

## การวัดสีผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ Measurement of Green Oak Salad Lettuce Color Using Image Processing Techniques

สุวรรณ เอกรัมย์<sup>1</sup> จินตพร กลิ่นสุข<sup>1</sup> และ วีระศักดิ์ เลิศศิริโยธิน<sup>1</sup>  
Suwan Aekrum<sup>1</sup> Jintaphorn Klinsuk<sup>1</sup> and Weerasak Lertsiriyothin<sup>1</sup>

### Abstract

Color is an important parameter for evaluating the quality of agricultural and food products. This research aims to develop techniques for measuring color using image processing technique which can be developed to do real time color measuring. The color chart (Munsell Book Color Standard) 100 sheets were captured under D65 light condition by digital camera with a resolution of 1200x900 pixels. The images were stored in RGB color space, then converted RGB color space into sRGB color space and converted sRGB into XYZ. XYZ from RGB were transformed into  $L^*a^*b^*$  color model and calculated for color parameters (Chroma, Hue and Saturation). Color parameters from image processing were compared with true colors from color chart. The result showed that the average percent error from image processing method and true color was less than  $\pm 5\%$ . This result confirmed that the image processing techniques could be used to measure colors. Then, 15 samples of 'Green Oak' lettuce were measured for their color. The color values were compared with those obtained from spectrophotometer (HunterLab, ColorQuest XE). The result showed that the average percent error of  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  from image processing method and the spectrophotometer was less than  $\pm 3\%$ . This result indicated that the image processing technique could reliably measure the color of agricultural and food products.

**Keywords:** 'Green Oak' lettuce, color measuring, image processing

### บทคัดย่อ

สีเป็นดัชนีสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการประเมินคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรและอาหาร งานวิจัยนี้มุ่งเน้นเพื่อพัฒนาเทคนิคการวัดสีโดยประยุกต์ใช้เทคนิคทางการประมวลผลภาพเพื่อใช้วัดสีซึ่งเทคนิคดังกล่าวสามารถนำไปพัฒนาเพื่อการวัดสีแบบเวลาจริงได้ กระบวนการพัฒนาระบบวัดสีด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพประกอบไปด้วย ทำการถ่ายภาพแผ่นเทียบสีที่ทราบค่าสีแน่นอน (Munsell Book Color Standard) จำนวน 100 แผ่นภายใต้สภาวะแสง D65 ด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัลที่มีความละเอียด 1200x900 พิกเซล เก็บภาพในปริภูมิสี RGB จากนั้นทำการแปลงปริภูมิสี RGB สู่ปริภูมิสี sRGB และแปลงปริภูมิสี sRGB เข้าสู่ปริภูมิสี XYZ แล้วทำการแปลงปริภูมิสี XYZ สู่ปริภูมิสี  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  ตามลำดับ จากนั้นคำนวณค่า Chroma, Hue และ Saturation ทำการเปรียบเทียบค่า Chroma, Hue และ Saturation ที่จากการคำนวณด้วยเทคนิคทางการประมวลผลภาพกับค่าจริงของแผ่นเทียบสีผลที่ได้พบว่าค่าสีที่ได้จากการคำนวณด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพมีเปอร์เซ็นต์คลาดเคลื่อนเฉลี่ยเมื่อเทียบกับค่าสีจริงมีค่าต่ำกว่า  $\pm 5\%$  ซึ่งยืนยันได้ว่าเทคนิคทางการประมวลผลภาพสามารถใช้วัดสีได้ จากนั้นทำการประยุกต์ใช้เทคนิคดังกล่าวเพื่อวัดสีผลผลิตทางการเกษตรโดยใช้ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค 15 ตัวอย่างเป็นตัวอย่างทดสอบ ทำการวัดสีเทียบกับเครื่องวัดสี HunterLab รุ่น ColorQuest XE ผลที่ได้พบว่าค่า  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  จากการวัดสีด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพมีค่าคลาดเคลื่อนจากเครื่องวัดสี HunterLab เฉลี่ยต่ำกว่า  $\pm 3\%$  ผลที่ได้บ่งชี้ได้ว่าการประมวลผลภาพสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อวัดสีผลผลิตทางการเกษตรและอาหารได้

**คำสำคัญ:** ผักสลัดกรีนโอ๊ค, การวัดสี, การประมวลผลภาพ

### คำนำ

สีเป็นปัจจัยทางคุณภาพที่สำคัญเป็นลำดับต้น ๆ ของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลผลิตผักและผลไม้สด เนื่องด้วยสีเป็นปัจจัยที่ผู้บริโภคสามารถรับรู้ได้เป็นลำดับต้น ๆ เมื่อเทียบกับปัจจัยทางคุณภาพอื่น สีบ่งชี้ได้ถึงระดับของคุณภาพของผลผลิต สีที่เปลี่ยนไปย่อมแสดงถึงคุณภาพที่เปลี่ยนไปของผลผลิตนั้น ๆ ด้วยเหตุดังกล่าวปัจจัยด้านสีจึง

<sup>1</sup> สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000

<sup>1</sup> School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, NakhonRatchasima 30000

ถูกพิจารณาเพื่อใช้ประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นลำดับต้น ๆ โดยปกตินั้นการประเมินค่าสีจะถูกกระทำโดยการวัดค่าสี ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้เครื่องวัดสี อาทิเช่น spectrophotometer เป็นต้น การวัดค่าสีด้วยวิธีดังกล่าวใช้หลักการการวัดค่าการสะท้อนของแสง (Reflectance) แล้วคำนวณออกมาเป็นค่าสี ข้อได้เปรียบของหลักการดังกล่าวคือได้ค่าสีที่ถูกต้องตามมาตรฐานของ CIE (Commission Internationale De L'eclairage) แต่ข้อจำกัดของเทคนิคดังกล่าว คือ ตัวอย่างที่ใช้วัดสีต้องมีพื้นที่ค่อนข้างเล็กและมีสีค่อนข้างสม่ำเสมอ รวมถึงเหมาะสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ ด้วยเหตุดังกล่าวจึงมีการนำเทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อทำการประเมินคุณภาพด้านสี เนื่องด้วยการประเมินค่าสีจากภาพถ่ายนั้นสามารถกระทำกับตัวอย่างที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่รวมถึงสามารถกระทำกับตัวอย่างที่มีความหลากหลายของสีได้ รวมถึงการประเมินค่าสีจากภาพถ่ายยังสามารถกระทำได้อย่างรวดเร็ว ลดการสัมผัสตัวอย่างซึ่งเหมาะกับการนำไปประยุกต์เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสีของผลผลิตได้ นอกจากนี้เทคนิคดังกล่าวยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อตรวจวัดหรือประเมินคุณภาพด้านสีในภาคอุตสาหกรรมได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพเพื่อทำการวิเคราะห์ค่าสีจากภาพถ่ายดิจิทัล ผลที่ได้จะถูกนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดสีโดยใช้หลักการประมวลผลภาพต่อไป

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 1 การวัดค่าสี Munsell Book of Color (Matte Finish Collection)

แผ่นสีมาตรฐานของ Munsell จำนวน 100 เฉดสีที่แตกต่างกันถูกนำมาวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี HunterLab รุ่น ColorQuest XE กระบวนการวัดประกอบไปด้วย ใช้แหล่งกำเนิดแสง D65 ที่ 2° observer ทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำทุก ๆ ตัวอย่าง บันทึกค่าสี XYZ และ  $L^*a^*b^*$

#### 2 กระบวนการถ่ายภาพแผ่นสีมาตรฐาน

แผ่นสีมาตรฐานที่ถูกวัดสีในขั้นตอนที่ 1 ถูกนำมาถ่ายภาพด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัลยี่ห้อ Nikon รุ่น D7200 ภายใต้สภาพแสง D65 ที่ความละเอียด 1200x900 พิกเซล เก็บภาพในปริภูมิสี RGB โดยทำการถ่ายภาพจำนวน 3 ซ้ำทุก ๆ ตัวอย่าง

#### 3 กระบวนการประมวลผลภาพถ่าย

ภาพถ่ายแผ่นสีมาตรฐานที่ถูกถ่ายภาพในขั้นตอนที่ 2 ถูกนำมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรม MATLAB เป็นเครื่องมือสำหรับการเขียนโปรแกรมเพื่อประมวลผล กระบวนการเริ่มจากการแปลงค่า RGB เป็นค่า Standard RGB (sRGB) โดยทำการปรับค่า RGB ให้เป็นค่าพื้นฐานด้วยการหารด้วยเลข 255 ดังนี้  $NR = R / 255$ ,  $NG = G / 255$  และ  $NB = B / 255$  แล้วทำการคำนวณค่า sRGB จากสมการที่ 1 (Poynton, 1996)

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

$$b = \begin{cases} (NB + 0.055)/1.005, NB > 0.04045 \\ NB/12.92, NB \leq 0.04045 \end{cases}$$

โดยที่  $NR$ ,  $NG$  และ  $NB$  คือ ค่า RGB ที่ถูกปรับค่าแล้ว ส่วนค่า  $r$ ,  $g$  และ  $b$  คือค่า sRGB จากนั้นขั้นตอนถัดไปคือการแปลงค่า sRGB ไปสู่ปริภูมิสี XYZ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2 (Blasco et al., 2007).

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

เมื่อได้ค่า XYZ แล้วขั้นตอนถัดไปเป็นการคำนวณค่า  $L^*a^*b^*$  จากค่า XYZ ซึ่งการคำนวณค่าดังกล่าวเริ่มต้นจากการหารค่า XYZ ด้วยค่า  $XnYnZn$  ดังนี้  $x = X / Xn$ ,  $y = Y / Yn$  และ  $z = Z / Zn$  ตามลำดับ โดยที่ค่า  $Xn$ ,  $Yn$  และ  $Zn$  คือค่า tri-stimulus อ้างอิงของวัตถุสีขาวตามมาตรฐานของ CIE สำหรับแสง D65, 2° observer ค่า  $Xn = 95.047$ ,  $Yn = 100$  และ  $Zn = 108.883$  จากนั้นทำการคำนวณค่า  $L^*a^*b^*$  จากสมการที่ 3 และ 4 ตามลำดับ (CIE, 1995)

$$f\left(\frac{X}{X_n}\right) = \begin{cases} 7.787x + 16/116, & x \leq 0.008856 \\ x^{1/3}, & x > 0.008856 \end{cases}, f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) = \begin{cases} 7.787y + 16/116, & y \leq 0.008856 \\ y^{1/3}, & y > 0.008856 \end{cases} \quad (3)$$

$$f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) = \begin{cases} 7.787z + 16/116, & z \leq 0.008856 \\ z^{1/3}, & z > 0.008856 \end{cases}$$

$$L^* = 116f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - 16$$

$$a^* = 500\left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right)\right]$$

$$b^* = 200\left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right)\right] \quad (4)$$

เมื่อได้ค่า  $L^*a^*b^*$  แล้วทำการคำนวณค่า Hue และ Chroma ตามสมการที่ 5 และ 6 ตามลำดับ (McLaren, 1976).

$$Hue = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (5)$$

$$Chroma = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (6)$$

**4 การเปรียบเทียบค่าสี**

กระบวนการนี้เป็นการสอบเทียบค่าสีที่ได้จากเครื่องวัดสีและการประมวลผลภาพถ่าย โดยทำการเปรียบเทียบค่าสีทั้งจากแผ่นสีมาตรฐาน 100 แผ่นและตัวอย่างผักจริง โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คจำนวน 15 ตัวอย่างเป็นตัวอย่างเป็นตัวอย่างทดสอบ

**ผล**

ผลการเปรียบเทียบค่าสีของแผ่นสีมาตรฐานที่ได้จากเครื่องวัดสีและการประมวลผลภาพถ่ายจำนวน 100 แผ่นแตกต่างกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของสีที่ได้จากการประมวลผลภาพถ่ายเมื่อเทียบกับเครื่องวัดสีมีค่าต่ำกว่า  $\pm 5\%$  โดยค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของค่า  $L^* = \pm 0.28\%$ ,  $a^* = 3.97\%$ ,  $b^* = 4.00\%$ , Hue = 2.36% และ Chroma = 1.75 % ตามลำดับ กราฟสหสัมพันธ์ของค่า  $L^*$ ,  $a^*$ , และ  $b^*$  ถูกแสดงใน Figure 1 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าดังกล่าวมีค่าสูงกว่า 0.95 บ่งชี้ได้ว่าค่าสีที่ได้จากเครื่องวัดสีและการประมวลผลภาพถ่ายมีค่าใกล้เคียงกัน ถัดจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการทดลองประเมินค่าสีกับตัวอย่างผัก โดยใช้ผักกรีนโอ๊คเป็นตัวอย่างทดสอบจำนวน 15 ตัวอย่าง ผลที่ได้สอดคล้องกันกับการวัดสีจากแผ่นสีมาตรฐาน โดยค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของสีจากการประมวลผลภาพถ่ายเมื่อเทียบกับเครื่องวัดสีมีค่าต่ำกว่า  $\pm 3\%$  โดยค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของค่า  $L^* = \pm 1.73\%$ ,  $a^* = 1.85\%$ ,  $b^* = 2.74\%$ , Hue = 1.69% และ Chroma = 2.17 % ตามลำดับ

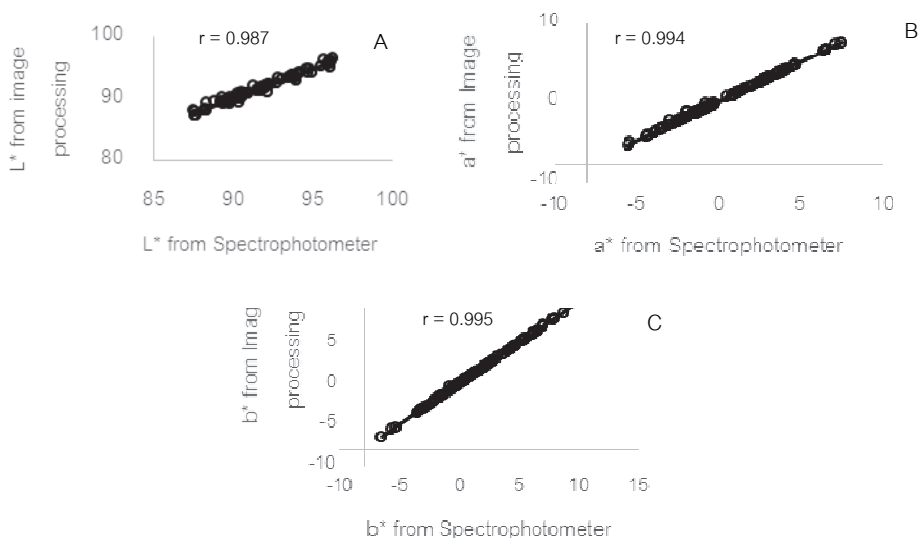


Figure 1 The correlation of color from spectrophotometer and image processing :  $L^*(A)$ ,  $a^*(B)$  and  $b^*(C)$ .

### วิจารณ์ผล

จากผลการสอบเทียบค่าสีจากเครื่องวัดสีและการประมวลผลภาพ ทั้งค่าสีของแผ่นสีมาตรฐานและสีของผักกรีนไค้ค ผลที่ได้พบว่าค่าสีจากการประมวลผลภาพเมื่อเทียบกับเครื่องมือวัดสีแล้วมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนต่ำมาก (Gutiérrez-Pulido and de la Vara Salaza (2004) กล่าวไว้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนของสีจากการประมวลผลภาพเทียบกับเครื่องมือวัดสีที่มีค่าต่ำกว่า  $\pm 10\%$  เป็นค่าที่ยอมรับได้ ทั้งนี้ยังพบว่าค่าสีจากเครื่องวัดสีและการประมวลผลภาพทั้งสีของแผ่นสีมาตรฐานและสีของผักกรีนไค้คไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ผลดังกล่าวบ่งชี้ได้ว่าเทคนิคการประมวลผลภาพสามารถนำไปประยุกต์สำหรับงานทางการวัดสีได้

### สรุป

ผลการสอบเทียบค่าสีจากเครื่องวัดสีและการประมวลผลภาพพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของสีจากแผ่นสีมาตรฐานมีค่าต่ำกว่า  $\pm 5\%$  ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของสีจากผักกรีนไค้คมีค่าต่ำกว่า  $\pm 3\%$  โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าสีจากเครื่องวัดสีและการประมวลผลภาพทั้งของแผ่นสีมาตรฐานและสีผักกรีนไค้คมีค่าสูงกว่า 0.95 และพบว่าค่าสีที่ได้จากเทคนิคทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลดังกล่าวสามารถยืนยันได้ว่าเทคนิคการประมวลผลภาพสามารถนำไปประยุกต์เพื่องานวัดสีได้

### คำขอขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำหรับการสนับสนุนทุนวิจัยและขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับทำการวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- Blasco, J., N. Aleixos and E. Molto. 2007. Computer vision detection of peel defects in citrus by means of a region oriented segmentation algorithm. *Journal of Food Engineering* 81(3): 535 - 543.
- CIE. 1995. Industrial colour-difference evaluation (Technical Report). Publication CIENo. 116. Vienna: Central Bureau of the Commission Internationale de L'Eclairage.
- Gutiérrez-Pulido, H. and R. de la Vara Salazar. 2004. Análisis y diseo de experimentos. México DF: McGraw-Hill.
- McLaren, K. 1976. The development of CIE (L, a, b) uniform color space and color difference formula. *Journal of the Society of Dyers and Colourist* 92 : 339 - 341.
- Poynton, C. A. 1996. A technical introduction to digital video. John Wiley & Sons, Inc.