

## การจำแนกระดับความสุกทุเรียนพันธุ์หลงลับแล โดยการตรวจสอบระดับสีผิวเปลือกทุเรียนด้วยกระบวนการประมวลผลภาพ

อภิศักดิ์ พรหมผาย<sup>1\*</sup> และ พัทธ์ชัย คล้ายชม<sup>1</sup>  
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ 53000

### บทคัดย่อ

ทุเรียนเป็นสินค้าเกษตรที่ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกที่สำคัญของโลก และมีแนวโน้มที่จะส่งออกเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะทุเรียนพันธุ์หลงลับแล ซึ่งเป็นทุเรียนพื้นเมืองที่มีเฉพาะพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกระดับความสุกทุเรียนพันธุ์หลงลับแลโดยการตรวจสอบระดับสีผิวเปลือกทุเรียนด้วยกระบวนการประมวลผลภาพ แต่เนื่องจากยังไม่มีเกณฑ์มาตรฐานสำหรับแบ่งระดับความสุกของทุเรียนพันธุ์หลงลับแล ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำตาลและค่าความแน่นเนื้อทุเรียนมาจัดกลุ่มข้อมูลเป็น 3 กลุ่มคือ ดิบ สุกกรอบ สุกนิ่ม ด้วยวิธีการ Hierarchical Cluster Analysis เพื่อนำมากำหนดเป็นเกณฑ์สำหรับแบ่งระดับความสุกในงานวิจัยนี้ และได้วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของสีผิวเปลือกทุเรียนผลเดียวกันด้วยอุปกรณ์ถ่ายภาพผลทุเรียนแบบรอบด้านที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และเปลี่ยนค่าสีจาก R G B ให้อยู่ในมาตรฐาน CIE  $L^*$   $a^*$   $b^*$  ผลปรากฏว่าการเลือกตำแหน่งการถ่ายภาพ สามารถถ่ายภาพในตำแหน่งใดก็ได้ในแนวกลางผลทุเรียน เนื่องจากระดับสีผิวเปลือกทุเรียนมีค่าใกล้เคียงกันถึง 91.67% และเมื่อทดสอบระดับสีผิวเปลือกทุเรียนที่ได้จากอุปกรณ์ช่วยถ่ายภาพผลทุเรียนโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สรุปได้ว่า ค่า  $L^*$  และ  $a^*$  ไม่มีผลกับระดับความสุกของทุเรียน ส่วนค่า  $b^*$  จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความสุกของทุเรียนมากขึ้น ดังนั้น การทดสอบระดับความสุกทุเรียนพันธุ์หลงลับแลโดยการตรวจสอบระดับสีผิวเปลือกทุเรียนด้วยการประมวลผลภาพ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการวัดระดับความสุกทุเรียนพันธุ์หลงลับแลได้เป็นอย่างดี

**คำสำคัญ :** ทุเรียนพันธุ์หลงลับแล / อุปกรณ์ช่วยถ่ายภาพผลทุเรียน / การประมวลผลภาพ

\* Corresponding Author : apisakph@hotmail.com

<sup>1</sup> อาจารย์ หลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

## Use of Image Processing to Classify Ripeness Level of Long Lub-Lae Durian via Evaluation of Its Peel Color

Apisak Phromfaiy<sup>1\*</sup> and Pitak Khlaichom<sup>1</sup>

Uttaradit Rajabhat University, Tha It, Mueang Uttaradit, Uttaradit 53000

### Abstract

Durian is an agricultural product that has mainly been produced in and exported by Thailand. Durian export tends to increase, especially for the Long Lub-Lae durian, which is a local durian cultivar found only in Lublae District of Uttaradit province. This research was conducted to find a means to assess Long Lub-Lae durian maturity by evaluating its peel color via the use of image processing. Data on percentage of sugar content and durian firmness were firstly classified into 3 groups (unripe, hard ripening and soft ripening) via hierarchical cluster analysis in order to arrive at the maturity criteria. Peel color of durian was then taken via the use of a multi-dimensional durian photography device developed in this study; color values were changed from R G B to CIE  $L^* a^* b^*$ . The results showed that photos could be taken at any positions along the core of durian because the color level of the peel was similar (by up to 91.67%). When testing the color of durian peel via the analysis of variance at 95% confidence level, it could be concluded that  $L^*$  and  $a^*$  values had no relation with the maturity of durian. On the other hand,  $b^*$  value would be higher when the maturity of durian was higher. The developed image processing could be applied to properly test the maturity of Long Lub-Lae durian.

**Keywords :** Long Lub-Lae Durian / Durian Photography Device / Image Processing

---

\* Corresponding Author : [apisakph@hotmail.com](mailto:apisakph@hotmail.com)

<sup>1</sup> Lecturer, Computer Engineering Program, Faculty of Industrial Technology.

## 1. บทนำ

ทุเรียนเป็นสินค้าเกษตรที่ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกที่สำคัญของโลก พื้นที่ปลูกและพื้นที่เก็บเกี่ยวทุเรียนในปี พ.ศ. 2558 ของประเทศประมาณ 687,000 และ 573,000 ไร่ ตามลำดับ ผลผลิตทุเรียนเท่ากับ 603,000 ตัน มีมูลค่า 28,317 ล้านบาท [1] ตลาดส่งออกที่สำคัญของทุเรียนไทย 5 ลำดับ ได้แก่ จีน ฮองกง อินโดนีเซีย ใต้หวัน และสหรัฐอเมริกา ทุเรียนมีแนวโน้มที่จะส่งออกเพิ่มขึ้นสืบเนื่องจากข้อตกลงการค้าเสรี การกีดกันทางการค้าที่ไม่ใช่ภาษีของการนำเข้าทุเรียนในแต่ละประเทศแตกต่างกัน ดังนั้นคณะกรรมการสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติออกประกาศกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เรื่อง ทุเรียน ไว้ใช้เป็นมาตรฐานเพื่อให้ทุเรียนของไทยเป็นที่ยอมรับในระดับชาติและระดับสากล เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและส่งเสริมการส่งออก ลักษณะภายนอกของผลทุเรียนที่แก่ได้ที่ กำหนดในมาตรฐาน ได้แก่ ชั่วผลแข็ง สีเข้ม เมื่อสัมผัสชั่วจะรู้สึกสากมือบริเวณรอยต่อระหว่างชั่วผลและก้านผล ซึ่งเรียกว่าปากปลิงบวมโต เมื่อจับชั่วผลแล้วแกวงผลทุเรียนจะรู้สึกว้าชั่วผลแข็ง และมีสปริงมากขึ้น ร่องหนามห่างเมื่อบีบปลายหนามเข้าหากันจะรู้สึกว่ามีสปริง ปลายหนามเริ่มแห้ง มีสีน้ำตาล สังเกตเห็นรอยเป็นแนวยาวบนสันพูได้ชัดเจน ยกเว้นพันธุ์ก้านยาว

จังหวัดอุดรดิตต์มีทุเรียนพันธุ์หลงลับแล เป็นทุเรียนพื้นเมืองที่มีเฉพาะพื้นที่อำเภอลับแลและเป็นทุเรียนที่สร้างชื่อเสียงให้กับจังหวัดอุดรดิตต์ ซึ่งในแต่ละปีจะมีผลผลิตจำนวนมาก จึงทำให้ราคาค่อนข้างสูง ผลผลิตออกสู่ตลาดประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคมของทุกปี โดยลักษณะเฉพาะของทุเรียนพันธุ์หลงลับแล [2] จะมีทรงผลกลมรูปไข่ ฐานผลค่อนข้างกลม หรือนูนขึ้นมาเล็กน้อย ตรงบริเวณหนามรอบชั่วผลปลายผลมน หรือกลม ก้านผลมีขนาดใหญ่ เนื้อละเอียดร่อนนุ่มชุ่มฉ่ำและยังไม่มีเกณฑ์มาตรฐานสำหรับแบ่งระดับความสุก

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีการวิจัยเกี่ยวกับการจำแนกความสุก-แก่ของทุเรียนหลายงานวิจัย แต่ไม่มีงานวิจัยใดที่นำมาวิเคราะห์กับทุเรียนพันธุ์หลงลับแล ได้แก่ Timkham และ Terdwongworakul [3] ได้สร้างโมเดลจำแนกความสุก-แก่ของทุเรียนพันธุ์

หมอนทองแบบไม่ต้องทำลายผลทุเรียนด้วยข้อมูลสเปกโทรสโกปีช่วงแสงที่มองเห็นได้ของเปลือกทุเรียนพบว่าโมเดลสามารถคัดแยกทุเรียนออกเป็น 5 กลุ่มได้ถูกต้อง 83.3% Terdwongworakul และ Neamsorn [4] ได้วัดความสุกแก่ทุเรียนพันธุ์หมอนทองด้วยการวัดความแข็งแรงก้านผล พื้นที่ได้กราฟแรงกดกับระยะกด มีความสัมพันธ์ทางบวกกับเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อแห้งโดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์  $r = 0.808$  Wanitchang และคณะ [5] ได้ใช้สมบัติ ทางกายภาพ ทางกลและทางแสงมาทำนายอายุวันหลังดอกบานของมะม่วงได้ถูกต้อง 89% Tubsrinual และคณะ [6] ได้ทำการศึกษาริมาณก๊าซ 4 ชนิด คือก๊าซซัลเฟอร์-ไดออกไซด์ เอธิลีน เอทานอล และคาร์บอนไดออกไซด์ ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เก็บเกี่ยวจากสวนโดยตรงหลังการติดดอก 105, 110, 115, 120 และ 125 วัน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีความสัมพันธ์กับการสุกของทุเรียน

จากงานวิจัยที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่ามีการใช้เครื่องมือที่ยากต่อการใช้งานของเกษตรกร ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้สมาร์ตโฟนซึ่งเป็นอุปกรณ์พื้นฐานในชีวิตประจำวันมาใช้ในงานวิจัยนี้ โดยได้นำเสนอการจำแนกระดับความสุกทุเรียนพันธุ์หลงลับแลโดยการตรวจสอบระดับสีผิวเปลือกทุเรียนพันธุ์หลงลับแลด้วยกระบวนการประมวลผลภาพ เพื่อใช้สำหรับการจำแนกระดับความสุกของทุเรียนพันธุ์หลงลับแลแบบไม่ทำลายโดยได้ทำการวิเคราะห์ความแน่นเนื้อและปริมาณน้ำตาลของเนื้อทุเรียน เพื่อนำมากำหนดเป็นเกณฑ์สำหรับแบ่งระดับความสุกในงานวิจัยนี้

## 2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

ตัวอย่างทุเรียนที่นำมาศึกษาในงานวิจัย เป็นทุเรียนพันธุ์หลงลับแลที่มีแหล่งที่มาจากสวนสังข์มูล ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุดรดิตต์ โดยวิธีการสุ่มแบบง่ายเพื่อเลือกทุเรียน 24 ลูกที่มีความแก่พอเหมาะต่อการบริโภค โดยเจ้าของสวนทุเรียนเป็นผู้แยกคุณภาพทุเรียนเกรดเป็น A B C อย่างละ 8 ลูก ซึ่งคุณลักษณะสำหรับการแบ่งเกรดทุเรียนพันธุ์หลงลับแลแสดงดังตารางที่ 1 และตัวอย่างทุเรียน ดังรูปที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะสำหรับการแบ่งเกรดทุเรียน

เกรด	น้ำหนัก (กรัม)	จำนวนพู
A	≥1000	≥ 5
B	650 -1000	4-5
C	400-650	4



รูปที่ 1 ทุเรียนพันธุ์หลงลับแลแต่ละเกรด

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูล ค่าความแน่นเนื้อ เเปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำตาลของเนื้อทุเรียน และการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกทุเรียน เป็นเวลา 6 วัน โดยทั่วไปทุเรียนหลังวันที่ 5 เปลือกทุเรียนจะเริ่มมีรอยแยก ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับสุกมากโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ถ่ายภาพเปลือกทุเรียนตัวอย่างที่ 1 ถึง 24 ด้วยอุปกรณ์ถ่ายภาพผลทุเรียนแบบรอบด้านซึ่งแต่ละภาพจะมีมุมต่างกัน 10 องศา

2) ถ่ายภาพเปลือกทุเรียนตัวอย่างที่ 1 ถึง 4 ด้วยอุปกรณ์ช่วยถ่ายภาพผลทุเรียน ผลละ 5 ภาพ เพื่อนำมาเปรียบเทียบระดับความสุกกับวิธีการวัดระดับความสุกแบบทำลาย

3) นำทุเรียนตัวอย่างที่ 1 ถึง 4 วัดระดับความสุกแบบทำลายโดยการวัดค่าความแน่นเนื้อ และเปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำตาลของเนื้อทุเรียน

4) ทำซ้ำข้อ 1 ถึงข้อ 3 โดยแต่ละวันจะเปลี่ยนตัวอย่างทุเรียนสำหรับการถ่ายภาพผลทุเรียนแบบรอบด้านเป็นตัวอย่างที่ 5-24 9-24 13-24 17-24 และ 21-24 ตามลำดับส่วนการถ่ายภาพเปลือกทุเรียนด้วยอุปกรณ์ช่วยถ่ายภาพผลทุเรียนและการวัดระดับความสุกแบบทำลาย จะเปลี่ยนตัวอย่างทุเรียนเป็นตัวอย่างที่ 5-8 9-12 13-16

17-20 และ 21-24 ตามลำดับ

## 2.1 การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของสีผิวเปลือกทุเรียนผลเดียวกันด้วยอุปกรณ์ถ่ายภาพผลทุเรียนแบบรอบด้าน

เนื่องจากลักษณะเฉพาะของทุเรียนพันธุ์หลงลับแล ที่มีทรงผลกลมรูปไข่ร่องพูไม่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดตรวจสอบระดับสีผิวเปลือกทุเรียน เพื่อวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของสีผิวเปลือกทุเรียนผลเดียวกันในมุมต่างๆ ซึ่งหากมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน ISO - 12647 [7] จะสรุปได้ว่าการเลือกตำแหน่งการถ่ายภาพไม่มีผลต่อการวิเคราะห์ระดับความสุกของทุเรียนหลงลับแลโดยผู้วิจัยได้พัฒนาอุปกรณ์ถ่ายภาพผลทุเรียนแบบรอบด้านดังนี้

### 2.1.1 โครงสร้างอุปกรณ์ถ่ายภาพผลทุเรียนแบบรอบด้าน

โครงสร้างมีลักษณะเป็นตู้ควบคุมแสงมีฝาเปิดด้านบนสำหรับนำทุเรียนเข้า ภายในทาสีขาว ประกอบด้วย 1) ชุดจานหมุน 2) กล้องควบคุม 3) แหล่งกำเนิดแสง [8] มาตรฐาน D65 4) โทรศัพท์เคลื่อนที่ ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Android พร้อมกล้องถ่ายรูป ความละเอียด 5 MP ดังรูปที่ 2

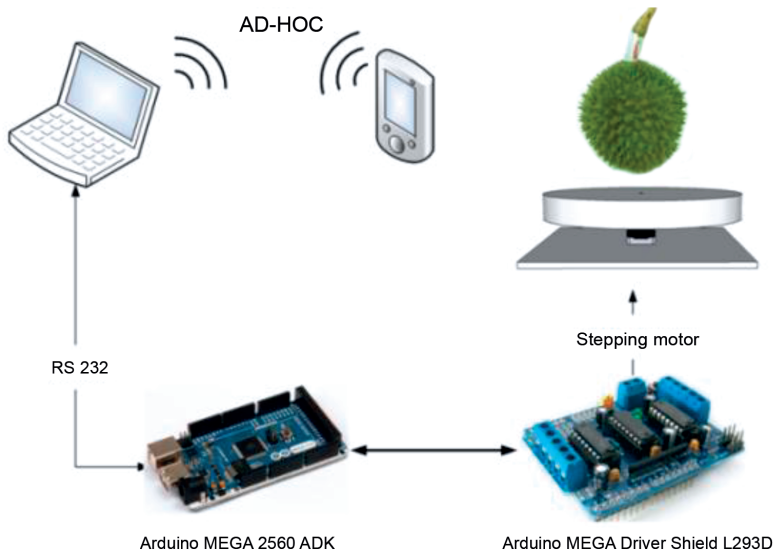


รูปที่ 2 อุปกรณ์ถ่ายภาพผลทุเรียนแบบรอบด้าน

### 2.1.2 การควบคุมงานหมุนและการถ่ายภาพ

ผู้วิจัยได้ออกแบบการควบคุมงานหมุนโดยใช้บอร์ดคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA 2560 ADK รับคำสั่งการเคลื่อนที่จากคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ทอนุกรมและขับเคลื่อน Stepping Motor ด้วย Arduino

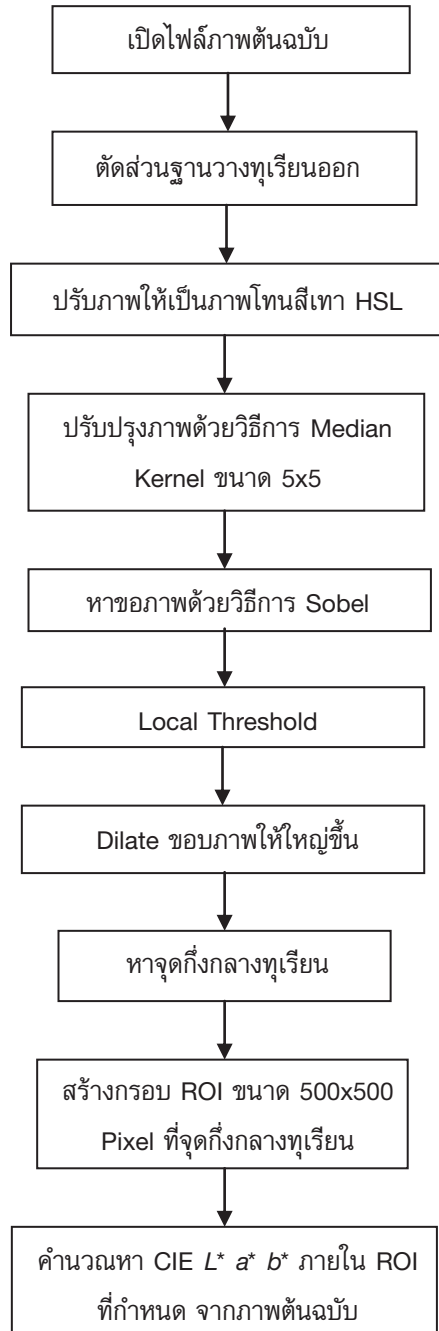
Motor Driver Shield L293D และใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Android พร้อมกล้องถ่ายภาพความละเอียด 5 MP สื่อสารกับคอมพิวเตอร์เพื่อรับคำสั่งการถ่ายภาพ ผ่านระบบเครือข่ายไร้สายแบบ AD-HOC ดังรูปที่ 3



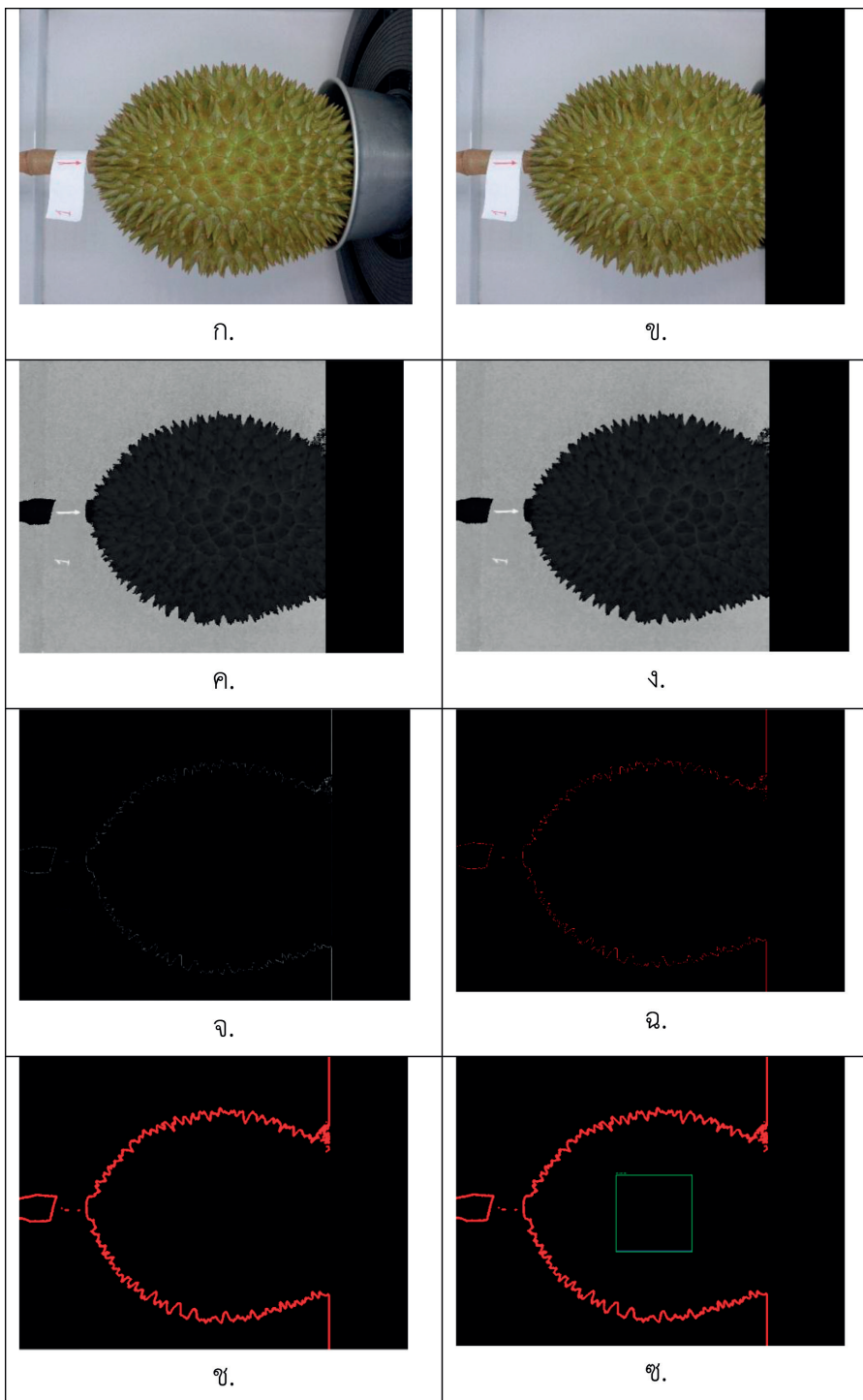
รูปที่ 3 ระบบควบคุมงานหมุนและถ่ายภาพ

**2.1.3 การวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนของระดับสีผิวเลือกทุเรียนรอบด้าน**  
 ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการประมวลผลภาพเพื่อหา

จุดกึ่งกลางทุเรียน จากนั้นเปลี่ยนค่าสี R G B ให้อยู่ในมาตรฐาน CIE  $L^* a^* b^*$  [9] ดังรูปที่ 4 และแสดงผลภาพตัวอย่างการวิเคราะห์ดังรูปที่ 5



**รูปที่ 4** ขั้นตอนการกำหนดตำแหน่งการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของระดับสีผิวเลือกทุเรียน



รูปที่ 5 ตัวอย่างการกำหนดตำแหน่งการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของระดับสีผิวเปลือกทุเรียน

หลังจากได้ตำแหน่งการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของระดับสีผิวเปลือกทุเรียนผู้วิจัยได้นำภาพถ่ายผลทุเรียน 24 ตัวอย่างๆ ละ 36 ภาพ ซึ่งแต่ละภาพจะมีมุมมองการถ่ายภาพต่างกัน 10 องศา นำมาเปลี่ยนค่าสีจากระบบ R G B ให้อยู่ในมาตรฐาน CIE  $L^*$   $a^*$   $b^*$  และหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของระดับสีผิวเปลือกทุเรียนแต่ละตัวอย่างจากสมการที่ 1

$$\overline{\Delta E_i} = \frac{\sum_{j=1}^N \sqrt{(\overline{L_i^*} - L_{ij}^*)^2 + (\overline{a_i^*} - a_{ij}^*)^2 + (\overline{b_i^*} - b_{ij}^*)^2}}{N} \tag{1}$$

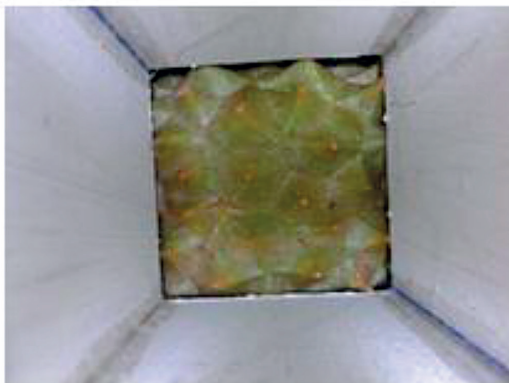
โดยสมการ ได้กำหนดค่าของสมการดังนี้  
 $\overline{\Delta E_i}$  คือค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของระดับสีผิวเปลือกทุเรียนตัวอย่างที่  $i$   
 $\overline{L_i^*}$  คือค่าเฉลี่ยสี  $L_i^*$  ของภาพทุเรียนตัวอย่างที่  $i$   
 $\overline{a_i^*}$  คือค่าเฉลี่ยสี  $a^*$  ของภาพทุเรียนตัวอย่างที่  $i$   
 $\overline{b_i^*}$  คือค่าเฉลี่ยสี  $b^*$  ของภาพทุเรียนตัวอย่างที่  $i$   
 $L_{ij}^*$  คือค่าสี  $L^*$  ของภาพทุเรียนตัวอย่างที่  $i$  องศาที่  $j$   
 $a_{ij}^*$  คือค่าสี  $a^*$  ของภาพทุเรียนตัวอย่างที่  $i$  องศาที่  $j$   
 $b_{ij}^*$  คือ ค่าสี  $b^*$  ของภาพทุเรียนตัวอย่างที่  $i$  องศาที่  $j$   
 $N$  คือจำนวนภาพถ่ายผลทุเรียนตัวอย่างที่  $i$

จากการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนของระดับสีผิวเปลือกทุเรียนสามารถแยกได้เป็นทุเรียนที่มีค่าเฉลี่ย

ค่าความคลาดเคลื่อนของสีมากกว่า 5 มีทั้งหมด 2 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างที่ 4 มีค่าเท่ากับ 6.472 และ ตัวอย่างที่ 11 มีค่าเท่ากับ 6.624 และทุเรียนที่มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของสีน้อยกว่า 5 จำนวน 22 ตัวอย่าง ดังนั้นการเลือกตำแหน่งการถ่ายภาพสีผิวของทุเรียนพันธุ์หลงลับแลสามารถถ่ายภาพที่ตำแหน่งใดก็ได้ในแนวกลางผลทุเรียนโดยไม่จำเป็นต้องถ่ายภาพผิวทุเรียนในตำแหน่งพูเอกเนื่องจากระดับสีผิวทุเรียนมีค่าใกล้เคียงกัน 91.67%

**2.2 อุปกรณ์ช่วยถ่ายภาพผลทุเรียน**

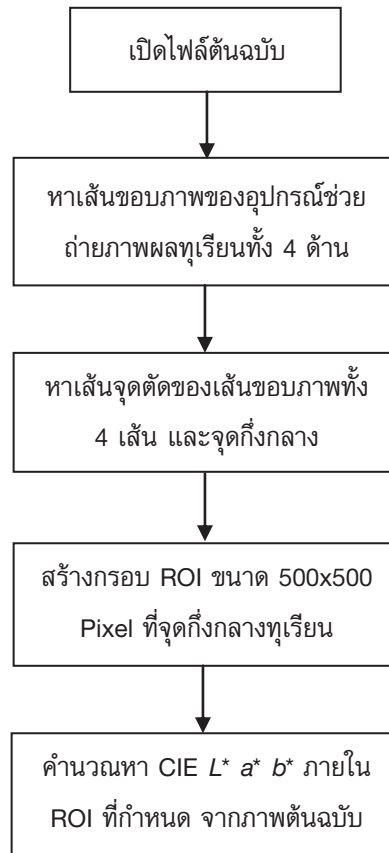
จากผลการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนของระดับสีผิวเปลือกทุเรียนรอบด้าน แสดงให้เห็นว่าระดับสีผิวทุเรียนผลเดียวกันจะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาอุปกรณ์ช่วยถ่ายภาพผลทุเรียนที่มีขนาดเล็ก เพื่อให้สามารถใช้งานได้ง่ายโดยมีลักษณะเป็นกระบอกสี่เหลี่ยมทึบแสงเพื่อป้องกันแสงรบกวนจากภายนอก มีขนาด กว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร ภายในทาสีขาว มีแหล่งกำเนิดแสง [8] มาตรฐาน D65 การใช้งานอุปกรณ์ช่วยถ่ายภาพ ให้นำโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถถ่ายรูปได้ วางไว้ด้านบนของอุปกรณ์ช่วยถ่ายภาพ จากนั้นนำไปวางไว้บนผลทุเรียน ทำการถ่ายภาพด้วยโปรแกรมถ่ายภาพทั่วไปดังรูปที่ 6



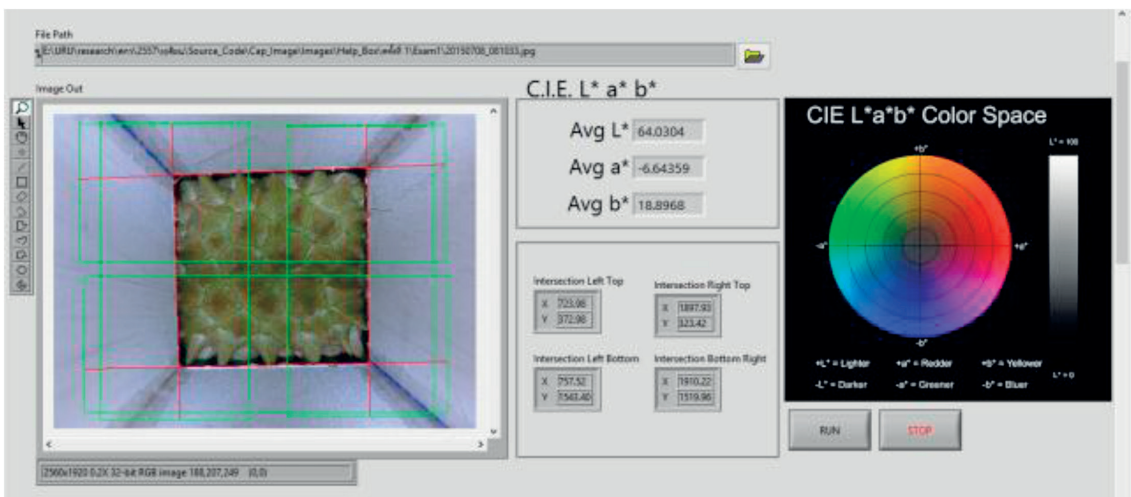
**รูปที่ 6** อุปกรณ์ช่วยถ่ายภาพและภาพที่ถ่ายได้



จากนั้นนำภาพถ่ายมาวิเคราะห์ระดับสีผิวของ อยู่ในมาตรฐาน CIE  $L^* a^* b^*$  [9] ตามขั้นตอนดังรูปที่ 7  
 ทูเรียน ในกรอบที่กำหนด โดยการเปลี่ยนค่าสี R G B ให้ และแสดงผลภาพตัวอย่างการวิเคราะห์ดังรูปที่ 8



รูปที่ 7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ระดับสีผิวเปลือกทุเรียน



รูปที่ 8 โปรแกรมวิเคราะห์ค่าระดับสีผิวเปลือกทุเรียนด้วยอุปกรณ์ช่วยถ่ายภาพผลทุเรียน

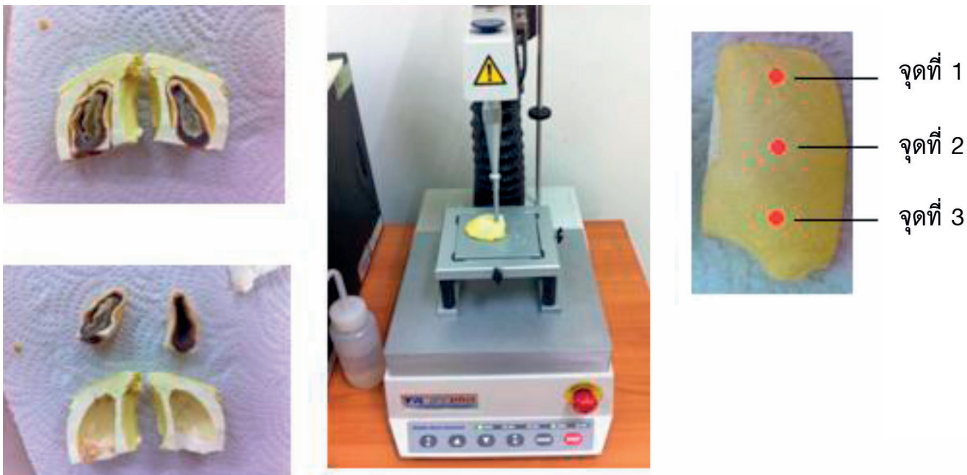
### 2.3 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานสำหรับแบ่งระดับ

#### ความสุกแบบทำลาย

เนื่องจากเกณฑ์มาตรฐานสำหรับแบ่งระดับความสุกของทุเรียนพันธุ์หลงลับแลยังไม่มีข้อกำหนด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ระดับความสุกของทุเรียน โดยการวิเคราะห์ความแน่นเนื้อและเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำตาลของเนื้อทุเรียน เพื่อนำมากำหนดเป็นเกณฑ์สำหรับแบ่งระดับความสุกในงานวิจัยนี้

### 2.3.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความแน่นเนื้อ

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อผลไม้ Texture Analyzer รุ่น TA.XT.plus [10] และใช้หัวกดทรงกระบอก (cylindrical probe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร กดลงไปบนเนื้อทุเรียนที่ได้นำมาเมล็ดออกแล้ว เป็นระยะทาง 10 mm. ด้วยความเร็ว 2 mm/s โดยผู้วิจัยได้เลือกเนื้อทุเรียนที่ได้นำมาเมล็ดออกแล้ว 3 ชิ้นด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย เพื่อทำการวัดความแน่นเนื้อ ชั้นละ 3 จุด คือที่ ตำแหน่งหัว กลาง และท้าย ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 การตรวจสอบความแน่นเนื้อ

### 2.3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำตาลของเนื้อทุเรียน

การวัดเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำตาล ผู้วิจัยได้เลือกใช้เนื้อทุเรียนส่วนพูเองและพูรองเป็นตัวแทนของทุเรียนทั้งผล มาวัดปริมาณน้ำตาล ตามวิธีการของ Lane และ Eynon [11] โดยส่งให้ห้องปฏิบัติการเคมี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

### 2.3.3 การวิเคราะห์จำแนกระดับความสุกของทุเรียนจากค่าความแน่นเนื้อและเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำตาล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำตาลและค่าความแน่นเนื้อทุเรียน โดยปรับข้อมูลให้เป็น Standardized ในช่วง 0 ถึง 1 มาจัดกลุ่มข้อมูลเป็น 3 กลุ่มคือ ดิบ สุกกรอบ สุกนิ่ม ด้วยวิธีการ Hierarchical Cluster Analysis โดยใช้การวัดระยะห่างเชิงยูคลิด

ยกกำลังสอง (Squared Euclidean Distance) และใช้ Within-group Linkage Technique รวมกลุ่มข้อมูล โดยเลือกทุเรียนที่ไม่มีรอยแตกของเปลือกทุเรียน เนื่องจาก

ผลทุเรียนที่มีรอยแตกของเปลือกนั้น ผู้วิจัยจัดทำให้มีระดับความสุกอยู่ในระดับสูงมาก ซึ่งสามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า โดยผลการจัดกลุ่มข้อมูลแสดงดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** การจัดกลุ่มข้อมูลคุณลักษณะของทุเรียนหลงลับแลด้วยวิธีการ Hierarchical Cluster Analysis

ตัวอย่าง	ความแน่นเนื้อเฉลี่ย (N/cm <sup>3</sup> )	ปริมาณ น้ำตาล (%)	กลุ่มข้อมูล
3	61.48	4.05	ดิบ
4	76.99	3.87	ดิบ
1	20.76	4.8	สุกกรอบ
2	1.96	7.43	สุกกรอบ
5	8.41	17.76	สุกกรอบ
7	47.51	14.8	สุกกรอบ
8	14.19	14.79	สุกกรอบ
9	4.1	14.79	สุกกรอบ
10	5.91	16.09	สุกกรอบ
11	3.7	16.12	สุกกรอบ
12	15.95	14.39	สุกกรอบ
15	9.81	13.33	สุกกรอบ
17	3.37	9.66	สุกกรอบ
6	3.4	19.72	สุกนิ่ม
13	2.06	21.33	สุกนิ่ม
14	2.4	20.48	สุกนิ่ม
16	2.46	19.04	สุกนิ่ม
19	1.29	24.29	สุกนิ่ม

\*หมายเหตุ ตัวอย่างทุเรียนที่นำมาวิเคราะห์มี 18 ลูก เนื่องจาก ตัวอย่างที่ 18 20 21 22 23 24 มีรอยแตกของเปลือกทุเรียน จึงไม่นำมาวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยวิธีการ Hierarchical Cluster Analysis เนื่องจากจัดเป็นระดับสูงมาก แต่ยังไม่ไปวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของสีผิวเปลือกทุเรียน

จากตารางที่ 2 สามารถแบ่งระดับความสุกของทุเรียนออกเป็น 3 ระดับ คือ ดิบ สุกกรอบ สุกนิ่ม โดย

แต่ละระดับจะมีค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำตาลของเนื้อทุเรียนแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระดับความสุขของผลทุเรียนจากเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำตาลของเนื้อทุเรียน

เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำตาล	ความสุขของผลทุเรียน
< 4.8	ดิบ
4.8 - 19.04	สุกกรอบ
> 19.04	สุกนิ่ม

### 3. ผลการวิเคราะห์จำแนกระดับความสุขของทุเรียนหลงลับแลโดยการตรวจสอบระดับสีฟิวเปลือกทุเรียน

ผู้วิจัยได้นำเอาการจัดกลุ่มข้อมูลคุณลักษณะของทุเรียนหลงลับแลด้วยวิธีการ Hierarchical Cluster Analysis จากตารางที่ 2 มาเทียบกับระดับสีฟิวทุเรียนหลงลับแลที่ได้จากการใช้อุปกรณ์ช่วยถ่ายภาพผลทุเรียนจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่า  $L^*$  และ  $a^*$  ไม่มีผลกับระดับความสุขของทุเรียน เนื่องจากค่า  $p$ -value มีค่ามากกว่า 0.05 ส่วนค่า  $b^*$  มีผลกับระดับความสุขของทุเรียน เนื่องจากค่า  $p$ -value

มีค่าน้อยกว่า 0.05 ดังตารางที่ 4 และสามารถแยกระดับความสุขของทุเรียนได้ดังนี้ ทุเรียนดิบจะมี ค่า  $b^*$  เฉลี่ยน้อยกว่า 19.5392 ทุเรียนที่สุกกรอบจะมีค่า  $b^*$  อยู่ในช่วง 19.5392 ถึง 23.3306 และทุเรียนที่สุกนิ่มจะมีค่า  $b^*$  มากกว่า 23.3306 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า  $b^*$  จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเมื่อทุเรียนมีระดับความสุขมากขึ้นโดยจะเห็นว่าฟิวทุเรียนมีสีน้ำตาลอมเหลืองมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลลักษณะเฉพาะของทุเรียนพันธุ์หลงลับแล ของสำนักงานจังหวัดอุดรธานี [2] อย่างไรก็ตามค่า  $L^*$  จะต้องอยู่ระหว่าง 64.7472 ถึง 70.3693 และ ค่า  $a^*$  อยู่ระหว่าง -5.0545 ถึง 4.3917 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่าง ระดับความสุข กับ  $L^*$   $a^*$   $b^*$ 

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
$L^*$ ระดับความสุข	Between Groups	(Combined)	6.321	2	3.161	1.826	.168
	Within Groups		126.358	73	1.731		
	Total		132.679	75			
$a^*$ ระดับความสุข	Between Groups	(Combined)	7.628	2	3.814	.974	.382
	Within Groups		285.842	73	3.916		
	Total		293.470	75			
$b^*$ ระดับความสุข	Between Groups	(Combined)	137.737	2	68.869	5.378	.007
	Within Groups		934.808	73	12.806		
	Total		1072.546	75			

**ตารางที่ 5** ระดับความสุกของทุเรียนแยกตามค่าเฉลี่ยระดับสีผิวทุเรียนหลงลับแล

ระดับความสุก		$L^*$	$a^*$	$b^*$
ดิบ	Mean	67.8421	-1.0053	19.5392
	N	10	10	10
	SD.	2.1497	0.6216	5.5757
	Min	64.9808	-1.7243	12.3338
	Max	70.3693	-0.3987	25.9733
สุกกรอบ	Mean	67.1183	-0.0477	20.3755
	N	48	48	48
	SD.	1.0733	2.1171	3.5485
	Min	64.7472	-5.0545	15.2263
	Max	69.8027	4.3917	28.7001
สุกนึ่ง	Mean	66.8629	-0.2657	23.3306
	N	18	18	18
	SD.	1.3423	2.0538	1.9281
	Min	65.1552	-3.42	20.2717
	Max	69.8783	3.01	26.5413
Total	Mean	67.153	-0.2253	20.9654
	N	76	76	76
	SD.	1.3301	1.9781	3.7816

#### 4. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบระดับความสุกทุเรียนพันธุ์หลงลับแลโดยการตรวจสอบระดับสีผิวเปลือกทุเรียนด้วยการประมวลผลภาพเพื่อเสนอวิธีการวัดระดับความสุกทุเรียนพันธุ์หลงลับแลแบบไม่ทำลาย โดยการนำข้อมูลเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำตาลและค่าความแน่นเนื้อทุเรียนมาจัดกลุ่ม โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ดิบ สุกกรอบ สุกนึ่ง เพื่อกำหนดเป็นเกณฑ์ในงานวิจัยนี้ และนำมาเปรียบเทียบกับระดับสีผิวเปลือกทุเรียนที่ได้จากอุปกรณ์ช่วยถ่ายภาพผลทุเรียนซึ่งผู้วิจัยได้เปลี่ยนค่าสีจาก R G B ให้อยู่ในมาตรฐาน CIE  $L^*$   $a^*$   $b^*$  จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สรุปได้ว่า ค่า  $L^*$  และ  $a^*$  ไม่มีผลกับระดับความสุกของทุเรียน ส่วนค่า  $b^*$  มีผล

กับระดับความสุกของทุเรียน โดยค่า  $b^*$  จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความสุกของทุเรียนสุกมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ค่า  $L^*$  ควรอยู่ระหว่าง 64.7472 ถึง 70.3693 และ ค่า  $a^*$  ควรอยู่ระหว่าง -5.0545 ถึง 4.3917 ดังนั้นการทดสอบระดับความสุกทุเรียนพันธุ์หลงลับแลโดยการตรวจสอบระดับสีผิวเปลือกทุเรียนด้วยการประมวลผลภาพ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการวัดระดับความสุกทุเรียนพันธุ์หลงลับแลได้เป็นอย่างดี

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) และ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ที่สนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณหลักสูตรสาขาวิชา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารที่อนุญาตให้เข้าใช้  
ห้องปฏิบัติการ

## 6. เอกสารอ้างอิง

1. Office of Agricultural Economics Ministry of Agriculture and Cooperatives Bangkok, 2015, Agricultural statistics of Thailand 2015, pp. 72-74.
2. Office of Uttaradit, Amazing Durian of Uttaradit Province [Online], Available : [http://www.uttaradit.go.th/doc/turean\\_\\_utt.pdf](http://www.uttaradit.go.th/doc/turean__utt.pdf).
3. Timkham, P. and Terdwongworakul, A., 2013, "Non-destructive Maturity Classification of "Montong" Durian by Spectroscopy" *The 14<sup>th</sup> TSAE National Conference and the 6<sup>th</sup> TSAE International Conference (TSAE 2013)*, pp. 666-671.
4. Terdwongworakul, A. and Neamsorn, N., 2006, "Non-destructive Maturity Measurement of "Montong" Durian Using Stem Strength and Resonant Frequency," *KKU Engineering Journal*, 33 (5), pp. 555-563.
5. Wanitchang, P., Terdwongworakul, A., Wanitchang, J. and Nakawajana, N., 2011, "Non-destructive Maturity Classification of Mango based on Physical, Mechanical and Optical Properties," *Journal of Food Engineering*, pp. 477-484.
6. Tubsrinual, E., Limsakul, C., Kiatweerasakul, M. and Sdoodee, S., 2007, "Gas Measuring Form Durian Fruits After Harvest," *Prince of Songkla University Engineering Conference (PEC-5)*, 10-11 May 2007, pp. 247-251.
7. International Standard, 2004, Graphic Technology-Process Control for the Production of Half-tone Colour Separations, Proof and Production Prints, p. 14.
8. Klypetch, P., 2013, A Method to Measure the Color of the Printed Banknotes using Digital Image Processing to Optimize Print Quality, Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University.
9. Kaewtrakulpong, P., 2016, Applications of Machine Vision Algorithms using NI Vision, Chulalongkorn University Press, pp. 569-577.
10. Charpa Techcenter Co., Ltd., Texture Analyzer TA.XT.plus manual.
11. National Food Safety Standard, 2010, Determination of Lactose and Sucrose in Foods for Infants and Young Children, Milk and Milk Products, Ministry of Health of the People's Republic of China.