Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 141-144 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 141-144 (2554)

การวิเคราะห์คุณภาพมะละกอแขกดำเพื่อการบริโภคด้วย Near Infrared Spectroscopy

Qualities determination of papaya (Khaek Dum) for consumption using near infrared spectroscopy

รณฤทธิ์ ฤทธิรณ[1,2] สโรชา ทองด่านอุดม[1] ลลิต์ภัทร รัตอาภา[1] และสุรีพร ณรงค์วงศ์วัฒนา[1]

Ronnarit Rittiron[1], Sarocha Thongdan-udom[1], Lalipat Ratarpa[1] and Sureeporn Narongwongwattana[1]

Abstract

The criteria for quality of “Khaek Dum” papaya supplying high - level markets are about 10 %brix in sweetness, red flesh color and proper firmness. The conventional quality assessment is subjective analysis based on experience which causes error with irregular quality. The traders need a clearly standard of quality criteria with nondestructive method. A nondestructive quality assessment was developed based on relationship of qualities and near infrared (NIR) absorbance acquired by a portable NIR spectrometer using reflection mode in wavelength region of 600-1050 nm. The results showed that, a qualified papaya must has color a* value greater than or equal to 19 and sweetness must be greater than 9%brix. Nondestructive checking by NIR technique could correctly tell the quality with no significant difference from conventional method at confidence interval 95%. Correlation coefficient (R) = 0.87, Standard Error of Calibration (SEC) = 0.64% brix, Standard Error of Prediction (SEP) = 0.8% brix and Bias = 0.06%brix were obtained for sweetness prediction and R = 0.80, SEC = 3.01, SEP = 3.31 and Bias = 0.029 for color a* value prediction.

Keywords: papaya, Khaek Dum, near infrared, quality criteria

บทคัดย่อ

คุณภาพของมะละกอแขกดำที่ส่งไปยังตลาดระดับบน กำหนดให้มีค่าความหวานประมาณ 10% brix มีสีเนื้อเป็นสีแดงไม่เหลือง และมีความแน่นเนื้อที่เหมาะสมต่อการบริโภค ซึ่งวิธีการตรวจหาคุณสมบัติดังกล่าวผู้ประเมินจะทำการสุ่มตัวอย่างมาทำลายเพื่อประเมินคุณภาพภายในโดยใช้สายตา การสัมผัส และประสบการณ์ ซึ่งเป็นการอิงอยู่กับความคิดส่วนบุคคลหรือเป็นการวิเคราะห์เชิงอัตวิสัยทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูง และสินค้ามีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ ด้วยเหตุนี้ผู้ประกอบการจึงต้องการหาเกณฑ์คุณภาพเป็นค่าตัวเลขที่แน่นอน หรือเป็นการวิเคราะห์เชิงภาวะวิสัยและไม่ทำลายตัวอย่าง การวิเคราะห์คุณภาพแบบไม่ทำลายสามารถสร้างขึ้นจากความสัมพันธ์ของคุณภาพภายในกับการดูดกลืนพลังงานย่านใกล้อินฟราเรดที่วัดได้จากเครื่อง Near Infrared (NIR) spectrometer แบบพกพา ในระบบการวัดแบบสะท้อนกลับ ใช้ช่วงความยาวคลื่น 600 – 1050 นาโนเมตร จากผลการวิเคราะห์พบว่า มะละกอแขกดำที่มีคุณภาพต้องมีค่าสี a* มากกว่าหรือเท่ากับ 19 และมีความหวานมากกว่า 9%brix สำหรับการตรวจสอบแบบไม่ทำลายด้วยเทคนิค NIR พบว่า สามารถวิเคราะห์คุณภาพได้อย่างถูกต้อง ไม่แตกต่างจากค่าจริงที่วิเคราะห์ด้วยวิธีดั้งเดิมที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีค่า Correlation coefficient (R) = 0.87 ,Standard Error of Calibration (SEC) = 0.64 %brix , Standard Error of Prediction (SEP) = 0.8 %brix และค่าผิดพลาดเฉลี่ย (Bias) = 0.06 %brix สำหรับสมการเทียบมาตรฐานทำนายความหวาน และ R = 0.80, SEC = 3.01, SEP = 3.31 และ Bias = 0.029 สำหรับสมการเทียบมาตรฐานทำนายค่าสี a*

คำสำคัญ: มะละกอแขกดำ อินฟาเรดย่านใกล้ เกณฑ์คุณภาพ

คำนำ

มะละกอเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ทุกภาค และมีขายตลอดทั้งปี ปัจจุบันประเทศไทยมีการปลูกมะละกอเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากตลาดส่งออกมะละกอมีแนวโน้มสูงขึ้น ทั้งนี้คุณภาพมะละกอจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกรับประทานของผู้บริโภค และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่ผลผลิต โรงคัดบ่มสวนสระแก้วเป็นบริษัทผู้จัดส่งมะละกอแขกดำให้กับตลาดระดับบน โดยมะละกอที่ทำการจัดส่งต้องจัดอยู่ในเกณฑ์ คือ ความหวานประมาณ 10% Brix สีเนื้อสีแดงไม่เหลือง และความแน่นเนื้อ

[1]ภาควิชาวิศวกรรมการอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม 73140

[1]Department of Food Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

[2]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

[2]Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Education Commission, Bangkok 10400

เหมาะสมต่อการบริโภค ในการตรวจหาคุณสมบัติดังกล่าว จะทำการสุ่มตัวอย่างมาทำลาย เพื่อประเมินโดยใช้คน ทำให้คุณภาพที่ได้ไม่สม่ำเสมอ อีกทั้งการให้คนประเมินคุณภาพมะละกอแขกดำ อาจได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อม และความรู้สึก จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน ด้วยเหตุนี้ทางบริษัทจึงต้องการกำหนดเกณฑ์คุณภาพของมะละกอที่เป็นค่าแน่นอน และวิธีการวิเคราะห์คุณภาพแบบไม่ทำลาย

เทคนิค Near Infrared (NIR) Spectroscopy เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพแบบไม่ทำลายวิธีหนึ่งที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ดังเช่น มีการประยุกต์ใช้ในการหาปริมาณน้ำตาลในผลพีช (Kawano *et al.*, 1992) การทำนายคุณภาพการรับประทานของมะม่วงสุก (Saranwong *et al.*, 2003) การประเมินคุณภาพของผลฝรั่งแบบไม่ทำลายเพื่อการค้าในเชิงพาณิชย์ (รณฤทธิ์ และคณะ, 2551) เป็นต้น นอกจากนี้เทคนิค NIR สามารถตรวจสอบผลไม้ได้ทุกผลแบบไม่ทำลาย จึงทำให้สามารถวิเคราะห์ผลผลิตได้ทั้งหมด โดยไม่ต้องสุ่มตรวจ

ดังนั้นงานวิจัยนี้ต้องการกำหนดเกณฑ์คุณภาพของมะละกอแขกดำในการบริโภค สำหรับโรงคัด-บ่ม สวนสระแก้ว และสร้างสมการเทียบมาตรฐานประเมินคุณภาพมะละกอแขกดำเพื่อการบริโภคอย่างไม่ทำลาย

อุปกรณ์และวิธีการ

มะละกอแขกดำ จากโรงคัด-บ่ม สวนสระแก้วที่มีระดับความสุกแตกต่างกัน จำนวน 200 ตัวอย่าง จะถูกวัดสเปคตรัมด้วยเครื่อง NIR spectrometer แบบพกพา (FQA-NIRGUN, Japan) ในระบบการวัดแบบ Interactance ในช่วงความยาวคลื่น 600-1100 nm จากนั้นนำผลมะละกอในตำแน่งที่ทำการวัดสเปคตรัมมาวิเคราะห์ค่าความหวานด้วยเครื่อง Digital refractometer (Atago PR 32α, Japan) และวัดค่าสีเนื้อของผลมะละกอด้วยเครื่อง Colorimeter (Minolta chroma meter CR-300, UK) ใช้ระบบการวัด C.I.E Lab L*, a*, b* โดยค่าสี a* ที่มีค่าบวกแสดงถึงสีแดง ค่าสี b* ที่มีค่าบวกแสดงถึงสีเหลือง และค่าสี L* แสดงถึงค่าความสว่าง สมการเทียบมาตรฐานจะถูกสร้างขึ้นจากความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนพลังงานย่าน NIR (สเปคตรัม) กับค่าความหวาน ค่าสีเนื้อ ด้วยวิธี Multiple linear regression (MLR) โดยอาศัยโปรแกรม CA Maker สำหรับคุณภาพสีเนื้อ จะประเมินการยอมรับจากเจ้าหน้าที่โรงงาน

ผล

เกณฑ์คุณภาพความหวานที่ส่งไปยังตลาดระดับบน จะมีค่าความหวานประมาณ 10%brix อย่างไรก็ดี ผลการสำรวจค่าความหวานของมะละกอแขกดำที่ส่งจำหน่าย พบว่า มีตัวอย่างที่ค่าความหวานมากกว่า 9%brix มีอยู่ 67.62% และมากกว่า 10%brix อยู่ 38.1% นอกจากนี้ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยการชิม พบว่า ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างค่าความหวานที่ 9 และ 10% brix ได้

สำหรับเกณฑ์คุณภาพสีเนื้อของมะละกอแขกดำ จากการวิเคราะห์ค่าสี L*a*b* เบื้องต้น พบว่าค่าสี a* ซึ่งให้ข้อมูลสีแดง มีแนวโน้มที่สามารถใช้เป็นเกณฑ์ได้ Figure 1แสดงกราฟการกระจายตัวของค่าสี a* ในกลุ่มที่ผ่านและไม่ผ่านการประเมินด้วยผู้ประเมินจากโรงงาน พบว่า ตัวอย่างที่ผ่านการประเมินส่วนใหญ่จะมีค่าสี a* >19 ตัวอย่างที่ไม่ผ่านการประเมินส่วนใหญ่จะมีค่าสี a* < 19 ดังนั้นจึงเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องระหว่างการประเมินของผู้ประเมินกับค่าสี a* ที่ระดับต่างๆ

ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของเกณฑ์ค่าสี a* แสดงดัง Table 1 โดยตัวอย่างที่มีค่าสี a* สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดถือว่าให้ผ่านเกณฑ์การประเมิน หากตัวอย่างผ่านทั้งเกณฑ์การประเมินด้วยผู้ประเมินจากโรงงาน และเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น ถือว่าเป็นตัวอย่างที่มีความถูกต้อง ในทำนองเดียวกัน Table 2 จะแสดงผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวอย่างที่ไม่ผ่านคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด หากตัวอย่างมีค่าสีต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และไม่ผ่านการประเมินจากโรงงาน ให้ถือว่าตัวอย่างนั้นถูกต้องเช่นกัน ซึ่งจะสังเกตเห็นว่าหากใช้เกณฑ์ค่าสี a*<19 เป็นมะละกอที่ไม่ได้คุณภาพ จะมีความผิดพลาดเชิงลบน้อยที่สุด

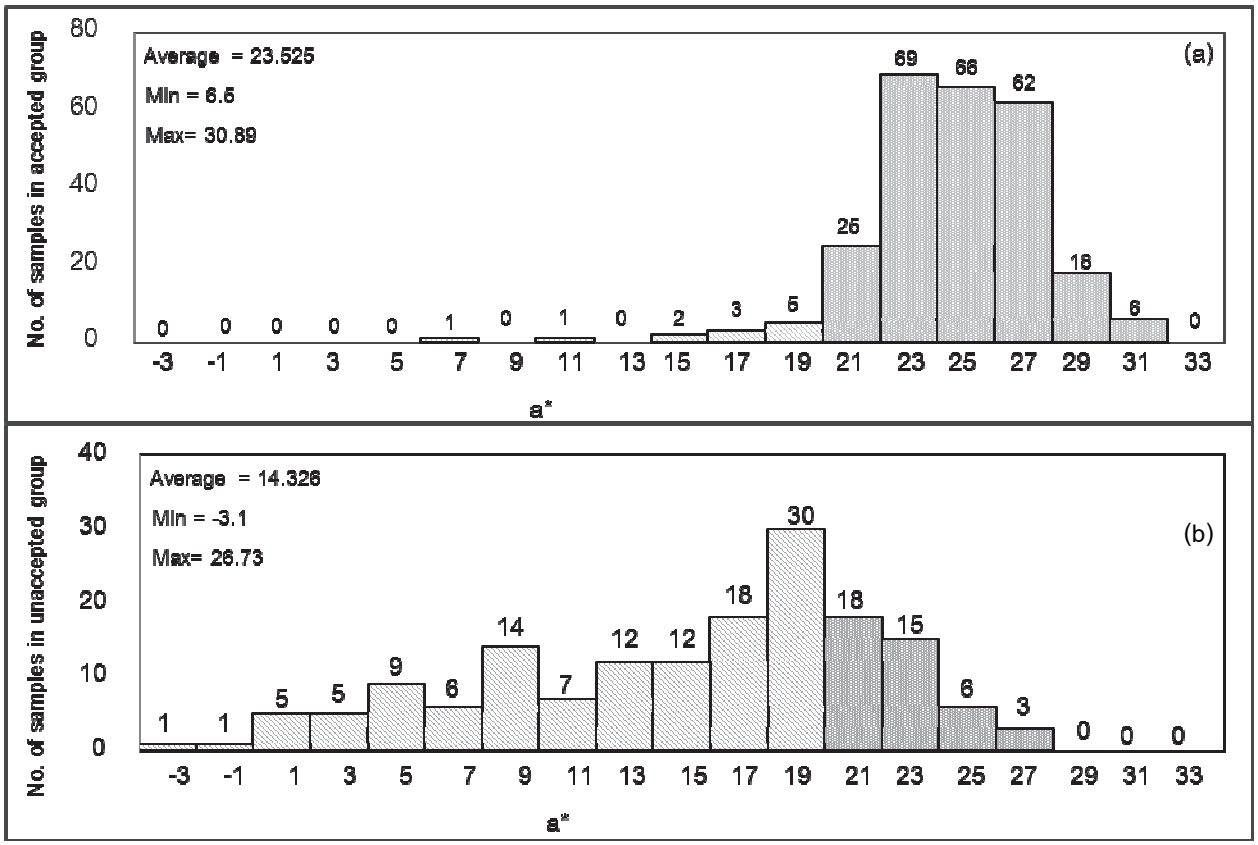

Figure 1 a* value distribution of (a) accepted group (b) unaccepted group

Table 1 Comparison of accuracy results with difference a* value criteria for accepting of the qualified samples

a* value	No. of sample	No. of accepted samples[1]	Percent accuracy	Positive error[2]
≥ 20	265	233	87.92%	12.08%
≥ 19	288	246	85.42%	14.58%
≥ 18	306	246	80.39%	19.61%

Table 2 Comparison of accuracy results with difference a* value criteria for rejecting of the unqualified samples

a* value	No. of sample	No. of unaccepted samples[1]	Percent accuracy	Negative error[3]
< 20	155	129	83.92%	16.77%
< 19	132	121	91.67%	9.09%
< 18	114	98	85.96%	14.04%

[1] Flesh color quality assessed by authority from factory

[2] Positive error: Rejecting the qualified samples

[3] Negative error: Accepting the unqualified samples

ผลจากการสร้างสมการเทียบมาตรฐานทำนายปริมาณความหวาน และค่าสี a* แสดงดัง Scatter plots (Figure 2) สังเกตเห็น จุดส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่รอบๆ เส้น target line นั่นหมายความว่า สมการเทียบมาตรฐานทั้งสองสามารถทำนายปริมาณความหวาน และค่าสี a* ได้อย่างแม่นยำ และจากการทดสอบ paired t-test พบว่า ค่าความหวาน และค่าสี a* ที่ทำนายได้จากสมการ ไม่แตกต่างจากค่าจริงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

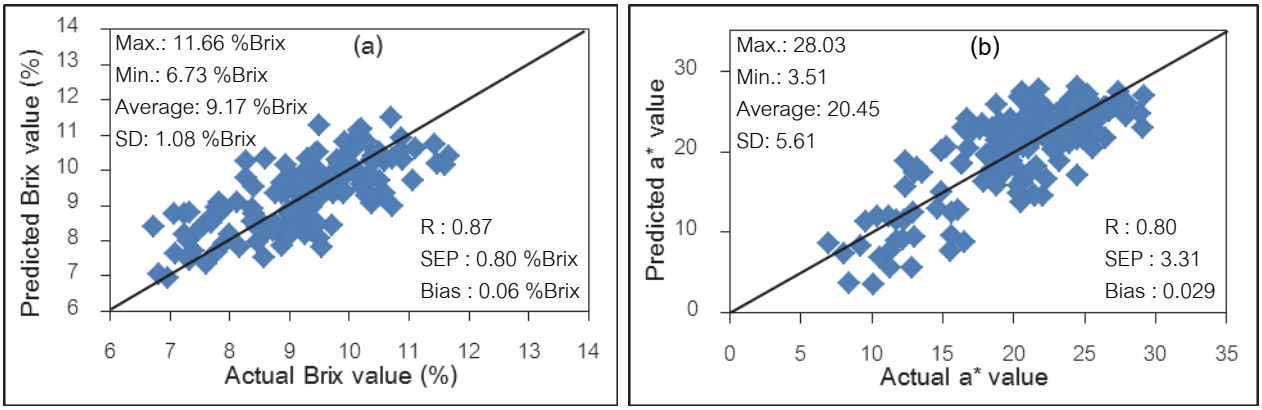

Figure 2 Scatter plots of actual against predicted values for validation of sample set (a) brix value and (b) a* value

วิจารณ์

จากการประเมินค่าสีเนื้อโดยใช้สายตาเจ้าหน้าที่โรงงาน (Figure 1) พบว่า ค่าสี a* มีช่วงเหลื่อมซ้อนกันระหว่างตัวอย่างที่ผ่านและไม่ผ่านคุณภาพ เนื่องจากใช้ความรู้สึก ประสบการณ์ และความคิดส่วนบุคคล จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูง จาก Table 1 พบว่า หากใช้ค่าสี a* มากกว่าหรือเท่ากับ 19 และ 20 เป็นมะละกอที่มีสีได้คุณภาพ จะมีความถูกต้อง สอดคล้องกับการประเมินจากเจ้าหน้าที่โรงงานสูงพอๆ กัน ในขณะที่มะละกอที่มีค่าสี a* ต่ำกว่าเกณฑ์ข้างต้น ถือว่าไม่ผ่านการยอมรับจากเจ้าหน้าที่โรงงาน พบว่าที่ค่าสี a* <19 มีความถูกต้องในการประเมินสูงที่สุด และมีความผิดพลาดเชิงลบที่จะยอมรับมะละกอที่ไม่ได้คุณภาพต่ำที่สุด (Figure 2) ดังนั้นจึงใช้เกณฑ์ค่าสี a* ≥ 19 เป็นเกณฑ์กำหนดสีเนื้อมะละกอที่มีคุณภาพ

จากการสังเกตสมการเทียบมาตรฐานในการทำนายปริมาณความหวาน พบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสมการอยู่ที่ตำแหน่งการดูดกลืนที่ 896 nm ซึ่งเป็นตำแหน่งการดูดกลืนของน้ำตาลฟรุกโตส ซึ่งเป็นน้ำตาลหลักในมะละกอ (พิมพร, 2554) สำหรับสมการทำนายค่าสี a* พบว่าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับค่าการดูดกลืนของสีแดง คือ ตำแหน่งการดูดกลืนที่ 616, 648, และ 684 nm ซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่นสีแดง 620-700 nm ของแสงย่านที่มองเห็นได้ (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2554)

สรุปผล

เกณฑ์คุณภาพของมะละกอแขกดำที่เหมาะสมต่อการบริโภค คือ จะต้องมีค่าสี a* มากกว่าหรือเท่ากับ 19 และมีค่าความหวานอยู่ที่ 9 หรือ 10 %brix โดยเครื่อง NIR แบบพกพา (FQA-NIRGUN, Japan) สามารถใช้ในการประเมินความหวาน และค่าสีเนื้อของมะละกอแขกดำได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ และไม่ทำลาย

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโรงคัดบ่มสวนสระแก้ว และเครื่อง NIR Spectrometer จากมูลนิธิโครงการหลวง

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม . 2554. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีการวัดสี. สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.

บัณฑิต จริโมภาส. 2545. สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เกษตร. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิมพร น้ำตาลในมะละกอ. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.pantown.com/board. (22 มีนาคม 2554)

รณฤทธิ์ ฤทธิรณ. ปนัดดา ไกรลาศโอฬาร และมัลฐิตา อึ้งพานิช. 2551. การประเมินคุณภาพของผลฝรั่งแบบไม่ทำลายเพื่อการค้าในเชิงพาณิชย์ . วิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 3. ฉบับที่ 3(พิเศษ): 70

Kawano. S, H. Watanabe and M. Iwamoto. 1992. Determination of sugar content in intact peaches by near infrared spectroscopy with fiber optics in interactance mode. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 61(2): 445-451.

Saranwong, S., J. Sornsrivichi and S. Kawano. 2003. Prediction of ripe-stage eating quality of mango fruit from its harvest quality measured nondestructively by near infrared spectroscopy. J. Postharvest Biology and Technology 31: 137-145.