedure of Calibration and Validation in NIR spectroscopy, pp.135-137. In Thanapase, W., A. Terdwongworakul and T. Suwansichoan. eds. Control Agricultural Product by Near Infrared Spectroscopy for Competitive in World Market. Kasetsart Agricultural and Agro-Inrial Product Improvement Instityte, Kasetsart University Bangkok.

Teerachaichayut, S., K.Y. Kil, A. Terdwongworakul, W. Thanapase, W. Thanapase and Y. Nakanishi. 2007. Non-destructive prediction of translucent flesh disorder in intact mangosteen by short wavelength near infrared spectroscopy. Postharvest Biology and Technology 43: 202-206.