Agricultural Sci. J. 48 : 3 (Suppl.) : 303–306 (2017) ว. วิทย. กษ. 48 : 3 (พิเศษ) : 303-306 (2560)

การจำแนกความสุก-แก่ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองด้วยการวิเคราะห์เชิงภาพถ่าย

Classification of “Monthong” Durian Maturity by Image Processing Analysis

ธีรวัฒน์ ชื่นอัศดงคต*[1] กระวี ตรีอำนรรค[1]และ เทวรัตน์ ตรีอำนรรค[2]

Teerawat Chuenatsadongkot*[1], Krawee Treeamnuk[1] and Tawarat Treeamnuk[2]

Abstract

The aim of this research was to application of image processing analysis for measure skin color of durian and then apply to evaluate durian maturity. In color measurement, durian peels were photographed in 3 views and the color value was analyzed using the image J software. The analyzed value was expressed as a color in RGB and then converted to CIELAB when the color value was taken to relate with physical and mechanical properties in terms of percent of dry matter and firmness. The results indicated that the values of color parameters (L*, a*, b*) of durian peel could be classify clearly 2 stage of durian maturity. Unsuitable durian for harvesting have the value L* in the range of 49.79 to 52.58, the value a* in the range -9.22 to -6.76, and the value b* in the range 24.63 to 28.76. The suitable durian for harvesting have the value L* lower than 49.55, the value a* in the range -8.67 to -5.17, the value b* higher than 27.54.

Keywords: “Monthong” cultivar of durian , Non-destructive techniques , Image processing analysis

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อประยุกต์วิธีการวิเคราะห์เชิงภาพถ่ายสำหรับตรวจวัดสีผิวเปลือกของทุเรียนแล้วนำไปใช้ในการจำแนกความสุก-แก่ของทุเรียน ในการวัดค่าสีจะทำการถ่ายภาพที่เปลือกของทุเรียน 3 มุมมอง จากนั้นวิเคราะห์ค่าสีโดยใช้โปรแกรมอิมเมจ เจ ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์แสดงค่าสีในหน่วย RGB จากนั้นนำไปคำนวณเพื่อแปลงค่าเป็นหน่วย CIELAB เมื่อได้ค่าสีจะนำไปหาความสัมพันธ์กับค่าสมบัติกายภาพและทางกลเพื่ออ้างอิงถึงความสุก-แก่ของทุเรียน ได้แก่ ค่าร้อยละน้ำหนักแห้งและค่าความแน่นเนื้อ ผลที่ได้จากการทดสอบพบว่าสามารถแบ่งความสุก-แก่ของทุเรียนออกเป็น 2 เกณฑ์ได้อย่างชัดเจน คือ ทุเรียนที่ไม่เหมาะสมแก่การเก็บเกี่ยวจากต้นมีค่า L* อยู่ในช่วง 49.79 ถึง 52.58 ค่า a* อยู่ในช่วง -9.22 ถึง -6.76 ค่า b* อยู่ในช่วง 24.63 ถึง 28.76 ส่วนทุเรียนที่สามารถเก็บเกี่ยวจากต้นได้มีค่า L* ต่ำกว่า 49.55 ค่า a* อยู่ในช่วง -8.67 ถึง -5.17 ค่า b* สูงกว่า 27.54

คำสำคัญ : ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง การตรวจสอบแบบไม่ทำลาย การวิเคราะห์เชิงภาพถ่าย

บทนำ

ทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีการเพาะปลูกอยู่จำนวนมากในประเทศไทย มีเนื้อที่ในการปลูกรวมกว่า 795,811 ไร่ ให้ผลผลิตรวม 726,891 ตัน นอกจากนี้ทุเรียนยังเป็นผลไม้ส่งออกซึ่งข้อมูลในปี 2557 ประเทศไทยมีการส่งออกทุเรียนสด จำนวน 369,602 ตัน คิดเป็นมูลค่ามากถึง 12,436 ล้านบาท(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) สาเหตุหลักที่ทำให้มีปริมาณการส่งออกที่สูงมากเพราะว่า ทุเรียนไทยมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคทั่วโลก แต่ทว่าในการยอมรับที่กล่าวมาข้างต้นนั้นเป็นการยอมรับถึงทุเรียนในผลที่มีคุณภาพดีเท่านั้น ไม่ได้ให้การยอมรับในผลทุเรียนที่ด้อยคุณภาพด้วย สาเหตุหลักของปัญหาทุเรียนด้อยคุณภาพเกิดจากการคัดเลือกที่ผิดพลาดอันเนื่องจากผู้คัดเลือกทำการคัดเลือกคุณภาพโดยอาศัยจากประสบการณ์และความชำนาญส่วนตัว ซึ่งเป็นการตัดสินใจของตัวบุคคลเป็นหลักและไม่มีหลักฐานที่จะนำมาใช้อ้างอิงในความถูกต้องได้ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการพิจารณาถึงคุณภาพและอายุของผลทุเรียน จากปัญหาที่เกิดจึงเกิดงานวิจัยที่คิดค้นวิธีตรวจวัดคุณภาพและความสุก-แก่ของทุเรียนโดยไม่ทำลายผล (ประกิตและอนุพันธ์, 2556) จึงทำให้ทราบว่าสีปลายหนามสามารถจำแนกการสุก-แก่ของทุเรียนได้ดี (ประกิตและอนุพันธ์, 2556) แต่เนื่องจากเปลือกทุเรียนไม่เรียบสม่ำเสมอและเครื่องมือวัดสีมาตรฐานมีราคาสูง การหาค่าสีโดยวิธีการวิเคราะห์เชิงภาพถ่าย จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง โดย ศศิภา(2554) ได้ทำ

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000

[1] School of Mechanical Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhonratchasima 30000

[2] สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000

[2] School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhonratchasima 30000

การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบด้วยระบบการวิเคราะห์เชิงภาพถ่าย ซึ่งงานวิจัยนี้ พบว่าวิธีการวิเคราะห์เชิงภาพถ่ายสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแบ่งคุณภาพของขนมปังกรอบได้ออกเป็น 5 เกรดที่มีความแตกต่างกัน โดยมีความถูกต้องของผลการคัดเลือกที่อยู่ในเกณฑ์ดี วิธีการวิเคราะห์เชิงภาพถ่ายจึงเป็นที่น่าสนใจในการนำมาใช้ประยุกต์ใช้กับผลผลิตทางการเกษตรที่มีการคัดแยกคุณภาพด้วยสี ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำวิธีการวิเคราะห์เชิงภาพถ่ายมาประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกความสุก-แก่ของทุเรียน โดยแบ่งเป็น 2 เกณฑ์ คือ ทุเรียนที่ยังไม่เหมาะสมแก่การเก็บเกี่ยวจากต้น และทุเรียนที่เหมาะสมแก่การเก็บเกี่ยว

อุปกรณ์และวิธีการ

1 การวัดค่าสีและกระบวนการถ่ายภาพทุเรียน

ทำการถ่ายภาพพูทุเรียน 3 มุมมอง ด้วยกล้องดิจิตอล ยี่ห้อ FUJI รุ่น X-A2 ที่วางไว้ในกล่องควบคุมแสงสว่างซึ่งติดตั้งหลอดไฟ Ralight D65 ขนาด 18 W ซึ่งเป็นหลอดไฟมาตรฐานในการตรวจสอบสีตามมาตรฐาน ISO 3664 : 2016 จำนวน 2 หลอด ห่างจากแท่นวางทุเรียนเป็นระยะ 35 เซนติเมตร โดยติดตั้งให้แสงทำมุมกับแท่นวางเป็นมุม 45 องศา ส่วนของการถ่ายภาพนั้นกำหนดให้เลนส์กล้องอยู่ห่างจากทุเรียนเป็นระยะ 30 เซนติเมตร พื้นหลังในการถ่ายภาพจัดให้เป็นสีดำทั้งหมด(Mendoza *et al*., 2006)

2 การประมวลผลภาพ

ภาพถ่ายทุเรียนที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ค่าสีในหน่วย RGB ด้วยโปรแกรม ImageJ โดยค่าสีหน่วย RGB ดังกล่าว เป็นค่าที่ถูกเฉลี่ยมาแล้วจากพื้นที่ตำแหน่งกลางพูของทุเรียนแต่ละผล จากนั้นเข้าสู่กระบวนการแปลงหน่วยสีจาก RGB เป็น L* a* b* โดยเริ่มจากแปลงค่า RGB ให้เป็น sRGB(standard RGB) ขั้นตอนแรกนำค่า RGB ไปหารด้วย 255 ได้เป็นค่า NR NG และ NB เพื่อปรับให้เป็นพื้นฐาน จากนั้นทำการคำนวณค่า sRGB ด้วยสมการ(1)

$$r=\begin{cases}(NR+0.055)/1.005, NR>0.04045\\ NR/12.92, NR\le 0.04045\end{cases};\ g=\begin{cases}(NG+0.055)/1.005, NG>0.04045\\ NG/12.92, NG\le 0.04045\end{cases};\ b=\begin{cases}(NB+0.055)/1.005, NB>0.04045\\ NB/12.92, NB\le 0.04045\end{cases} \quad (1)$$

จากนั้นนำค่า sRGB ที่ได้ไปคำนวณเพื่อแปลงค่าให้เข้าสู่ปริภูมิสี *XYZ* ด้วยสมการ (2)

$$\begin{bmatrix}X\\Y\\Z\end{bmatrix}=100\times\begin{bmatrix}0.4124564 & 0.3575761 & 0.1804375\\ 0.2126729 & 0.7151522 & 0.0721750\\ 0.0193339 & 0.1191920 & 0.9503041\end{bmatrix}\times\begin{bmatrix}r\\g\\b\end{bmatrix} \quad (2)$$

จากนั้นนำค่า *X Y Z* ไปหารด้วย *Xn Yn Zn* โดยที่ค่า Xn Yn และ Zn คือค่า tri-stimulus อ้างอิงของวัตถุสีขาวตามมาตรฐานของ CIE สำหรับแสง D65, 2° โดยค่า Xn = 95.047,Yn = 100 และ Zn = 108.883 จากนั้นคำนวณค่า L* a* b* ตามสมการ(3) ,(4).(สุวรรณ และคณะ, 2559)

$$f\left(X/Xn\right)=\begin{cases}7.787x+\frac{16}{116}, x\le 0.008856\\ x^{1/3}, x>0.008856\end{cases}\quad f\left(Y/Yn\right)=\begin{cases}7.787y+\frac{16}{116}, y\le 0.008856\\ y^{1/3}, y>0.008856\end{cases};\ f\left(Z/Zn\right)=\begin{cases}7.787z+\frac{16}{116}, z\le 0.008856\\ z^{1/3}, z>0.008856\end{cases} \quad (3)$$

$$L^{*}=116f\left(Y/Yn\right)-16\ ;\ a^{*}=500\left[f\left(X/Xn\right)-f\left(Y/Yn\right)\right]\ ;\ b^{*}=200\left[f\left(Y/Yn\right)-f\left(Z/Zn\right)\right] \quad (4)$$

3 การทดสอบค่าสมบัติทางกายภาพและทางกลเพื่ออ้างอิงอายุของทุเรียน

การตรวจวัดความสุก-แก่ของทุเรียนด้วยภาพถ่ายนั้นจะอ้างอิงตามค่าสมบัติทางกายภาพและทางกล 2 ตัวแปรด้วยกัน คือ ค่าร้อยละน้ำหนักแห้งของเนื้อทุเรียน(%DM) และค่าความแน่นเนื้อของทุเรียน(firmness) โดยทำการเก็บข้อมูลที่

8 ช่วงอายุวันหลังจากดอกบาน คือ 100 105 110 115 120 125 130 และ 135 วันหลังจากดอกบาน โดยใช้ทุเรียน 20 ผลต่อการทดสอบใน 1 ช่วงอายุวันหลังดอกบาน จากนั้นนำมาหาความสัมพันธ์กับค่าที่ได้จากกระบวนการวิเคราะห์เชิงภาพถ่าย วิธีในการทดสอบค่าร้อยละน้ำหนักแห้งของทุเรียน สามารถทำได้โดยนำเนื้อทุเรียนมาสับให้ละเอียดแล้วชั่งด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลความละเอียด 0.1 mg (Satorius, model BSA224S-CW, Germany) จำนวน 20 g จากนั้นนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (FRANCE ETUVES, model XU058, France) ที่อุณหภูมิ 70°C เป็นระยะเวลา 48 h ส่วนการทดสอบค่าความแน่นเนื้อทำได้โดยนำเนื้อทุเรียนมาหั่นให้มีหน้าตัด 2 ด้านที่ขนานกันเพื่อเป็นพื้นที่สำหรับวางบนแท่นกด และพื้นที่สำหรับการรับแรงจากหัวกดของเครื่อง Penetrometer (Chatillon-DFGS50) ซึ่งแสดงค่าแรงกดที่ได้แบบดิจิตอล

ผลและวิจารณ์ผล

สมบัติทางกายภาพและทางกล

ค่า %DM และ ความแน่นเนื้อของทุเรียน มีความสัมพันธ์กับอายุวันหลังจากดอกบานเป็นแนวโน้มที่ชัดเจน โดยค่า %DM มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะวันหลังจากดอกบานที่เพิ่มขึ้น ส่วนค่าความแน่นเนื้อมีค่าลดลงตามอายุวันที่เพิ่มมากขึ้น ดังนี้แสดงใน Fig. 1

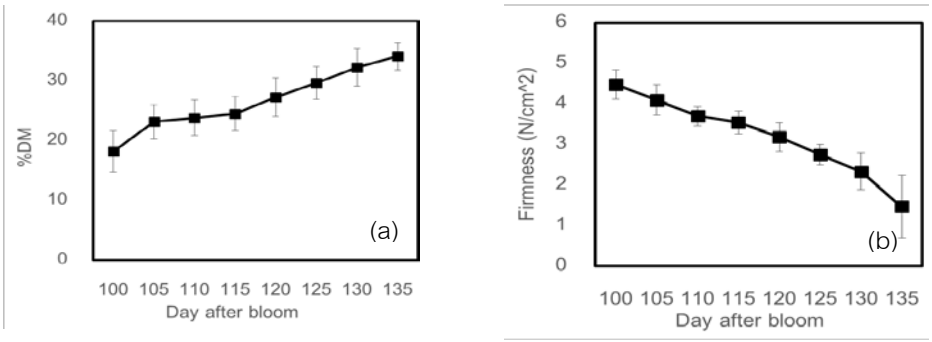

Figure 1 The relationships between the days after bloom and the property values a) Dry matter b) Firmness

ผลการทดสอบด้วยเทคนิควิเคราะห์เชิงภาพถ่าย

ผลที่ได้จากการทดสอบค่าด้วยวิธีวิเคราะห์เชิงภาพถ่าย แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรค่าสี L* a* b* กับอายุวันหลังจากดอกบานดัง Fig. 2. นอกจากนั้นยังได้คำนวณค่าความต่างระหว่างสีที่ปลายหนามกับสีที่โคนหนาม (DELTA E) เพื่อใช้เป็นตัวแปรวิเคราะห์อายุของทุเรียนด้วย จากการทดสอบได้ผลว่าตัวแปรความต่างของสีมีความสัมพันธ์กับอายุวันหลังจากดอกบาน และความแน่นเนื้อของทุเรียน ดังแสดงใน Fig. 3

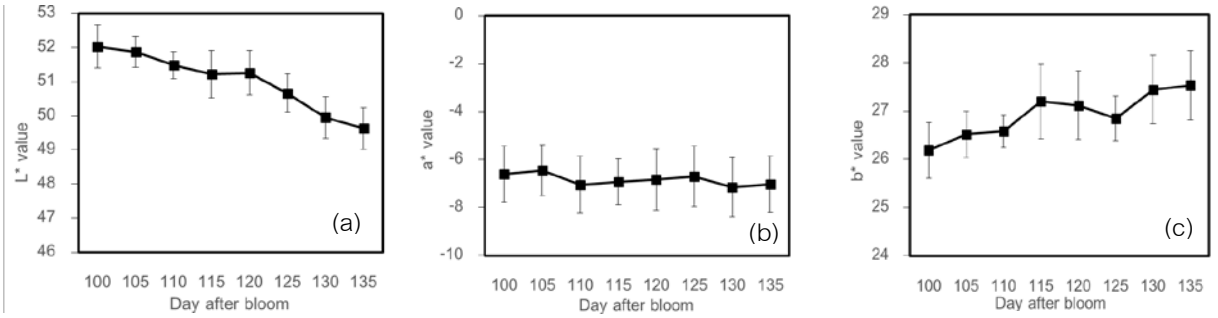

Figure 2 The relationships between the days after bloom and color value a) L* b) a* c) b*

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2556) ได้กำหนดให้ทุเรียนที่มีค่าน้ำหนักแห้งเท่ากับหรือมากกว่า 32% เป็นทุเรียนที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยว จากผลการทดสอบเมื่อนำค่าตัวแปรสีที่ได้จากกระบวนการวิเคราะห์เชิงภาพถ่าย ไปเทียบกับค่า %DM พบว่าเมื่อ %DM มีค่าน้อยกว่า 32% มีค่า L* อยู่ในช่วง 49.79 ถึง 52.58 ค่า a* อยู่ในช่วง -9.22 ถึง -6.76 ค่า b* อยู่ในช่วง 24.63 ถึง 28.76 และเมื่อค่า %DM มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 32% ค่า L* มีค่าต่ำกว่า 49.55 เป็นต้นไป ค่า a* อยู่ในช่วง -8.67 ถึง -5.17 ค่า b* สูงกว่า 27.54 เป็นต้นไป ส่วนค่าความต่างระหว่างสีที่ปลายหนามกับสีที่โคนหนาม(DELTA E) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ ค่า %DM พบว่า เมื่อ %DM มีค่าน้อยกว่า 32% ค่าความต่างของสีอยู่ในช่วง

13.21 ถึง 27.08 และเมื่อ %DM มีค่ามากกว่า 32% ค่าความต่างของสีอยู่ในช่วง 23.64 ถึง 31.11 และเมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์สีพบว่าค่า a* ไม่สามารถใช้ในการจำแนกกลุ่มทุเรียนอ่อนและทุเรียนแก่ได้เนื่องจากไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 (Table 1) ส่วนค่า L* b* และ DELTA E มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์เชิงภาพถ่ายมีแนวโน้มที่จะนำไปใช้การตรวจสอบอายุของทุเรียนได้จริง ถ้ามีการพัฒนาเทคนิควิธีในการทดสอบอย่างต่อเนื่อง

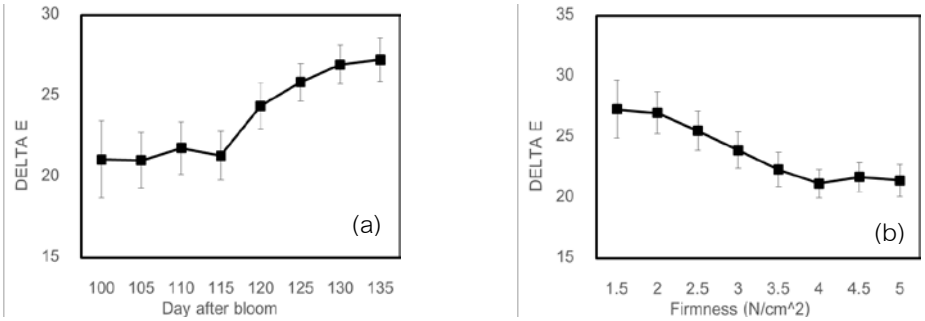

Figure 3 The relationships between DELTA E and a) the day after bloom b) Firmness

Table 1 Mean comparation of color parameters

%DM	Color parameters**			
	L*	a*	b*	DELTA E
<32	50.98[a]	-7.02[a]	26.30[a]	24.20[a]
≥32	48.14[b]	-6.59[a]	28.44[b]	26.55[b]

** Different letters in the same column indicate significate differences ($p<0.05$)

สรุป

ผลการเทียบค่าสีจากวิธีการวิเคราะห์เชิงภาพถ่ายกับค่าร้อยละน้ำหนักแห้งพบว่าทุเรียนที่ยังไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้มีค่า L* อยู่ในช่วง 49.79 ถึง 52.58 ค่า a* อยู่ในช่วง -9.22 ถึง -6.76 ค่า b* อยู่ในช่วง 24.63 ถึง 28.76 ส่วนทุเรียนที่สามารถเก็บเกี่ยวจากต้นได้มีค่า L* ต่ำกว่า 49.55 เป็นต้นไป ค่า a* อยู่ในช่วง -8.67 ถึง -5.17 ค่า b* สูงกว่า 27.54 โดยค่าที่ได้มีการแบ่งแยกค่าสีระหว่างทุเรียนที่ยังไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้กับทุเรียนที่สามารถเก็บเกี่ยวได้แล้วที่ค่อนข้างชัดเจน เทคนิคการวิเคราะห์เชิงภาพถ่ายสามารถจึงสามารถนำไปประยุกต์สำหรับงานด้านการคัดแยกระดับความสุกแก่ของทุเรียนได้แต่ต้องมีการพัฒนาเทคนิคทดสอบค่าให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและสาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่สนับสนุนทุนวิจัยและสนับสนุนด้านเครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ประกิต ทิมขำ และ อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล. 2556. การจำแนกความสุก-แก่ของทุเรียนพันธุ์ “หมอนทอง” แบบไม่ทำลายด้วยสเปกโทรสโกปีช่วงแสงที่มองเห็นได้ที่เปลือก. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 19(1): 1-6.

ศศิภา เต็กอวยพร. 2554. การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังกรอบด้วยระบบการวิเคราะห์เชิงภาพถ่าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาเทคโนโลยีอาหาร, มหาวิทยาลัยศิลปากร. หน้า 52-61.

สุวรรณ เอกรัมย์, จินตพร กลิ่นสุข และ วีระศักดิ์ เลิศสิริโยธิน. 2559. การวัดสีผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ. ว. วิทย. กษ. 47(3 พิเศษ): 417-420.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2556. การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับทุเรียน. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 3-2556.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. ศูนย์ข้อมูลผลไม้ ทุเรียน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th/fruits/index.php/2013-01-25-03-34_-09?id=156 . (31 สิงหาคม 2559).

Mendozaa, F., P. Dejmekb and J. M. Aguilera. 2006. Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis. Postharvest Biology and Technology 41: 285–295.