

การประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผักสลัดกรีนโอ๊คด้วยวิธีการวิเคราะห์ภาพพื้นผิว Evaluation of Quality Changes of Green Oak Salad Using Image Texture Analysis

สุวรรณ เอกรัมย์¹ และ วีระศักดิ์ เลิศศิริโยธิน¹
Suwan Aekrum¹ and Weerasak Lertsiriyothin¹

Abstract

This research aims to develop an image processing algorithm for evaluating the quality of agricultural produce using Image texture analysis technique to evaluate the quality changes of Green oak salad. Green oak mass of 30g were washed, minimal processed and stored at different temperatures (5°C, 10°C and 15°C). The Green oak salad samples were captured every 24 hours for 8 days under D65 light conditions, at a resolution of 1024 x 786 pixels and stored the images in RGB color space. The images were converted from RGB to HSV color space and used H value for calculating the value of Energy, Entropy, Correlation and Homogeneity. The results shown that Energy value can evaluate quality changes of Green oak salad, but Entropy, Correlation and Homogeneity can not. Energy decreased significantly with storage time and temperature and rate of decreasing varies with temperature.

Keywords: Green oak, Image Texture Analysis, Quality Changes

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นพัฒนาอัลกอริทึมทางการประมวลผลภาพถ่ายเพื่อใช้ในการตรวจสอบและประเมินคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร โดยศึกษาเทคนิคด้านการวิเคราะห์ภาพพื้นผิว(Image Texture Analysis) เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผักสลัดกรีนโอ๊ค กระบวนการศึกษากระทำโดยนำผักสลัดกรีนโอ๊คมวล 30 กรัม ล้าง ตัดแต่งและเก็บรักษา ณ อุณหภูมิแตกต่างกัน (5°C, 10°C และ 15°C ตามลำดับ) จากนั้นทำการถ่ายภาพทุก ๆ 24 ชั่วโมงเป็นระยะเวลา 8 วัน ภายใต้สภาวะแสง D65 ที่ความละเอียด 1024 พิกเซล x 786 พิกเซล ทำการจัดเก็บไฟล์ภาพในปริภูมิสี RGB จากนั้นทำการแปลงปริภูมิสี RGB สู่ปริภูมิสี HSV แล้วใช้ค่า H (Hue angle) คำนวณคุณลักษณะทางภาพพื้นผิวโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเองภายใต้งานวิจัยนี้ การคำนวณคุณลักษณะทางภาพพื้นผิวเป็นวิธีการคำนวณทางสถิติในรูปของตัวแปรที่เรียกว่าค่า Energy, Entropy, Correlation และ Homogeneity ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่า Energy สามารถใช้ติดตามอัตราการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ขึ้นกับอายุเก็บรักษาและอุณหภูมิเก็บรักษาได้ โดยค่า Energy จะมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามอายุการเก็บรักษาและอัตราการลดลงของค่า Energy แปรผันตรงกับอุณหภูมิการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับค่า Entropy, Correlation และ Homogeneity พบว่าไม่สามารถใช้ติดตามอัตราการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผักสลัดกรีนโอ๊คได้

คำสำคัญ: กรีนโอ๊ค, การวิเคราะห์ภาพพื้นผิว, การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ

คำนำ

คุณภาพของผลผลิตเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับผลผลิตทุกชนิดโดยปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีหลากหลายประเภทมาประยุกต์ใช้เพื่อรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตให้ได้ยาวนานที่สุด สำหรับผลผลิตจำพวกผักนั้นคุณภาพด้านการมองเห็นถือว่าเป็นปัจจัยด้านคุณภาพปัจจัยต้น ๆ ที่ผู้บริโภคสามารถตรวจจับได้ (Kays, 1999) ซึ่งการใช้เครื่องมือในการประเมินคุณภาพด้านการมองเห็นของผลผลิตจำพวกผักส่วนมากจะใช้เครื่องวัดค่าสี อาทิเช่น เครื่อง Minolta chromameter, Hunter Lab colourimeter เป็นต้น แต่ข้อจำกัดของเครื่องมือวัดสีแบบดั้งเดิมนั้นคือ พื้นผิวของตัวอย่างที่ทำารวัดต้องมีที่ค่อนข้างสม่ำเสมอทั้งที่พื้นผิวซึ่งการวัดค่าสีของตัวอย่างที่มีรูปแบบสีที่หลากหลายในตัวอย่างเดียวกันนั้นทำได้ลำบาก รวมถึงหากต้องการวัดค่าสีตัวอย่างในปริมาณพื้นที่ขนาดใหญ่นั้นทำได้ลำบากและเสียเวลาเช่นกัน (Oliveira and Balaban, 2006) ด้วยเหตุดังกล่าวจึงได้มีการนำเทคโนโลยีทางการประมวลผลภาพถ่ายมาประยุกต์ใช้เพื่อวัดและวิเคราะห์ค่าสีของ

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000

¹ School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000

ผลผลิตทางการเกษตร แต่อย่างไรก็ตามคุณสมบัติของภาพถ่ายมิได้มีเพียงแค่คุณสมบัติด้านสีเพียงเท่านั้น คุณสมบัติทาง Texture (ภาพพื้นผิว) ยังเป็นคุณสมบัติเด่นอีกประการของภาพถ่าย โดยคุณสมบัติดังกล่าวนี้จะบ่งชี้ถึงลักษณะลวดลายหรือความเข้มแสงที่ปรากฏในภาพ ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีแนวโน้มที่สามารถบ่งชี้ถึงลักษณะทางคุณภาพของผลผลิตจำพวกผักได้ด้วยเหตุดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาเทคนิคการประมวลผลภาพถ่ายโดยเฉพาะเทคนิคด้านการวิเคราะห์ภาพพื้นผิวเพื่อหาเอกลักษณ์ที่สามารถใช้ประเมินคุณภาพของผลผลิตจำพวกผักได้ โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้ผักสลัดกรีนโอ๊คเป็นตัวอย่งทดสอบ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างผักสลัดกรีนโอ๊ค

ผักสลัดกรีนโอ๊คถูกซื้อจากร้านค้าของฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทำการล้าง ตัดแต่ง ซึ่งมววล 30 กรัมแล้วทำการบรรจุด้วยถุง LDPE และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C, 10°C และ 15°C ตามลำดับ ภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติ ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

กระบวนการถ่ายภาพผักสลัด

ผักสลัดกรีนโอ๊คถูกถ่ายภาพทุก ๆ 24 ชั่วโมงเป็นระยะเวลา 8 วัน ภายใต้สภาวะแสง D65 ที่ความละเอียด 1024 พิกเซล x 786 พิกเซล ด้วยกล้องถ่ายรูปยี่ห้อ FUJIFILM รุ่น FinePix S1500 ทำการจับเก็บไฟล์ภาพในปริภูมิสี RGB

กระบวนการวิเคราะห์ภาพพื้นผิว

กระบวนการวิเคราะห์ภาพพื้นผิวเริ่มจากการแปลงภาพผักสลัดกรีนโอ๊คที่ถูกเก็บในปริภูมิสี RGB ไปสู่ปริภูมิสี HSV แล้วใช้ค่า Hue angle (H) คำนวณค่า Gray-Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) โดยใช้ Matrix ขนาด 8x8 จากนั้นทำการคำนวณคุณสมบัติทางภาพพื้นผิวซึ่งประกอบไปด้วยค่า Energy, Entropy, Correlation และ Homogeneity ดังสมการที่ 1 ถึง 4 ตามลำดับ โดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเองในโครงการวิจัย

$$Energy = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 (P(i, j))^2 \quad (1)$$

$$Entropy = - \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 P(i, j) \times \log(P(i, j)) \quad (2)$$

$$Correlation = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 \frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j)P(i, j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (3)$$

โดยที่

$$\begin{aligned} \mu_i &= \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 iP(i, j), \mu_j = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 jP(i, j) \\ \sigma_i &= \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 (i - \mu_i)^2 P(i, j), \sigma_j = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 (j - \mu_j)^2 P(i, j) \\ Homogeneity &= \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 \frac{1}{1 + (i - j)^2} P(i, j) \end{aligned} \quad (4)$$

โดยที่ค่า $P(i, j)$ หมายถึงสมาชิกที่อยู่ในแมทริกซ์ GLCM

ผล

ผลการคำนวณค่าคุณสมบัติทางด้านภาพพื้นผิวของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ถูกเก็บรักษาที่ 5°C อันประกอบไปด้วยค่า Energy, Entropy, Correlation และ Homogeneity ถูกแสดงไว้ใน Figure 1 ถึง Figure 2 ตามลำดับ ผลที่ได้พบว่าค่า Energy มีค่าลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา ส่วนค่า Entropy มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา ค่า Correlation พบว่ามีค่าค่อนข้างคงที่ สุดท้ายค่า Homogeneity พบว่าข้อมูลที่ได้มีความแปรปรวนไม่มีแนวโน้มแปรตามอายุการเก็บรักษา ซึ่งผลการคำนวณของค่าต่าง ๆ ดังกล่าวของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ถูกเก็บรักษาที่ 10°C และ 15°C มีลักษณะเช่นเดียวกับผักสลัดกรีนโอ๊คที่ถูกเก็บรักษาที่ 5°C (ไม่ได้แสดงผล) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่ามีเพียงค่า Energy เพียงค่าเดียวที่มีการแปรผันตามอายุการเก็บรักษาและอุณหภูมิการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งบ่งชี้ได้ว่าค่า Energy มีแนวโน้มที่จะสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของผักสลัดกรีนโอ๊คได้ โดยค่า Energy ของผักสลัดกรีนโอ๊คที่ถูกเก็บรักษาที่ 5°C, 10°C และ 15°C ถูกแสดงไว้ใน Figure 3

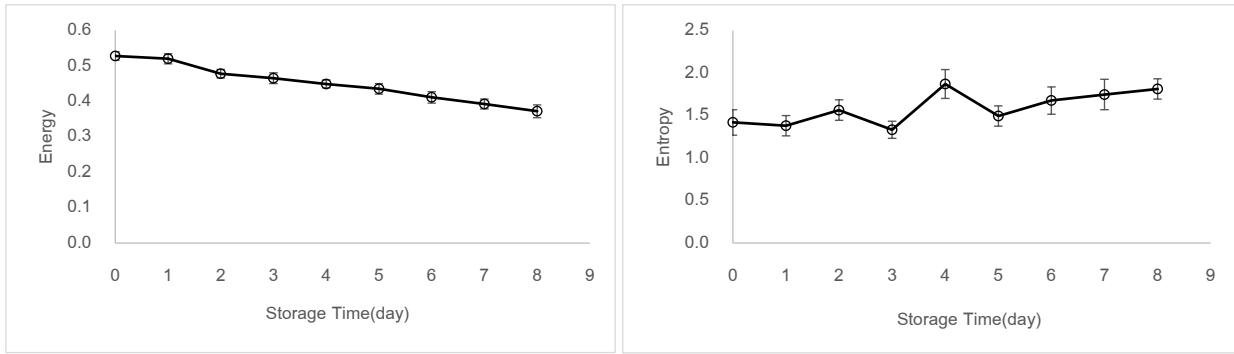


Figure 1 Value of Energy and Entropy of Green oak salad at storage temperature of 5°C

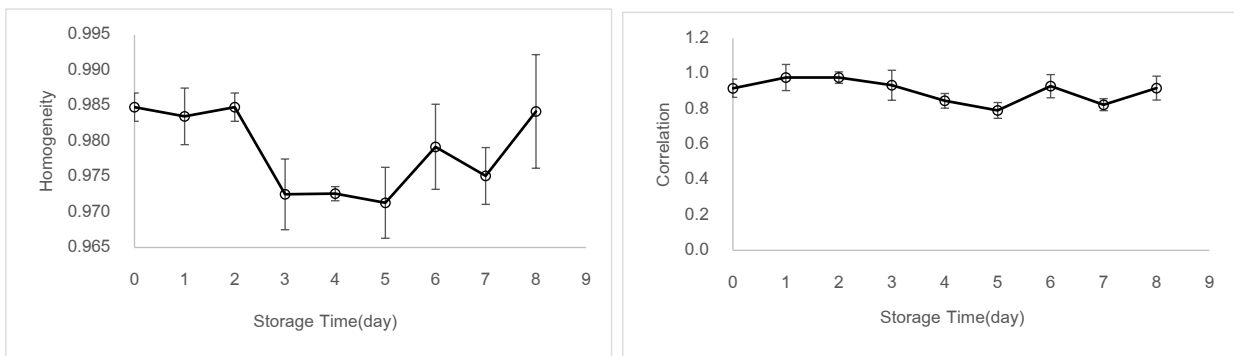


Figure 2 Value of Homogeneity and Correlation of Green oak salad at storage temperature of 5°C

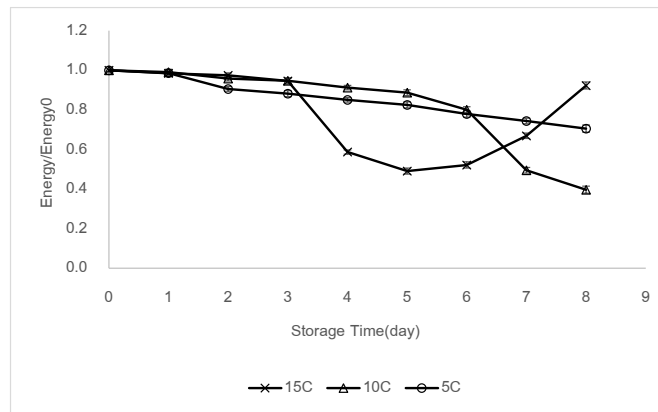


Figure 3 Value of Energy/ Energy₀ of Green oak salad at storage temperature of 5°C, 10°C and 15°C

วิจารณ์ผล

พิจารณา Figure 3 ซึ่งเป็นการนำค่า Energy ที่คำนวณได้ในอายุการเก็บรักษาในวันที่ 1 ถึง 8 เทียบกับค่า Energy ของวันตั้งต้น(วันที่0) โดยค่า Energy ดังกล่าวนี้นี้เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความสม่ำเสมอของภาพถ่าย เมื่อค่า Energy มีค่าลดลง ความสม่ำเสมอของภาพจะมีค่าลดลงตามไปด้วย ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าที่อุณหภูมิเก็บรักษาที่ 5°C ค่า Energy มีค่าลดลงแต่ไม่มากนักบ่งชี้ได้ว่าคุณภาพของผักสลัดที่อายุเก็บวันที่ 1 ถึง 8 ยังคงมีค่าใกล้เคียงกับคุณภาพของวันตั้งต้น ส่วนผักสลัดกรีนไฮคิที่เก็บรักษาที่ 10°C นั้นพบว่าค่า Energy ที่อายุเก็บรักษา 5 วันแรกมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกับค่าในวันตั้งต้น แต่อย่างไรก็ตามพบว่าค่า Energy มีค่าลดลงอย่างรุนแรงเมื่อผักสลัดถูกเก็บรักษาไปถึงวันที่ 6 ณ จุดดังกล่าวบ่งชี้ได้ว่าผักสลัดกรีนไฮคิจะมีการสูญเสียคุณภาพอย่างรุนแรงตั้งแต่อายุการเก็บรักษาในวันดังกล่าวเป็นต้นไป ทำนองเดียวกับผลที่ 15°C พบว่าค่า Energy มีค่าลดลงอย่างรุนแรงเมื่อผักสลัดถูกเก็บรักษาไปถึงวันที่ 4 และค่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีกครั้งในวันที่ 6 ค่าที่เพิ่มขึ้น

ดังกล่าวเกิดจากผักสลัดเกิดการเน่าซึ่งทำให้ภาพถ่ายมีความสม่ำเสมออีกครั้งเนื่องจากสีของผักส่วนมากจะเป็นสีเหลืองและสีดำ

สรุป

ผลการศึกษาพบว่าสามารถใช้การวิเคราะห์ภาพพื้นผิวเพื่อประเมินคุณภาพของผักสลัดกรีนโอ๊คได้ โดยค่าคุณสมบัติของภาพพื้นผิวที่สามารถบ่งชี้ถึงคุณภาพของผักสลัดกรีนโอ๊คนั้นคือค่า Energy ส่วนค่า Entropy มีแนวโน้มที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ได้เช่นกันแต่ไม่เด่นชัดเท่ากับค่า Energy สำหรับค่า Correlation และ Homogeneity นั้นไม่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของผักสลัดกรีนโอ๊คได้

คำขอขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำหรับการสนับสนุนทุนวิจัยและขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Kays, S. J. 1999. Pre-harvest factors affecting appearance. *Postharvest Biology and Technology* 15: 233-247.
- Oliveira, A. C. M. and M. O. Balaban. 2006. Comparison of a colorimeter with a machine vision system in measuring color of Gulf of Mexico sturgeon fillets. *Applied Engineering in Agriculture* 22: 583 - 587.