

การวัดความสึกแก่ของทุเรียนพันธุ์หลงลับแลโดยการวัดความหวานของยางจากขั้วทุเรียน

พงศ์เทพ จันทร์สันเทียะ^{1,*}, วีรศักดิ์ จอมกิตติชัย¹, จิราพร เกตุวารารณ¹,
เชาวฤทธิ์ วันเสาร์², ศุภวารรณ คำมอญ³, จารุวรรณ รอดเพ็ง³, วชิรี แก้วจีน³
และ น้ำฝน ไหมเกิด³

¹สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จ.อุตรดิตถ์ 53000

²สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จ.อุตรดิตถ์ 53000

³สาขาวิชาเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จ.อุตรดิตถ์ 53000

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความหวานของยางจากขั้วทุเรียนกับระดับการสุกของทุเรียน ทุเรียนที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้คือทุเรียนพันธุ์หลงลับแลของจังหวัดอุตรดิตถ์ งานวิจัยนี้แบ่งระดับการสุกของทุเรียนออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ อ่อน แก่น้อย แก่มาก สุกน้อย และสุกมาก การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความหวานของยางจากขั้วทุเรียน กับปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความหวานที่เนื้อ และความแน่นเนื้อ ผลการวิจัยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความหวานของยางจากขั้วทุเรียนและความแน่นเนื้อมีความสัมพันธ์กันมากที่สุด ค่าความเป็นเส้นตรงเชิงเส้นคือ 0.8181 และ 0.8736 สำหรับความแน่นเนื้อพูนและความแน่นเนื้อพูล่างตามลำดับ ซึ่งจากผลการวิจัยนี้สามารถนำไปสร้างตัวบ่งชี้ที่มีประสิทธิภาพในการวัดค่าความหวานในยางจากขั้วทุเรียน เพื่อบอกระดับการสุกของทุเรียนก่อนการเก็บเกี่ยวได้

*ผู้เขียนหลัก: pongthep.jan@uru.ac.th

คำสำคัญ: ความสัมพันธ์, ทุเรียน, ยางจากขั้วทุเรียน, ระดับการสุก

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

Durian ripeness Measurement of Long-Lablae Cultivars by Measuring the Sweetness of Rubber from Durian Stalk

Pongthep Jansanthea^{1,*}, Weerasak Chomkittichai¹, Jiraporn ketwaraporn¹,
Chaowarit Wansao², Supawan Kummon³, Jaruwan Rodpeng³, Watcharee kaewjeen³
and Namphon Mokoed³

¹Program in Chemistry, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University,
Uttaradit, Thailand 53000

²Program in Physics, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University,
Uttaradit, Thailand 53000

³Program in Chemistry, Faculty of Education, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit, Thailand
53000

Abstract

The objective of this research was to study the relationship between the sweetness of rubber from durian stalk and the ripening level of durian. The durian used in this study were Long-Lablae cultivars (*Durio zibethinus* Murr. Cv. Long-Lablae) from Uttaradit province. This research divides the ripening levels of durian into 5 levels, which are immature, lower mature, mature, ripe and overripe. Linear regression analysis between the sweetness of rubber from durian stalk and other factors such as sweetness of durian and firmness were studied. The results showed that the relationship between durian rubber and firmness was highest. The linear regression value is 0.8181 and 0.8736 for the upper locule and lower locule, respectively. The results of this research can be used to create an effective indicator of sweetness in durian stem rubber. To determine the ripening level of the durian before harvesting.

*Corresponding Author: pongthep.jan@uru.ac.th

Keywords: Relationship, Durian, Rubber from Durian Stalk, Ripening Level

1. บทนำ

จังหวัดอุตรดิตถ์เป็นจังหวัดที่มีการปลูกผลไม้จำนวนมาก โดยเฉพาะทุเรียนพันธุ์หลงลับแล เป็นพันธุ์ที่มีชื่อเสียงและมีราคาแพง มีการส่งขายออกไปทั่วประเทศรวมทั้งต่างประเทศ ทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีการสุก (Climacteric Fruit) เมื่อผลเริ่มสุกอัตรการหายใจและการผลิตเอทิลีน (C_2H_4) เพิ่มมากขึ้น จนถึงจุดสูงสุดแล้วกลับลดลง รวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีที่เปลี่ยนไป มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Total Soluble Solid) และปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น ทำให้รสชาติของเนื้อทุเรียนหวานขึ้น เนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มลง มีกลิ่นเฉพาะตัวเกิดขึ้น โดยเกิดจากสารระเหยที่ประกอบด้วยสารประกอบซัลเฟอร์และเอสเทอร์เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังมีสารในกลุ่มแอลกอฮอล์ แอลดีไฮด์ และคีโตน ทุเรียนจะเก็บเกี่ยวในระยะเวลาที่แก่จัดแต่ยังไม่สุก หลังจากเก็บเกี่ยวมาแล้วอาจนำไปใช้ประโยชน์ทันที หรือนำไปบ่มให้สุก กระบวนการสุก (Ripening) ของทุเรียนจะเกิดขึ้นรวดเร็วมาก ผลจะเปลี่ยนสภาพจากผลดิบกลายเป็นผลสุกภายในเวลาไม่กี่วัน ทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น และไม่สามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส โดยในช่วงที่ผลสุกนี้จะมีการหายใจสูงมากเกิดขึ้นภายในผล และยังพบว่าถ้าตัดผลในช่วงนี้ น้ำยางที่ก้านจะมีปริมาณมากและมีรสหวาน^[1-2]

การวัดความสุกแก่ของทุเรียนมีหลากหลายวิธี วิธีการที่ง่ายโยทั่วไป เช่น วัดน้ำหนักแห้ง^[3] การตรวจสอบระดับสีผิวเปลือกทุเรียน^[4] การวัดปริมาณก๊าซจากผลทุเรียน^[5] การประมวลผลสัญญาณเสียงเคาะ^[6] การนับวัน^[7] เป็นต้น วิธีการดังกล่าวมีทั้งที่ทำลายผลและไม่ทำลายผล จากงานวิจัยที่ผ่านมา มีการศึกษาสมบัติทางเคมีของทุเรียนสุก เช่น ปริมาณเอทิลีน อัตรการหายใจ ปริมาณของแข็ง ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณเพกติก เอนไซม์ต่าง ๆ การลดลงของแป้ง และความแน่นเนื้อ แต่ยังไม่มีการวิจัยใดที่ทำในส่วนอื่น ๆ ของทุเรียน^[8]

จากข้อสังเกตที่ว่ายางข้าวทุเรียนแก่จัดหรือสุกจะมีรสหวาน ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะเป็นการตรวจสอบความหวานของยางที่ข้าวทุเรียนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความหวานของยางกับระดับการสุกของทุเรียน ซึ่งระดับการสุกของทุเรียนจะทดสอบโดยการนำเนื้อทุเรียนมาทดสอบความหวานและความแน่นเนื้อ งานวิจัยนี้เลือกทดลองกับทุเรียนพันธุ์หลงลับแลซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีชื่อเสียงของจังหวัดอุตรดิตถ์

2. วิธีการดำเนินการ

1. การสุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่างทุเรียนพันธุ์หลงลับแลจากสวนที่ทำการคัดเลือกไว้ใน ต.แม่พูล อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์ งานวิจัยนี้เลือกใช้การทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ เนื่องจากเป็นแผนการทดลองที่ใช้กับหน่วยทดลองที่มีลักษณะแตกต่างกัน (งานวิจัยนี้จะเลือกมาเพียงบล็อกเดียว) โดยจัดกลุ่มแปลงทดลองให้แปลงทดลองที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินใกล้เคียงกัน อยู่ในบล็อกเดียวกัน นั่นคือหน่วย

ทดลองที่อยู่ภายในบล็อกเดียวกันมีลักษณะคล้ายคลึงกัน และหน่วยทดลองที่อยู่ต่างบล็อกมีลักษณะแตกต่างกัน บล็อกเป็นบล็อกสมบูรณ์ คือ ภายในแต่ละบล็อก จะมีครบทุกทรีทเมนต์

2. การวัดค่าความหวาน

การวัดค่าความหวานที่ซู้ว์ และเนื้อทุเรียนพูบนและพูล่าง โดยการเฉือนส่วนที่ต้องการจะวัดเป็นสามเหลี่ยมมีกประมาณ 0.5 เซนติเมตร แล้วนำมาวัดค่าความหวานโดยใช้เครื่องวัดความหวานแบบพกพา (Refractometer, Atago 3730, Japan) โดยตำแหน่งที่ทำการเฉือนเพื่อทดสอบเป็นดังต่อไปนี้

ซู้ว์ คือระยะเหนือซู้ว์ผลขึ้นมา 1 เซนติเมตร

เนื้อทุเรียนพูบน คือ ระยะกึ่งกลางของเนื้อพูบน

เนื้อทุเรียนพูล่าง คือ ระยะกึ่งกลางของเนื้อพูล่าง

3. วัดค่าความแน่นเนื้อของทุเรียน

วัดที่ระยะกึ่งกลางของเนื้อพูบนและพูล่าง ด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อแบบพกพา (Fruit Penetrometer, Sundoo SN-10, China)

4. วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear Regression) ระหว่าง

4.1 ความหวานของยางจากซู้ว์ทุเรียน กับความหวานที่เนื้อทุเรียน

4.2 ความหวานของยางจากซู้ว์ทุเรียน กับความแน่นเนื้อทุเรียน

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การตรวจสอบความหวานของยางที่ซู้ว์ทุเรียนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความหวานของยางกับการสุกของทุเรียน ซึ่งระดับการสุกของทุเรียนจะทดสอบโดยการนำเนื้อทุเรียนมาทดสอบความหวานและความแน่นเนื้อ ตัวอย่างที่นำมาวัดค่าความหวานเพื่อหาความสัมพันธ์ความหวานของยางกับการสุกของทุเรียน โดยเลือกทุเรียนที่มีระดับการสุกแตกต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ อ่อน แก่น้อย แก่มาก สุกน้อย และ สุกมาก

1. การวัดค่าความหวานและความแน่นเนื้อทุเรียน

การวัดค่าความหวานทำโดยการเฉือนซู้ว์ลิกลงไประดับ 0.5 เซนติเมตร แสดงดังภาพที่ 1(ก) ลักษณะรอยบากที่ซู้ว์และที่เนื้อทุเรียนแสดงดังภาพที่ 1(ข) และ 1(ค) ตามลำดับ แล้วนำส่วนที่เฉือนมาวัดค่าความหวานด้วยเครื่องวัดความหวานแบบพกพา (ภาพที่ 2(ก) และ (ข)) ส่วนการวัดค่าความแน่นเนื้อทำโดยการแกะเนื้อทุเรียนออกมาวัดค่าโดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อแบบมีแท่นกด (ภาพที่ 2(ค)) ผลแสดงดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 ค่าความหวานที่ซู้ว์ทุเรียนระดับ อ่อนไปจนถึงสุกมากอยู่ในช่วง 9.5 - 18.9 บริกซ์ โดยค่าความหวานที่เนื้อพูบนอยู่ในช่วง 13.9-30.4 และเนื้อพูล่างอยู่ในช่วง 21.1- 31.7 จากข้อมูลนี้จะเห็นว่าความหวานที่เนื้อจะแปรผันตรงกับระดับการสุกของทุเรียน และระดับความหวานที่เนื้อมากกว่า

ความหวานของยางจากข้าวทุเรียน การวัดค่าความหวานในหน่วยของศาบริกซ์ ($^{\circ}$ Brix) ซึ่งเทียบเท่ากับเปอร์เซ็นต์ (%) เป็นการวัดของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids) หรือส่วนประกอบของแข็งที่ละลายได้ (Soluble Solids Content) ซึ่งทั้ง 2 ค่านี้เป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญในห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการบ่งบอกถึงความหวานของผลิตภัณฑ์อาหาร พืชผักสด และพืชผักแปรรูป เพื่อกำหนดมาตรฐานการตลาด^[9] สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลและองศาบริกซ์ในทุเรียน^[10]

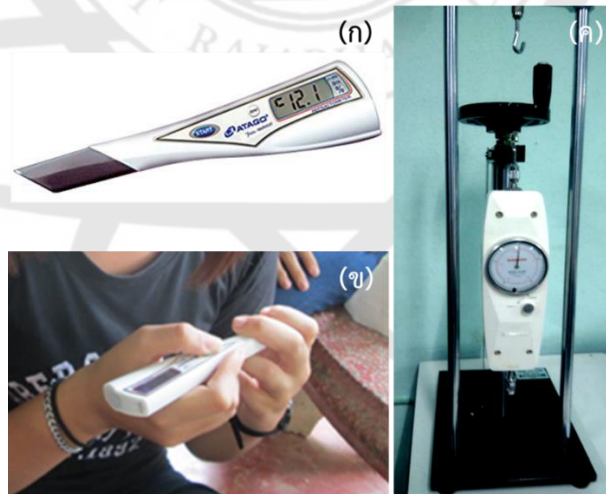
ส่วนค่าความแน่นเนื้อพุดอยู่ในช่วง 3.5-1.8 กิโลกรัมต่อฟุต และเนื้อพุดล่างอยู่ในช่วง 3.3-1.2 จากข้อมูลนี้จะเห็นว่าความแน่นเนื้อจะแปรผกผันกับระดับการสุกของทุเรียน กล่าวคือยิ่งสุกเนื้อยิ่งนิ่ม และเนื้อพุดล่างมีแนวโน้มนิ่มกว่าเนื้อพุดบน

ตารางที่ 1 ค่าความหวานและความแน่นเนื้อทุเรียน

ระดับ	ความหวาน ($^{\circ}$ Brix)			ความแน่นเนื้อ (kg/f)	
	ข้าว	เนื้อพุดบน	เนื้อพุดล่าง	เนื้อพุดบน	เนื้อพุดล่าง
อ่อน	9.5	13.9	21.1	3.5	3.3
แก่น้อย	12.5	33.2	36.5	2.3	2.1
แก่มาก	15.2	31.2	27.3	2.3	2.1
สุกน้อย	17.3	28.2	31.2	1.4	1.8
สุกมาก	18.9	30.4	31.7	1.8	1.2



ภาพที่ 1 การวัดค่าความหวาน (ก) วิธีการเฉือนที่ชี้ (ข) รอยเฉือนที่ชี้ และ (ค) รอยเฉือนที่เนื้อ



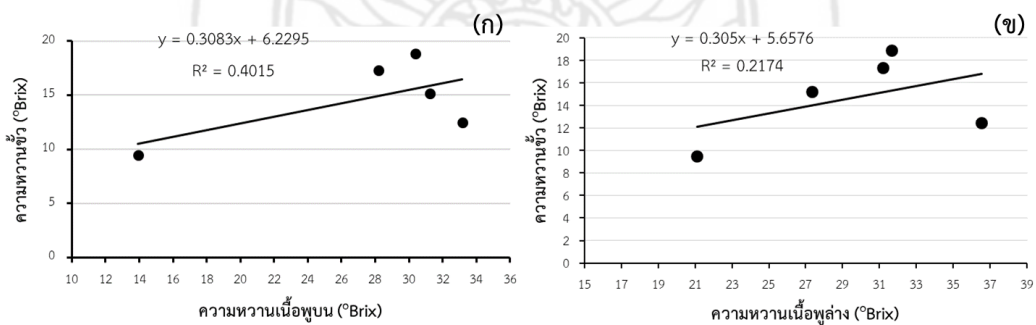
ภาพที่ 2 เครื่องวัดค่าความหวาน (ก) เครื่องวัดความหวานแบบปากกา (ข) การใช้เครื่องวัดค่าความหวาน และ (ค) เครื่องวัดความแน่นเนื้อ

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

จากผลการวัดค่าความหวาน และความแน่นเนื้อ สามารถนำค่าที่ได้ไปพลอตกราฟเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear Regression) ระหว่าง

2.1 ความหวานของยางจากข้าวทุเรียน กับความหวานที่เนื้อ

การพลอตกราฟระหว่างความหวานของยางจากข้าวทุเรียน กับความหวานที่เนื้อ แล้วหาความสัมพันธ์จากค่าความเป็นเส้นตรง (R^2) พบว่าค่าความเป็นเส้นตรงจากการพลอตกราฟระหว่างความหวานของยางจากข้าวทุเรียน กับความหวานที่เนื้อพูนน เท่ากับ 0.4015 และ เนื้อพูล่าง เท่ากับ 0.2174 ผลแสดงดังภาพที่ 3



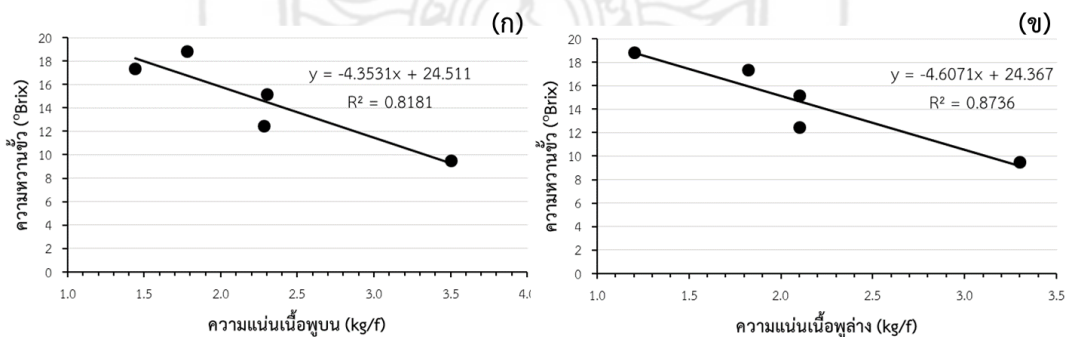
ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความหวานของยางจากข้าวทุเรียนและความหวานเนื้อ (ก) เนื้อพูนน และ (ข) เนื้อพูล่าง

จากกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความหวานของยางข้าวทุเรียนและความหวานเนื้อทุเรียน เส้นกราฟมีค่าความชันเป็นบวก ค่าความเป็นเส้นตรงมีค่าน้อย แสดงถึงความสัมพันธ์กันน้อย แต่จากงานวิจัยของ จารุวรรณ และคณะ (2560)^[11] ทำการตรวจสอบความสุกแก่ทุเรียน โดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Near Infrared Spectroscopy, NIRS) พบว่าความหวานเนื้อกับปริมาณความหวานที่ขั้วผลมีความสัมพันธ์สูงเพราะการสุกแก่ผลทุเรียนจะเป็นการส่งซูโครสจากต้นแม่สู่ผล อาจกล่าวได้ว่าการวัดค่าความหวานในตัวอย่างโดยใช้เครื่องวัดความหวานแบบปากกา เป็นการวัดโดยอาศัยการหักเหแสงของสารตัวอย่างเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น โดยเทียบกับการหักเหแสงของสารละลายซูโครส ค่าที่ได้เป็นระดับดัชนีการหักเหแสง (Refractive Index Scale) ซึ่งสามารถอ่านค่าได้เป็นองศาบริกซ์โดยตรง การวัดค่าความหวานในตัวอย่างเป็นการวัดของแข็งที่สามารถละลายได้ในตัวอย่างนั้น ๆ ซึ่งของแข็งที่สามารถละลายได้ส่วนใหญ่ในยางข้าวทุเรียนเป็นน้ำตาลประมาณร้อยละ 90-

95 นอกจากนั้นจะเป็นกรดและสารประกอบอื่น ๆ ที่สามารถละลายได้^[12] ส่วนในเนื้อทุเรียนจะมีส่วนของแข็งที่เป็นแป้งรวมอยู่ด้วย จึงทำให้ความสัมพันธ์เชิงเส้นคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงเมื่อใช้เทคนิคนี้

2.2 ความหวานของยางจากข้าวทุเรียน กับความแน่นเนื้อ

การพลอตกราฟระหว่างความหวานของยางจากข้าวทุเรียน กับความแน่นเนื้อ แล้วหาความสัมพันธ์จากค่าความเป็นเส้นตรง (R^2) พบว่าค่าความเป็นเส้นตรงระหว่างความหวานของยางจากข้าวทุเรียน กับความแน่นเนื้อพูน เท่ากับ 0.8181 และเนื้อพูล่าง เท่ากับ 0.8736 ผลแสดงดังภาพที่ 4 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของความหวานของยางจากข้าวทุเรียนกับระดับการสุกของทุเรียน เมื่อทุเรียนสุกมากขึ้นความแน่นเนื้อจะลดลง (เนื้อนุ่มขึ้น)



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความหวานของยางจากข้าวทุเรียนและความแน่นเนื้อ (ก) เนื้อพูน และ (ข) เนื้อพูล่าง

4. อภิปรายผล

งานวิจัยนี้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหวานของยางจากข้าวทุเรียนและระดับการสุกของทุเรียนพันธุ์หลงลับแลของจังหวัดอุดรดิตต์ โดยศึกษาจากปัจจัยที่เป็นตัวบ่งชี้ระดับการสุกของทุเรียนคือความหวานเนื้อทุเรียนและความแน่นเนื้อ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความหวานของยางที่ข้าวทุเรียนกับความแน่นเนื้อพูล่างมีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 0.8736 โดยความแน่นเนื้อจะแปรผกผันกับระดับการสุกของทุเรียน กล่าวคือยิ่งแก่เนื้อยิ่งนิ่ม และเนื้อพูล่างมีแนวโน้มนิ่มกว่าเนื้อพูน โดยระดับความหวานที่ข้าวต่ำกว่า 9.5 บริกซ์ ถือว่าเป็นทุเรียนอ่อน ระดับ 9.5-12.5 บริกซ์ เป็นทุเรียนแก่น้อย 12.5-15.2 เป็นทุเรียนแก่มาก ระดับ 15.2-17.3 บริกซ์ เป็นทุเรียนสุกน้อย และระดับความหวานที่ข้าวมากกว่า 18.9 บริกซ์ ถือว่าเป็นทุเรียนสุกมาก โดยผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการสร้าง

ตัวป่งซี่ที่มีประสิทธิภาพในการวัดความหวานในยางจากขั้วทุเรียน เพื่อบอกระดับการสุกของทุเรียนก่อนการเก็บเกี่ยวได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (The Thailand Research Fund) ปีงบประมาณ 2560 และขอขอบคุณหลักสูตรเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

นิยามศัพท์เฉพาะ

ทุเรียน	ทุเรียนพันธุ์หลงลับแลจากสวนทุเรียนในตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์
ทุเรียนอ่อน	ทุเรียนดิบที่ตัดลงจากต้นแล้วจะไม่สุกเมื่อทิ้งไว้
ทุเรียนแก่น้อย	ทุเรียนดิบที่ตัดลงจากต้นแล้วจะสุกเมื่อทิ้งไว้มากกว่า 1 สัปดาห์
ทุเรียนแก่มาก	ทุเรียนดิบที่ตัดลงจากต้นแล้วจะสุกเมื่อทิ้งไว้วันน้อยกว่า 1 สัปดาห์
ทุเรียนสุกน้อย	ทุเรียนที่ตัดลงจากต้นแล้วมีเนื้อค่อนข้างนิ่ม สีเหลืองอ่อน สามารถรับประทานได้ทันที (กรอบนอกนุ่มใน)
ทุเรียนสุกมาก	ทุเรียนที่ตัดลงจากต้นแล้วมีเนื้อนิ่ม สีเหลืองแก่ สามารถรับประทานได้ทันที

เอกสารอ้างอิง

- [1] กฤษณา หงส์คู่ และคณะ. 2555. การเร่งการสุกของทุเรียนหมอนทองต่อคุณลักษณะทางเคมี ภายนอกและสารหอมระเหย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 43(2)(พิเศษ): 417–420.
- [2] A. Wisutiamonkul, S. Promdang, S. Ketsa and W.G. Doorn. 2015. Carotenoids in durian fruit pulp during growth and postharvest ripening. Food Chemistry, 180: 301–305.
- [3] กลวัชร ทิมินกุล และคณะ. 2551. ศึกษาวิจัยการตัดแยกทุเรียนตามความสุกแก่โดยใช้น้ำหนักแห้งของผลทุเรียน. รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2551 วิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว กรมวิชาการ เกษตร: 96–111.
- [4] อภิศักดิ์ พรหมฉาย และ พิทักษ์ คล้ายชม. 2560. การจำแนกระดับความสุกทุเรียนพันธุ์หลงลับแล โดยการตรวจสอบระดับสีผิวเปลือกทุเรียนด้วยกระบวนการประมวลผลภาพ. วารสารวิจัยและ พัฒนา มจร., 40(2): 189–202.

- [5] เอกสิทธิ์ ทัฬหศรีนวล และคณะ. 2550. การวัดปริมาณกาซจากผลทุเรียนหลังการเก็บเกี่ยว. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 5, 10-11 พฤษภาคม 2550.
- [6] ชีรพล ผลิตวานนท์ และคณะ. 2551. เครื่องวัดความสุขของผลไม้แบบไม่ทำลายโดยใช้การประมวลผลสัญญาณเสียงเคาะ. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [7] P. Timkhum, and A. Terdwongworakul. 2012. Non-destructive classification of durian maturity of ‘Monthong’ cultivar by means of visible spectroscopy of the spine. *Journal of Food Engineering*, 112: 263–267.
- [8] P. Arancibia-Avila, F. Toledo, Y.-S. Park, S.-T. Jung, S.-G. Kang and B.G. Heo. 2008. Antioxidant properties of durian fruit as influenced by ripening. *LWT – Food Science and Technology*, 41: 2118–2125.
- [9] L.S. Magwaza and U.L. Opara. 2015. Analytical methods for determination of sugars and sweetness of horticultural products—A review. *Scientia Horticulturae*, 184: 179–192.
- [10] M. Migliorini, C. Cherubini, M. Mugelli, G. Gianni, S. Trapani and B. Zanoni. 2011. Relationship between the oil and sugar content in olive oil fruits from Moraiolo and Leccino cultivars during ripening. *Scientia Horticulturae*, 129: 919–921.
- [11] จารุวรรณ บางแวก และคณะ. 2560. การตรวจสอบความสุกแก่ทุเรียน โดยใช้เทคนิค NIR Spectroscopy. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา.
http://www.doa.go.th/pprdo/index.php?option=com_content&view=article&id=73:--nir-spectroscopy&catid=4:2012-01-23-08-30-06&Itemid=11
- [12] ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี. 2560. เทคโนโลยีการผลิตทุเรียนให้มีคุณภาพ. เอกสารวิชาการ ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.