

เครื่องทำนายคุณภาพของกล้วยไทยจากวิสัยทัศน์คอมพิวเตอร์ Thai Banana Quality Predictor By Computer Vision

วิฑูรย์ พรหมมี* อนันตพงศ์ ไชยวุฒิ และ ธเนศ นันทะเสน

Witoon Prommee* Anantapong Chaiwut and Thanes Nanthasen

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย, 57120
Department of Electrical Engineering Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna
Chiang Rai, 57120

*E-mail: wprommee232@gmail.com

Received: May 26, 2018

Revised: Jun 29, 2018

Accepted: Jul 10, 2018

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องทำนายคุณภาพของกล้วยไทยจากวิสัยทัศน์คอมพิวเตอร์ด้วยวิธีวิศวกรรมไฟฟ้าส่องสว่าง แสดงค่าของคุณภาพสีของกล้วยในระบบสี CIE-L*a*b* (Commission International de l'Eclairage) โดยวิธีแปลงค่าจากระบบสี RGB ทำการทดสอบกล้วย 3 ชนิด ได้แก่ กล้วยหอม กล้วยไข่ และกล้วยน้ำว้า จากผลทดสอบพบว่า ค่าสี L* และ b* ของกล้วยทั้ง 3 ชนิดสามารถบอกคุณภาพของกล้วยสุก เพราะค่า L* แทนความสว่างของสี และ ค่า b* แทนค่าสีตั้งแต่สีเขียว ไปจนถึงสีน้ำเงิน ส่วนค่า a* แทนค่าสีตั้งแต่ สีแดงถึงสีเขียว ค่า a* ใช้บ่งชี้การเปลี่ยนสีจากกล้วยดิบไปจนถึงกล้วยสุก จากสีเขียวของกล้วยดิบไปสีเหลืองของกล้วยสุก ซึ่งกล้วยแต่ละชนิดมีเวลาสุกที่ต่างกันทำให้ทราบวงจรการสุกของกล้วย เป็นประโยชน์กับการผู้ส่งออกทำการวางแผนส่งออกกล้วยให้เหมาะสมกับระยะเวลาวงจรการสุกของกล้วยให้เหมาะสมเพื่อแก้ปัญหากล้วยสุกก่อนถึงมือลูกค้า

คำสำคัญ: คุณภาพกล้วย ระบบสี CIE-L*a*b* วิธีวิศวกรรมไฟฟ้าส่องสว่าง การประมวลผลภาพ วิสัยทัศน์คอมพิวเตอร์

Abstract

This paper proposes the quality of Thai banana using computer vision by lighting electrical engineering method. In this method, the CIE-L*a*b* (Commission International de l'Eclairage) is used for RGB color conversion. Three types of Thai banana are tested including Cavendish, Lady Finger and Pisang Awak. The results demonstrate that the L* and b* values of three types of banana indicate the quality of the banana, L* represents the brightness of the color, b* represents the color from yellow to blue and a* represents the color from red to green and it changes color from the green of the raw banana to the yellow of ripe banana. Each banana provides a different maturation time to notice the ripening cycle of banana. In simulation result, it can be concluded that it is very useful for exporters to plan for exporting banana considering the ripening cycle of banana to solve the problem of banana ripening before reaching customers.

Keywords: Banana quality, color system CIE-L * a * b *, lighting electrical engineering, image processing, computer vision

1. บทนำ

กล้วย เป็นผลไม้ที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย แม้กล้วยมีปลูกอยู่ทั่วประเทศแต่ยังขาดการศึกษาวิจัย เทคโนโลยีการจัดการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และ ปริมาณผลผลิตที่มีคุณภาพ ตลอดจนการพัฒนาสายพันธุ์ กล้วยหอม (Cavendish banana) กล้วยไข่ (Lady Finger banana) และกล้วยน้ำว้า (Pisang Awak banana) ของประเทศไทย กล้วยที่นิยมปลูก ละ จำหน่ายส่งออก [1]

การส่งออกกล้วยหอมของประเทศไทยมีโอกาสเติบโตอีกมาก โดยเฉพาะการทำข้อต่อกลวงความเป็นหุ้นส่วน เศรษฐกิจไทย-ญี่ปุ่น ญี่ปุ่นได้ให้โควตากล้วยหอมทองจาก ประเทศไทยส่งออกกล้วยเข้าไปยังญี่ปุ่นปีละ 8,000 ตัน ที่ผ่าน มาประเทศไทยยังไม่เคยส่งออกได้ถึง 8,000 ตันต่อปี สามารถ ส่งออกได้เพียงปีละ 4,000 ตันต่อปีเท่านั้น เป็นโอกาสของ ประเทศไทยที่ส่งเสริมการส่งออกและการปลูกกล้วยหอมให้มี คุณภาพและเพียงพอต่อการส่งออก รวมถึงประเทศอื่น ทั้งจีน เกาหลี ฮองกง สิงคโปร์ และประเทศเพื่อนบ้าน [2]

การส่งออกกล้วยไข่ กล้วยที่ให้ผล ปี 2559 เพิ่มขึ้น จากปี 2558 เนื่องจากมีการส่งออกกล้วยไข่ไปจำหน่ายยัง ต่างประเทศมากขึ้นทุกปี ทำให้เกษตรกรขยายเนื้อที่ปลูก เนื้อที่ ให้ผล 57,461 ไร่ ผลผลิต 129,658 ตัน ผลผลิตต่อไร่ 2,256 กก. ต้นทุนการผลิต 4,979 บาทต่อต้น ราคาที่เกษตรกรขายได้ 13,044 บาทต่อต้น ผลตอบแทน 8,065 บาทต่อต้น ซึ่งปริมาณ ผลผลิตกล้วยไข่เฉลี่ยอยู่ที่ 804.28 กก.ต่อไร่ต่อปี ค่าใช้จ่ายจาก การทำสวนกล้วยไข่เฉลี่ย 2,216.67 บาทต่อไร่ต่อปี รายได้จาก การทำสวนกล้วยไข่เฉลี่ย 5,190.72 บาทต่อไร่ต่อปี ทั้งนี้ การ ส่งออกกล้วยไข่ต้องมีการผ่านการตรวจสอบคุณภาพของกล้วย เพื่อเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้ซื้อของประเทศต่าง ๆ ปัจจุบันนี้การ ส่งออกไปตลาดจีนคิดเป็น 60 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยมณฑล เสฉวน มณฑลเจ้อเจียง มณฑลเจียงซู และมณฑลอานฮุย ที่มีการ นำเข้าเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะช่วงเทศกาลตรุษจีน ตลาดที่มีศักยภาพ ได้แก่ เวียดนาม เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น ฮองกง [2]

การส่งออกกล้วยน้ำว้า ปี 2559 เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิตของไทยเท่ากับ 181,902.34 ไร่ เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 918,539.97 ตัน ผลผลิตต่อเนื้อที่เก็บเกี่ยว 5,049.63 กก.ต่อไร่ และราคาที่เกษตรกรขายได้เฉลี่ย 12.98 บาทต่อกก. โดยกล้วย น้ำว้าเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ทั่วไป จึงทำให้มีพื้นที่ปลูก กระจายอยู่ทั่วประเทศ คุณภาพของกล้วยน้ำว้านั้นก็เป็นสิ่ง สำคัญกับผู้ซื้อต้องมีเครื่องมือ ตรวจสอบคุณภาพของกล้วยเพื่อการ ส่งออกที่ดี โดยช่องทางการจำหน่ายมีทั้งผลสดและแปรรูป มีหลากหลายผลิตภัณฑ์มากกว่ากล้วยชนิดอื่น ๆ เช่น กล้วยตาก กล้วยเบรคแตก กล้วยฉาบรสชาติต่างๆ ผลิตภัณฑ์จากกล้วย น้ำว้าสามารถส่งไปจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ [2]

ทั้งนี้มีความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาคุณภาพของ กล้วยโดยการเปรียบเทียบกับวิธี CIE-L*a*b* ในกรณีของกลุ่ม กล้วยหอม ทำให้ต้นทุนในการตรวจสอบลดลง งานวิจัยของ คณะวิจัยของ N. Maryam ได้เสนอการวัดค่าสีของกล้วยหอม

โดยวิธี RGB โดยการใช้ การประมวลผลภาพ ในการศึกษาสีของ กล้วยหอมจากแหล่งกำเนิดแสงสีขาว ทำให้ทราบ ข้อมูลของสี RGB สีเฉพาะของกล้วย เป็นมาตรฐาน แต่ไม่ได้ทำเกี่ยวกับการ นำค่าของ RGB มาแปลงเป็นค่าของ CIE-L*a*b* [3] จาก งานวิจัยของคณะวิจัยของ I. Markovic ได้ใช้เครื่องมือวัดค่า CIE- L*a*b* โดยการสแกนจุดสัมผัสบนราสเบอร์รี่ ข้าวโพดและ ถั่วลิสง เป็นค่าที่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ [4] งานวิจัย ของคณะวิจัยของ V. Eyarkai Nambi ได้ศึกษาเกี่ยวกับการหา ค่า RGB แปลงมาเป็นค่า CIE-L*a*b* ของมะม่วง โดย ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมะม่วงดิบจนมะม่วงสุกซึ่ง ค่าที่ได้ ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน [5]

อย่างไรก็ตามงานวิจัย [3 - 5] ไม่ครอบคลุมชนิดของ กล้วยไทย ซึ่งมี 3 ชนิด ที่นิยมส่งออก กับใช้แหล่งสีขาวเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแหล่งแสงสีส้ม ก็นิยมใช้ในอุตสาหกรรม อาหารด้วย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องทำนาย คุณภาพของกล้วยไทยจากวิธีสแกนคอมพิวเตอร์โดยใช้แหล่ง ส่องสว่าง แอลอีดี 2 ชนิด ได้แก่ สีขาวและสีส้ม และนำ ข้อมูลภาพ กล้วยไทยทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ กล้วยหอม กล้วยไข่ และ กล้วยน้ำว้า มาศึกษาในระบบสี RGB นำมาประมวลผล คำนวณ แปลงค่าเป็นระบบสีมาตรฐาน CIE-L*a*b* นำผลที่ได้มา เปรียบเทียบค่าคุณภาพสีของกล้วยแต่ละชนิด เพื่อการศึกษา วงจรการสุกของกล้วยไทย

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แหล่งกำเนิดแสง แอลอีดี

หลอด แอลอีดี การติดตั้งไฟที่ผลิตแสงโดยใช้ไดโอดเปล่งแสง แอลอีดี มีอายุการใช้งานและประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าซึ่งมีการ ใช้เกี่ยวกับอุตสาหกรรมและอาหารมากกว่าหลอดชนิดต่าง ๆ และมีประสิทธิภาพมากขึ้นมาก และมีชิปบางส่วนสามารถที่ ปลดออกมามากกว่า 300 ลูกเมนต่อวัตต์ การพัฒนาและการ ติดตั้ง หลอด แอลอีดี ที่ประหยัดพลังงาน, ประหยัดพลังงาน ไฟฟ้าและ ลดมลภาวะด้านสิ่งแวดล้อมและแสง สร้างระบบแสงสว่างที่คุ้มค่าประหยัดและปลอดภัยปลอดภัย เชื่อถือได้และเป็น มิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งหลอด แอลอีดี ที่ใช้ในการทดสอบกล้วย ใช้ แอลอีดี อยู่ 2 ชนิด คือแสงสีขาว (Day Light) และแสงสีส้ม (Warm White) [6]

Day Light (Philips LED Batten 31180 Slim Line 10 W) มีอุณหภูมิสี 6500 เคลวิน ให้โทนแสงสว่างตา เป็นโทน แสงเดียวกับแสงกลางวันเป็นแสงสีขาว มองเห็นได้ชัด ให้ ความรู้สึกสดใส กระฉับกระเฉง ตื่นตัว ประยุกต์ใช้กับการ ทำงานเป็นหลัก เช่น ห้องทำงาน ภายในออฟฟิศ สำนักงาน ห้องครัว หรือแม้แต่ห้องนอน ในมุมที่ต้องการแสงสว่างอย่าง เพียงพอ อาทิเช่น มุมอ่านหนังสือ มุมทำงาน อาจเรียกได้ว่า เป็นชนิดหลอดไฟที่ได้รับความนิยมในการใช้งานมากที่สุดกว่า ได้ เนื่องด้วยคุณสมบัติที่มองเห็นได้อย่างชัดเจน สามารถ นำไปใช้ได้ทุก ๆ งานและหาซื้อได้ง่าย Warm White (Philips LED Batten 31180 SlimLine 10 W) ให้โทนแสงนวลตา เป็น

สีโทนอุ่น ให้ความสว่างไม่มากนัก ออกสีส้ม เหมาะกับการใช้เพื่อประดับตกแต่งมากกว่าเน้นการมองเห็น ประยุกต์ใช้ร่วมกับการจัดสวนได้ดี แสง สีส้ม สะท้อนกับวัสดุและให้แสงสีทองทำให้บริเวณพื้นที่ดูงดงามขึ้นมาทันตาเห็น โทนแสงสีส้มมีอุณหภูมิสี 3000 เคลวิน ให้ความรู้สึกผ่อนคลาย และ ให้ความรู้สึกอบอุ่น ดังนั้นจึงเหมาะที่นำไปใช้ใน ห้องนอน ห้องรับแขก หรือ ห้องน้ำ เป็นต้น [7]

2.2 ระบบ CIE-L*a*b*

ระบบ CIE L*a*b* เป็นวิธีการวัดสีที่ใช้ลักษณะของ color space โดยกำหนดให้

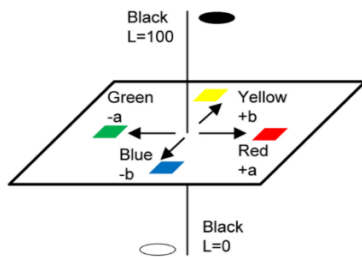


Figure 1 Color system CIE-L*a*b*

L* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 100
แกน a* ที่เป็น + สีเป็นไปในทิศทางสีแดง
แกน a* ที่เป็น - สีเป็นไปในทิศทางสีเขียว
แกน b* ที่เป็น + สีเป็นไปในทิศทางสีเหลือง
แกน b* ที่เป็น - สีเป็นไปในทิศทางสีน้ำเงิน [8]

2.3 ขนาดต่างๆ ของ เครื่องทำนายคุณภาพของกล้วยไทย จากวิธีทัศน์คอมพิวเตอร์

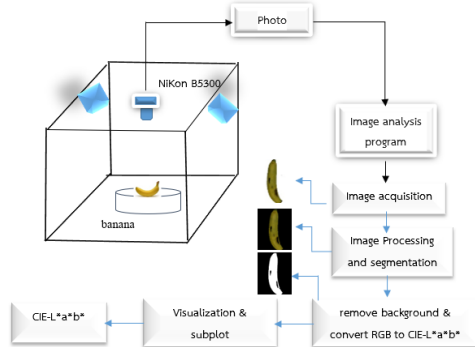


Figure 2 The model of Thai banana quality predictor by computer vision

แบบจำลองการทำงานของเครื่องทำนายคุณภาพของกล้วยไทยจากวิธีทัศน์คอมพิวเตอร์ถ่ายภาพ โดยใช้กล้อง Nikon b5300 ถ่ายภาพมีค่าเป็นสี RGB และทำการแปลงเป็นค่า CIE*L*a*b* โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์คุณภาพสีจากวิธีทัศน์คอมพิวเตอร์ในประมวลผลคุณภาพของสีของกล้วย ออกมาเป็นค่า CIE-L*a*b* ตาม Figure 2

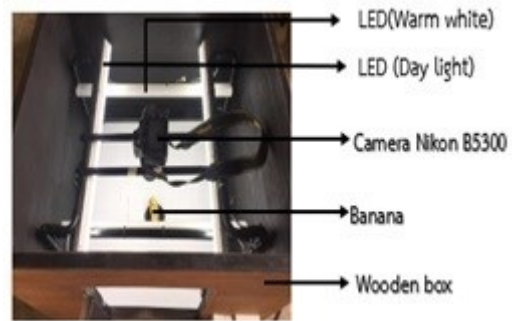


Figure 3 The elements of Thai banana quality predictor by computer vision

Table 1 Setting Variable

Variable	Value
Focal distance	20 mm.
Zoom	24,35,45
Flash	off
lamps	LED
Lighting	Day light, Warm white
Box size	70x70x50 cm.

2.4 การประมวลผลภาพ

อันดับแรกภาพถ่าย JPEG ของกล้วย 3 ชนิด ได้รูปภาพที่อยู่ในระบบสี RGB ซึ่งรูปภาพของกล้วยถูกนำมาคำนวณค่า RGB จากโปรแกรม โดยกำหนดขอบเขตของรูปภาพ RGB และถูกแทนในสมการที่ (1) และ (2)

$$\begin{bmatrix} X_{D_{65}} \\ Y_{D_{65}} \\ Z_{D_{65}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4125 & 0.3576 & 0.1804 \\ 0.2127 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9503 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} X_{F_{12}} \\ Y_{F_{12}} \\ Z_{F_{12}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4641 & 0.3204 & 0.1495 \\ 0.2521 & 0.6844 & 0.0633 \\ 0.0157 & 0.0629 & 0.7464 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2)$$

จากสมการที่ (1)และ(2) ได้ค่าของ แกนสี X,Y,Z จากแหล่งแสงสีขาว ($X_{D_{65}}, Y_{D_{65}}, Z_{D_{65}}$) และ แหล่งแสงสีส้ม ($X_{F_{12}}, Y_{F_{12}}, Z_{F_{12}}$) เพื่อหาค่า XYZ_c ดังสมการที่ (3)และ(4) [9]

$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.0098 & 0.0070 & 0.0128 \\ 0.0123 & 0.9847 & 0.0033 \\ 0.0038 & -0.007 & 1.0892 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X_{D_{65}} \\ Y_{D_{65}} \\ Z_{D_{65}} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.0098 & 0.0070 & 0.0128 \\ 0.0123 & 0.9847 & 0.0033 \\ 0.0038 & -0.007 & 1.0892 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X_{F_{12}} \\ Y_{F_{12}} \\ Z_{F_{12}} \end{bmatrix} \quad (4)$$

สมการที่ (3)และ(4) ได้ค่า XYZ_c นำมาหาค่า CIE-L*a*b* กำหนด X, Y, Z ของแสงสีขาวเป็น 0.9504 , 1 , 1.0888 และ X,Y,Z ของแสงสีส้มเป็น 1.0810 , 1 , 0.3934 ตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

$$\text{ถ้า } \left(\frac{X}{X_c}\right) < 0.00856 \text{ กำหนดให้ } \left(\frac{X}{X_c}\right)^{\frac{1}{3}} = 7.787\left(\frac{X}{X_c}\right) + \frac{16}{116}$$

$$\text{ถ้า } \left(\frac{Y}{Y_c}\right) < 0.00856 \text{ กำหนดให้ } \left(\frac{Y}{Y_c}\right)^{\frac{1}{3}} = 7.787\left(\frac{Y}{Y_c}\right) + \frac{16}{116}$$

$$\text{ถ้า } \left(\frac{Z}{Z_c}\right) < 0.00856 \text{ กำหนดให้ } \left(\frac{Z}{Z_c}\right)^{\frac{1}{3}} = 7.787\left(\frac{Z}{Z_c}\right) + \frac{16}{116}$$

นำตัวแปรที่คำนวณได้มาแทนในสมการที่ (5),(6)และ(7) ได้ค่ามาตรฐาน CIE-L*a*b* [10]

$$L^* = 116 \times \left(\frac{Y}{Y_c}\right)^{\frac{1}{3}} - 16 \quad (5)$$

$$a^* = 500 \times \left[\left(\frac{X}{X_c}\right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Y}{Y_c}\right)^{\frac{1}{3}} \right] \quad (6)$$

$$b^* = 200 \times \left[\left(\frac{Y}{Y_c}\right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Z}{Z_c}\right)^{\frac{1}{3}} \right] \quad (7)$$

3. ผลการทดลอง

3.1 เครื่องทำนายคุณภาพของกล้วยไทยจากวิสัยทัศน์คอมพิวเตอร์



Figure 4 Thai banana quality predictor by computer vision with proposed program

จาก Figure 4 เป็นเครื่องทำนายคุณภาพของกล้วยไทยจากวิสัยทัศน์คอมพิวเตอร์ คือการนำกล้วยเข้าไปไว้ในเครื่อง ที่ติดตั้งหลอด แอลอีดี 2 ชนิดไว้ ได้แก่ แอลอีดี (แสงสีขาว) และ แอลอีดี (แสงสีส้ม) ซึ่งสีของแสง มีผลต่อการเห็นสีของกล้วยของสายตามนุษย์ต่างกัน และมีการทำงานผ่านโปรแกรม ใช้ระบบสี RGB แปลงเป็น CIE-L*a*b* ซึ่งผลที่ได้ออกมาเป็นค่า คุณภาพ CIE-L*a*b* ของกล้วย

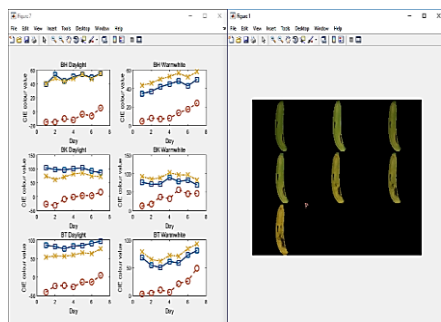


Figure 5 Color quality analysis program from computer vision

จาก Figure 5 เป็นโปรแกรม วิเคราะห์คุณภาพสีคุณภาพที่ดี ใช้ในการแปลงค่าของรูปภาพกล้วย ที่อยู่ในค่าสี RGB เป็นค่าสี CIE-L*a*b* ซึ่งใช้ในการเปรียบเทียบค่า สีมาตรฐานของกล้วย

3.2 สิกกล้วยกับการเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน

Table 2 Comparison of colors of three type's bananas and two types of light sources in seven days

Day	Cavendish		Lady Finger		Pisang Awak	
	Day light	Warm white	Day light	Warm white	Day light	Warm white
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

จาก Table 2 พบว่า แสงสีต่างกันทำให้ได้สีของภาพกล้วยที่ต่างกันและเวลาที่มีผลต่อสีของกล้วย ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีในวงจรกล้วยสุก 3 ชนิด

3.3 ผลการทดลอง

Table 3 Results of CIE-L * a * b * of Cavendish

Day	Day light			Warm white		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	39.7	-15	40.5	34.3	4.2	43.5
2	53	-15.2	48	36.7	8	45.7
3	44.1	-10	43.3	41.8	7	50.2
4	47.7	-12	47.3	44.8	7.7	53
5	53.6	-3.8	53.5	48.1	13.6	56.8
6	49.2	-5.8	47.1	42.2	17.2	58.3
7	55	-5.4	55	49.7	24	58.3

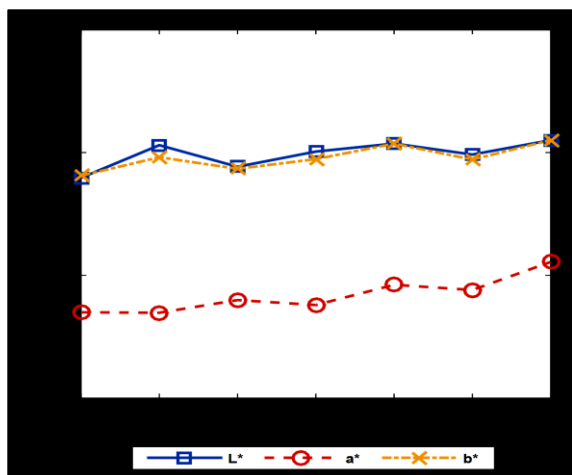


Figure 6 Results of CIE-L * a * b * of Cavendish with day light

Figure 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของกล้วยหอมวันที่ 1 ถึงวันที่ 7 จากกล้วยหอมดิบ-สุก ค่า CIE-L*a*b* วันที่ 2 ค่า L* และค่า b* สูงขึ้นเรื่อยๆ และวันที่ 3 ลดลง และวันที่ 4 ค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงวันที่ 6 ค่าลดลงเล็กน้อย และวันที่ 7 ค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ และค่า a* จากวันที่ 1 ถึงวันที่ 7 มีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ ค่า a* มีนัยสำคัญมากในการเปลี่ยนแปลงของกล้วยดิบ-สุก ซึ่งถ้าดูจากผลการทดลองเห็นได้ว่าค่า a* มีค่าที่สูงขึ้นเรื่อยๆ และค่า b* ก็มีความสัมพันธ์กันและสูงขึ้นเรื่อยๆ และถ้าดูค่าของ b* วันที่ 5 มีสูงที่สุด นั่นคือกล้วยเหลืองที่สุดหรือมีคุณภาพดีที่สุด ดังนั้นแสดงว่า กล้วยหอมโดยใช้แสงจากหลอด แสงสีส้ม นั้นคุณภาพของกล้วยหอมที่สุกที่สุด คือวันที่ 5

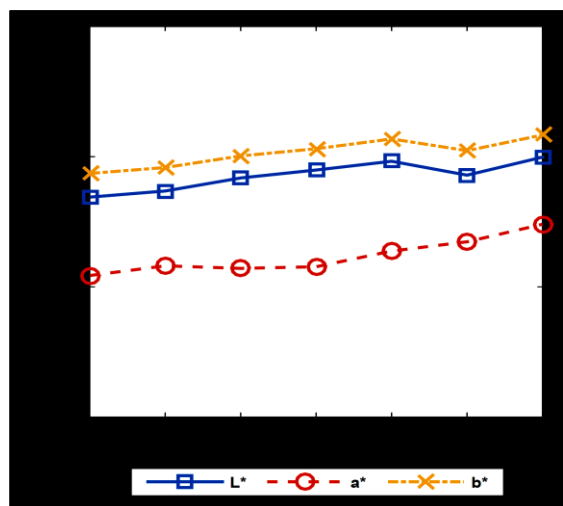


Figure 7 Results of CIE-L * a * b * of Cavendish with warm white

Figure 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงของกล้วยหอมวันที่ 1 ถึงวันที่ 7 จากกล้วยหอมดิบ-สุก ค่า CIE-L*a*b* ซึ่งวันที่ 1 ค่า L* และค่า b* สูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงวันที่ 6 ค่าลดลงเล็กน้อย

และวันที่ 7 ค่าสูงขึ้นที่สุด และค่า a* จากวันที่ 1 ถึงวันที่ 7 มีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ ค่า a* มีส่วนสำคัญมากในการเปลี่ยนแปลงของกล้วยดิบ-สุก ซึ่งถ้าดูจากผลการทดลองเห็นได้ว่าค่า a* มีค่าที่สูงขึ้นเรื่อยๆ แต่น้อยกว่าของ หลอดเดย์ไลท์ และค่า L* และ b* มีความสัมพันธ์กันและสูงขึ้นเรื่อยๆ และถ้าดูค่าของ b* วันที่ 5 มีสูงที่สุด นั่นคือกล้วยเหลืองที่สุดหรือมีคุณภาพดีที่สุด ดังนั้นแสดงว่า กล้วยหอมโดยใช้แสงจากหลอด แสงสีส้ม นั้นคุณภาพของกล้วยหอมที่สุกที่สุด คือวันที่ 5

Table 4 Results of CIE-L * a * b * of Lady Finger

Day	Day light			Warm white		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	65.7	-17.3	46.8	76.2	2.5	77.5
2	61.9	-19.7	39	71	3.5	71.3
3	61.1	-5.7	44.7	71.4	7.8	74.5
4	63.7	-1	51.7	89.5	6.7	86
5	65.8	2.4	54.1	78.1	11.8	81.1
6	58.4	10.3	45.4	82.5	9.4	80.8
7	54.4	10.3	45.4	69.3	9.7	69.5

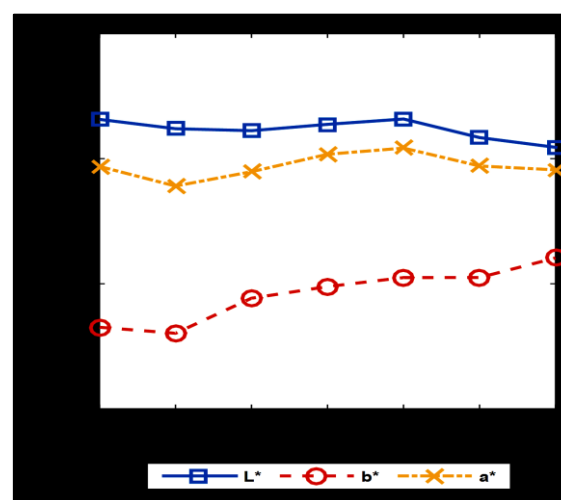


Figure 8 Results of CIE-L * a * b * of Lady Finger with day light

Figure 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงของกล้วยไข่วันที่ 1 ถึงวันที่ 7 จากกล้วยไข่ดิบ-สุก ค่า CIE-L*a*b* ซึ่งวันที่ 2 กับวันที่ 3 ค่า L* สูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงวันที่ 5 สูงที่สุด และค่า b* วันที่ 2 ค่าลดลงและวันที่ 3 ค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงวันที่ 6 และวันที่ 7 ค่าลดลง และค่า a* จากวันที่ 2 ถึงวันที่ 7 มีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งผลการทดลองเห็นได้ว่า ค่า L* และค่า b* มีค่าสูงที่สุดเนื่องจาก สีของค่า L* และ b* มีส่วนอย่างมากกับการเปลี่ยนสีของกล้วย เนื่องจากค่า b* ยิ่งมากยิ่งเป็นสีเหลือง และตรงกับสีของกล้วย นั่นคือ สีของกล้วยเหลืองที่สุด หรือมีคุณภาพที่ดี ดังนั้นแสดงว่า กล้วยไข่โดยใช้แสงจากหลอด

แสงสีขาว นั้นคุณภาพของกล้วยไข่ที่สุกที่สุด คือวันที่ 5 ซึ่งเหมือนกล้วยหอมที่มีคุณภาพที่สุด

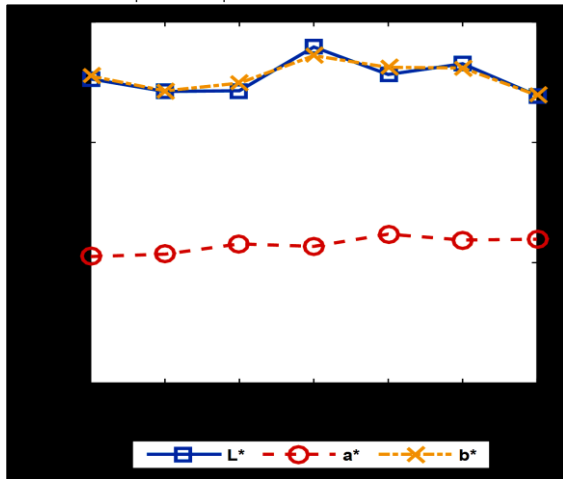


Figure 9 Results of CIE-L * a * b * of Lady Finger with warm white

Figure 9 แสดงการเปลี่ยนแปลงของกล้วยไข่วันที่ 1 ถึงวันที่ 7 จากกล้วยไข่ดิบ-สุก ค่า CIE-L*a*b* ซึ่งวันที่ 1 ค่า L* และ b* ลดเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 3 และค่าสูงขึ้น วันที่ 4 และค่าลดลงวันที่ 5 ถึงวันที่ 7 และค่า a* จากวันที่ 1 ถึงวันที่ 7 มีค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากผลการทดลองเห็นได้ว่าค่าของ L* และ b* ซึ่งทำให้กล้วยมีสีสุกที่สุด ดังนั้นแสดงว่า กล้วยไข่โดยใช้ นั้นคุณภาพของกล้วยไข่ที่สุกที่สุด คือวันที่ 4 ซึ่งต่างจากกล้วยจากกล้วยไข่หลอด แสงสีขาว เพราะวันที่ 4 กล้วยไข่หลอด แสงสีส้ม นั้นแสงของหลอด มีสีส้ม จึงทำให้การคำนวณของโปรแกรมมีสีที่ต่างจากของหลอด แสงสีขาว

Table 5 Results of CIE-L * a * b * of Pisang Awak

Day	Day light			Warm white		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	85.9	-40.4	53.6	68.4	0.66	66.1
2	82.3	-23.9	57.6	54.6	0.96	54.8
3	76.2	-22.9	50.4	50.4	2.1	52.1
4	83.9	-26.7	59.3	58.5	4.4	59.9
5	85.4	-13.5	65.3	72.8	5.4	71.1
6	91.3	-13.5	63.1	72.8	5.4	71.1
7	97.2	4.09	76.9	80.9	10.3	78.2

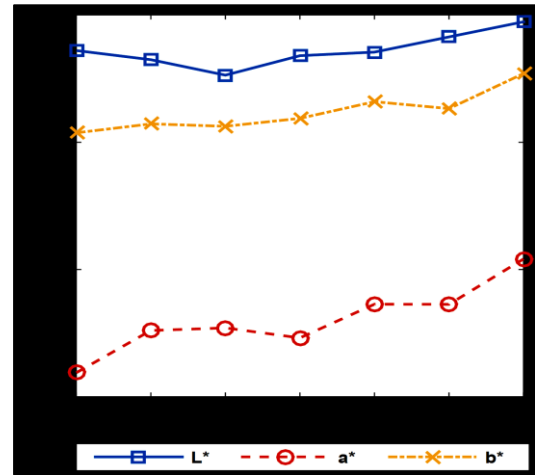


Figure 10 Results of CIE-L * a * b * of Pisang Awak with day light

Figure 10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของกล้วยน้ำว้าวันที่ 1 ถึงวันที่ 7 จากกล้วยน้ำว้าดิบ-สุก ค่า CIE-L*a*b* ซึ่งวันที่ 1 กับวันที่ 3 ค่า L* ลดลงจนถึงวันที่ 3 และค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 7 และค่า b* วันที่ 1 ค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 5 และวันที่ 6 ค่าลดลงเล็กน้อย แล้วสูงขึ้นอีกวันที่ 7 และค่า a* จากวันที่ 1 ถึงวันที่ 7 มีค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากผลการทดลอง วันที่ 7 ค่าสีของ L* และ b* สูงที่สุด มีส่วนอย่างมากกับการเปลี่ยนสีของกล้วย เนื่องจากค่า b* ยิ่งมากยิ่งเป็นสีเหลือง และตรงกับสีของกล้วยสุกที่สุดหรือมีคุณภาพที่สุดคือวันที่ 7 ดังนั้นแสดงว่ากล้วยน้ำว้าโดยใช้แสงจากหลอด แสงสีขาว นั้นคุณภาพของกล้วยน้ำว้าที่สุกที่สุด คือวันที่ 7 ซึ่งต่างจากกล้วยหอมที่มีคุณภาพที่สุด คือวันที่ 5 และต่างกับกล้วยไข่ที่สุกที่สุด คือวันที่ 5

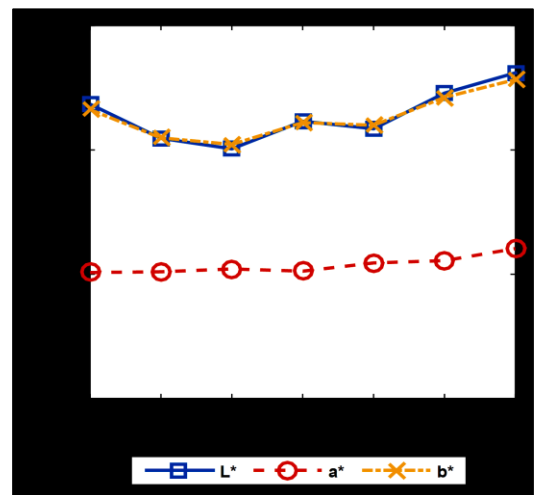


Figure 11 Results of CIE-L * a * b * of Pisang Awak with warm white

Figure 11 แสดงการเปลี่ยนแปลงของกล้วยน้ำว้าวันที่ 1 ถึงวันที่ 7 จากกล้วยน้ำว้าดิบ-สุก ค่า CIE-L*a*b* ซึ่งวันที่ 1 ค่า L* และ b* ลดเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 3 และค่าสูงขึ้น วันที่ 4

และค่าลดลงเล็กน้อยวันที่ 5 และค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ ถึงวันที่ 7 และค่า a^* จากวันที่ 1 ถึงวันที่ 7 มีค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากผลการทดลอง วันที่ 7 ค่าสีของ L^* และ b^* สูงที่สุด มีส่วนอย่างมากกับการเปลี่ยนสีของกล้วย เนื่องจากค่า b^* ยิ่งมากยิ่งเป็นสีเหลือง และตรงกับสีของกล้วยสุกที่สุดหรือมีคุณภาพที่สุดคือวันที่ 7 ดังนั้นแสดงว่า กล้วยน้ำว้าโดยใช้แสงจากหลอด Warm white นั้นคุณภาพของกล้วยน้ำว้าที่สุกที่สุดคือวันที่ 7 ซึ่งต่างจากกล้วยน้ำว้า แสงสีขาว เพราะวันที่ 1-7 กล้วยน้ำว้าหลอด แสงสีส้ม นั้นแสงของหลอด มีสีส้ม จึงทำให้การคำนวณของโปรแกรม มีสีที่ต่างจากของหลอด แสงสีขาว

จากการเปรียบเทียบผลการทดลองวัดค่า CIE- $L^*a^*b^*$ ของกล้วย 3 ชนิด ได้แก่ กล้วยหอม กล้วยไข่ กล้วยน้ำว้า พบว่าระบบสีกรณีแหล่งแสงหลอดเดย์ไลท์ กล้วย 3 ชนิดนั้นให้ค่าสีที่ตรงกับสีของกล้วย และระบบสีกรณีของแหล่งแสงวอร์มไวท์ ให้สีที่มีผลกับการมองเห็นกับตาของมนุษย์ ทำให้สีของกล้วยมีสีที่ผิดเพี้ยนไปทำให้กล้วยน้ำว้ามีมากขึ้น เพราะสีของหลอดวอร์มไวท์นั้นเป็นสีส้ม และสีของกล้วยดิบคือสีเขียว ซึ่งตามหลักของการผสมสีแล้ว สีส้มกับสีเขียวผสมกันสีที่ผสมได้นั้นสีที่ได้นั้นเป็นสีเหลือง ซึ่งตรงกับสีของกล้วยสุก อย่างไรก็ตามแหล่งแสงของหลอดวอร์มไวท์ยังมีจุดอ่อนในการทำนายคุณภาพความสุกของกล้วย เนื่องจากกรณีกล้วยไข่ และกล้วยน้ำว้ามีเปลี่ยนแปลงของค่า a^* น้อยทำให้การวิเคราะห์สีของกล้วยเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ดังนั้นแหล่งแสงหลอดเดย์ไลท์ ให้ผลการเปลี่ยนแปลงของค่า a^* ที่มากกว่าแหล่งแสงวอร์มไวท์ ทำให้การวิเคราะห์สีของกล้วยไข่ และกล้วยน้ำว้าชัดเจนกว่าการใช้หลอดวอร์มไวท์

4.สรุปและข้อเสนอแนะ

บทความนี้นำเสนอ วิธีการหาค่าคุณภาพของกล้วย 3 ชนิด จากภาพถ่ายสามารถแสดงถึงค่าสี CIE- $L^*a^*b^*$ คุณภาพกล้วย และการนำค่าสีของรูปภาพที่อยู่ในระบบสีของ RGB แปลงค่าสีให้อยู่ในระบบสี CIE- $L^*a^*b^*$ ซึ่งระบบสีของ CIE- $L^*a^*b^*$ สามารถหาคุณภาพของกล้วยได้ ทำให้เกิดความมั่นใจกับผู้ซื้อและผู้ขาย นอกจากนี้แหล่งแสงสีขาวส่วนมากพบในตลาด และแสงสีส้มส่วนมากพบในศูนย์การค้า จากการทดลองพบว่า “กล้วยหอม” มีระยะเวลาที่สุก 5 วัน โดยหลอดวอร์มไวท์ให้แสงสีส้มทำให้สีของกล้วยมีสีเหลืองมากกว่าหลอดเดย์ไลท์ ทำให้น้ำซ้อหรือน้ำกินกว่ากล้วยหลอดเดย์ไลท์ “กล้วยไข่หลอดเดย์ไลท์” มีระยะเวลาที่สุก 5 วัน และ “กล้วยไข่หลอดวอร์มไวท์” มีระยะเวลาที่สุก 4 วัน ซึ่งสีของแสงของหลอด 2 ชนิดแตกต่างกัน ทำให้สีของกล้วยไข่หลอดวอร์มไวท์สุกเร็วกว่าสีกล้วยไข่หลอดเดย์ไลท์ 1 วัน ทำให้กล้วยน้ำว้าหรือซ้อขายเร็วกว่ากล้วยไข่หลอดเดย์ไลท์ “กล้วยน้ำว้า” มีระยะเวลาที่สุก 7 วัน แสงที่ให้ของหลอด 2 ชนิดแตกต่างกัน หลอดวอร์มไวท์ ให้แสงสีส้มทำให้สีของกล้วยมีสีเหลืองมากกว่าหลอดเดย์ไลท์ ดังนั้นการใช้หลอดเดย์ไลท์ให้สีที่ถูกต้องกว่าหลอดวอร์มไวท์ แต่หลอดวอร์มไวท์ให้สีที่นำซ้อกว่าหลอดเดย์ไลท์และข้อเสนอแนะ

สามารถนำวิธีวิศวกรรมไฟฟ้าส่องสว่างนี้มาประยุกต์ใช้งานกับผลไม้ชนิดอื่นๆ และยังสามารถพัฒนาต่อยอดได้โดยทำเป็นแอปพลิเคชันตรวจสอบคุณภาพของผลไม้บนโทรศัพท์มือถือเพื่อความสะดวกในการใช้ประโยชน์

5.กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย ที่สนับสนุนสถานที่และเครื่องมือในการทำงาน

6.Reference

- [1] Department of Agriculture. 2017. **Strategic Research Banana Research 2016-2020**. www.doa.go.th/hortold/images/stories/strategyplanhort/strategybanana.doc. Accessed 4 April 2018. (in Thai)
- [2] National business. 2018. **Popular Thai banana Agriculture to increase planting area**. <https://www.prachachat.net/economy/news-44949>. Accessed 4 April 2018. (in Thai)
- [3] M. Nadafzadeh, M. Soltanikazemi and S. Abdanan. 2018. “Development of computer vision system to predict peroxidase and polyphenol oxidase enzymes to evaluate the process of banana peel browning using genetic programming modeling”. **Scientia Horticulturae**. 23(1): 201-209
- [4] I.Markovi, J. Illic, D. Markovic, V. Simonvic, and Nonoceanic. 2013. “Color measurement of food products using CIE $L^*a^*b^*$ and RGB color space”. **Journal of Hygienic Engineering and Design** 2013. 4: 50-53.
- [5] V. Eyarkai Nambi , K. Thangavel, S. Shahir and V. Geetha. 2015. “Evaluation of colour behavior during ripening of Banganapalli mango using CIE-Lab and RGB colour coordinates”. **Journal of Applied Horticulture**. 17(3): 205-209
- [6] Bergesen, Joseph D. Tahkamo, Leena Gibon,Thomas Suh, Sangwon. 2016. “Potential Long-Term Global Environmental Implications of Efficient LightSourceTechnologies”. **Environmental Impacts of Demand-Side Technologies and Strategies for Carbon Mitigation**. 20(2): 263-275

- [7]. Electronic LED Company,Ltd. 2017. **Light technology, LED light source and Lighting application.** [http://th.dLEDlite.com/info/LED-lightsource-lighting technology-and-light-.html](http://th.dLEDlite.com/info/LED-lightsource-lighting-technology-and-light-.html). Accessed 4 April 2018. *(in Thai)*
- [8] Mr.Charoenchai leuangon. 2010. **Color measurement with technique UV-VIS-NIR SPECTROPHOTO METRY.** Accessed M T E C April - June 2010. Accessed 4 April 2018. *(in Thai)*
- [9] R.E.Larraín, D.M.Schaefer and J.D.Reed. 2008. "Use of digital images to estimate CIE color coordinates of beef". **Food Research International.** 41(4): 380-385