Agric. Sci. Innov. J. 55 : 2 (Suppl.) : 178 – 181 (2024) ว. วิทย. นวัต. กษ. 55 : 2 (พิเศษ) : 178 - 181 (2567)

เครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนแบบพกพา
Portable Maturity Meter of Durians

ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร[1] และ ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์[1]
Preedawan Chaisrichonlathan[1] and Chusak Chavapradit[1]

Abstract

Durians are one of the most important agricultural products for the exporting market of Thailand. Internal characteristics of Monthong variety immature durian are white pulp, brownish cream seed skin and dry weight less than 32 %. Dry weight or dry matter is utilized as objectively maturity index of durian in the national standard for the benefit of quality improvement, trade facilitation and consumer protection. Standard dry weight determination method is destructive and requires at least 5 hours of operation. Study and test on relationship between electrical properties and dry weight of durian fruits, design, construct, test and development of portable maturity meter were performed on capacity value of fruits. Portable maturity meter of Monthong durian by dry weight was non-destructive test, relationship analysis and different value between prototype device and standard determination method were achieved. 600 Monthong durian samples were harvested from same orchard located in Chanthaburi, eastern provinces of Thailand. Repeatability and accuracy are reassured at ± 1.5% of error. Determination of dry weight was between 27 to 40% equity with under-mature to ripe of durian fruit.

Keywords: durian, electrical properties, dry weight, maturity

บทคัดย่อ

ทุเรียนเป็นสินค้าเกษตรที่ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกที่สำคัญของโลก ทุเรียนอ่อนพันธุ์หมอนทองมีเนื้อสีขาว ผิวเมล็ดมีสีน้ำตาลครีม และมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งน้อยกว่า 32% น้ำหนักแห้งหรือมวลแห้งเป็นดัชนีมาตรฐานชี้วัดความสุกแก่ของทุเรียนเพื่อใช้ประโยชน์ทางการค้า การพัฒนาคุณภาพสินค้า และการประกันความพอใจของผู้บริโภค วิธีการหาน้ำหนักแห้งแบบมาตรฐานที่ใช้อยู่เป็นการทดสอบแบบทำลายและใช้เวลาในการทดสอบไม่ต่ำกว่า 5 ชั่วโมง การศึกษาทดสอบความสัมพันธ์คุณสมบัติทางไฟฟ้ากับน้ำหนักแห้งของทุเรียน ออกแบบ สร้าง ทดสอบและพัฒนาเครื่องแยกคัดความสุกแก่ทุเรียนด้วยน้ำหนักแห้งโดยใช้คุณสมบัติประจุไฟฟ้า เครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนแบบพกพาเป็นเครื่องวัดแบบไม่ทำลาย และได้ดำเนินการทดสอบวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของผลการตรวจวัดน้ำหนักแห้งของทุเรียนโดยต้นแบบเครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนพกพากับวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการโดยใช้ตู้อบลมร้อน โดยใช้ตัวอย่างทุเรียนหมอนทอง จากสวนเกษตรกรจังหวัดจันทบุรี จำนวน 600 ผล วิเคราะห์ค่าความแม่นยำ ความสามารถในการวัดซ้ำ และ ช่วงการวัดที่เหมาะสมของต้นแบบ และวิธีการมาตรฐานที่ใช้ในการหาความชื้น พบว่ามีความสามารถในการวัดซ้ำสูง สามารถวัดน้ำหนักแห้งของทุเรียนในช่วง 27-40% ซึ่งครอบคลุมความสุกแก่ทุเรียนอ่อนจนถึงแก่จัด ที่ค่าความผิดพลาดไม่เกิน ± 1.5%

คำสำคัญ: ทุเรียน คุณสมบัติทางไฟฟ้า น้ำหนักแห้ง ความสุกแก่

คำนำ

ทุเรียนเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยพืชหนึ่ง ในปี พ.ศ. 2566 ประเทศไทยมีพื้นที่ให้ผลผลิต 1.55 ล้านไร่ มีผลผลิต 1.48 ล้านตัน มีการส่งออกรวม 1.09 ล้านตัน มีมูลค่า 1.64 แสนล้านบาท โดยส่งออกในรูป ผลสด แช่แข็ง อบแห้ง และผลผลิตแปรรูปอื่นๆ เป็นต้น ประเทศไทยส่งออกทุเรียนกว่าร้อยละ 73.65 ที่เหลือบริโภคภายในประเทศ ซึ่งมีปริมาณการบริโภคภายในประเทศถึง 0.39 ล้านตัน หากคิดราคาจำหน่ายกิโลกรัมละ 180 บาท มูลค่าของทุเรียนบริโภคภายในประเทศมีมูลค่า 7.02 หมื่นล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2567)

[1]สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร 10900
[1]Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture, Bangkok 10900 Thailand

ปัญหาทุเรียนอ่อนซึ่งเป็นทุเรียนด้อยคุณภาพปะปนเข้ามาในตลาดภายในประเทศและตลาดส่งออกต่างประเทศยังคงเป็นปัญหาสำคัญในการคัดแยกคุณภาพทุเรียน ซึ่งเกิดจากหลายปัจจัย อาทิเช่น เจ้าของสวนรุ่นใหม่บางรายขาดความชำนาญในการแยกระดับความสุกแก่ของทุเรียน การตัดขายทุเรียนต้นฤดูได้ราคาจำหน่ายสูง การจ้างคนตัดแบบเหมาสวน ฯลฯ รวมทั้งสภาวะอากาศที่เปลี่ยนแปลงทำให้ลักษณะภายนอกของทุเรียนเหมือนทุเรียนที่แก่ได้ที่แล้วแต่เนื้อภายในของทุเรียนพัฒนาระดับความแก่ไม่ทันกับลักษณะภายนอก ทำให้การพิจารณาทุเรียนด้วยลักษณะภายนอก เช่น สีผล สีร่องทุเรียน เคาะฟังเสียง ของผู้มีความชำนาญมีความแม่นยำลดลง เกิดปัญหาเป็นห่วงโซ่ทั้งระบบ

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ได้ดำเนินวิจัยเครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนด้วยน้ำหนักแห้งระดับผู้ประกอบการส่งออก โดยอาศัยความสัมพันธ์ของความจุไฟฟ้ากับน้ำหนักแห้งของทุเรียน (ชูศักดิ์และปรีดาวรรณ, 2553) สามารถวัดความสุกแก่ทุเรียนตั้งแต่อ่อน (น้ำหนักแห้ง 27 เปอร์เซ็นต์) ถึงแก่จัด (น้ำหนักแห้ง 40 เปอร์เซ็นต์) สามารถทำงานต่อเนื่องได้ 8 ชั่วโมง ราคาเครื่องละ 27,000 บาท แต่เครื่องมีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถวัดทุเรียนขนาดผลต่ำกว่า 2.5 กิโลกรัมได้ ภายในตัวเครื่องวัดมีแบตเตอรี่แห้งที่ต้องบำรุงรักษาโดยต้องทำการชาร์ตไฟทุกเดือน และโปรแกรมประมวลผลใช้สำหรับทุเรียนภาคใต้เมื่อนำมาใช้กับทุเรียนในภาคตะวันออกซึ่งมีความจุไฟฟ้าของทุเรียนในภาคตะวันออกสูงกว่าทุเรียนในภาคใต้ที่ระดับความสุกเดียวกัน ทำให้ผลการวัดคลาดเคลื่อนเล็กน้อย จากการเผยแพร่ผลงานจนถึงปัจจุบัน พบว่า เครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนนี้เป็นความต้องการของเกษตรกรจำนวนมากทั้งโดยตรงถึงนักวิจัยและบริษัทผู้ผลิต เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของเครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนด้วยน้ำหนักแห้งระดับผู้ประกอบการส่งออก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนแบบพกพาเพื่อเหมาะสมสำหรับการใช้งานของเกษตรกร และผู้ค้าขายทุเรียนปลีก

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างทุเรียนพันธุ์หมอนทองผลสดที่มีความแตกต่างกันของค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อแห้ง จำนวนรวม 600 ผล โดยนำผลทุเรียนในแต่ละระยะหลังดอกบาน 90, 100, 110 และ 115 วัน ระยะละ 150 ผล นำมาใช้ในการทดลองวัดค่าทางไฟฟ้าด้วยต้นเครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนแบบพกพา จำนวน 3 เครื่อง แต่ละเครื่องต้นแบบทดสอบทุเรียนระยะละ 30 ผล และแต่ละผลทดลองค่าทางไฟฟ้าเพียงครั้งเดียว โดยต้องเก็บเกี่ยวมาแล้วไม่เกิน 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง และต้องเริ่มการวิเคราะห์ภายใน 24 ชั่วโมงหลังได้รับตัวอย่าง

การหาค่าน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยเครื่องวัดต้นแบบ

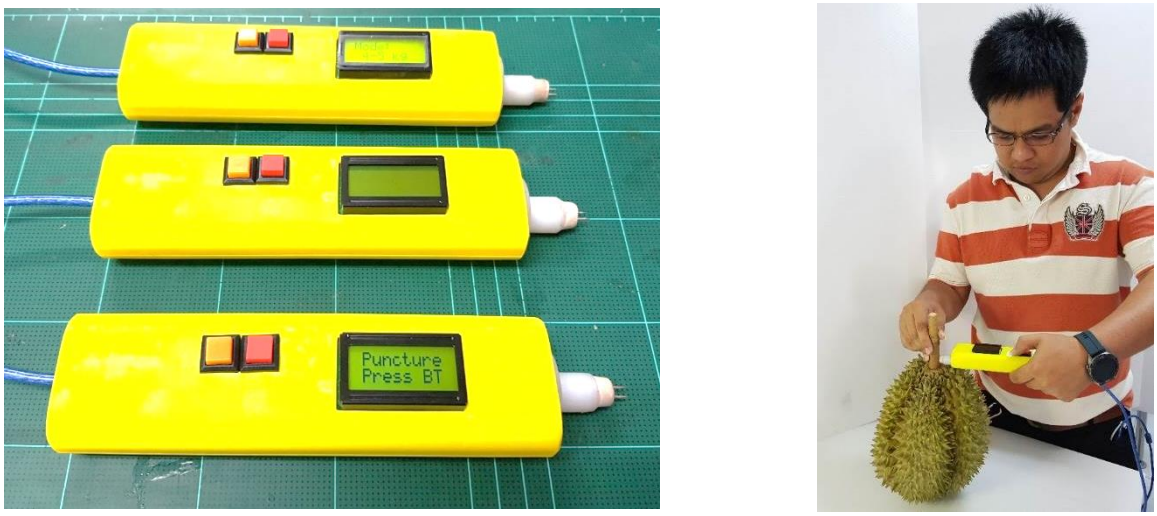
ต้นแบบเครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนแบบพกพาเป็นเครื่องวัดร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งทางอ้อมโดยใช้ค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าได้แก่ความจุไฟฟ้าของผลทุเรียน ที่ได้ ศึกษา ออกแบบ สร้าง ทดสอบ และพัฒนาขึ้น โดยวัดค่าทางไฟฟ้าด้วยหัววัดแบบเข็มเหล็กกล้า 2 เข็ม ให้มีขนาดยาว 5 มิลลิเมตร มีระยะห่าง 5 มิลลิเมตร ปุ่มเลือกขนาดผลทุเรียนเป็นแบบกด และโครงสร้างเป็นพลาสติกพิมพ์จากเครื่องพิมพ์สามมิติ ให้มีขนาดเหมาะมือ และวงจรภายในใช้อุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ขนาดเล็ก (surface mount device, SMD) หัววัดทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าต่อสายไปยังวงจรสร้างสัญญาณ ผ่านสวิทช์เลือกค่าขนาดผล 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 ขนาดตั้งแต่ 2 กิโลกรัมถึงน้อยกว่า 3 กิโลกรัม ระดับที่ 2 ขนาดตั้งแต่ 3 กิโลกรัมถึงน้อยกว่า 4 กิโลกรัม และระดับที่ 3 ขนาดมากกว่าหรือเท่ากับ 4 กิโลกรัม สัญญาณถูกส่งไปยังชุดวงจรรับและขยาย รวมทั้งวงจรปรับสภาพสัญญาณ แล้วทำการแปลงสัญญาณจาก analog เป็น digital โดยไมโครคอนโทลเลอร์ เบอร์ PIC16F877A เพื่อทำการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ประมวลผลแปลงและแสดงค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งออกทางจอแสดงผลแบบ LCD เมื่อกดสวิทช์อ่านค่า แหล่งพลังงานของต้นแบบอยู่ภายนอกตัวเครื่องเป็นแบตเตอรี่สำรอง (power bank) หัวต่อแบบ USB-Micro-B

การหาค่าน้ำหนักเนื้อแห้งของตัวอย่างจะทำการวัดค่าที่ขั้วผลทุเรียน ได้แก่บริเวณต่ำกว่าปากปลิงลงมา โดยต้องเสียบหัวเข็มวัดให้จมมิดตรงจุดที่สูงกว่ารอยต่อของขั้วกับผลทุเรียนประมาณ 10 มิลลิเมตรหรือจุดที่ด้ามจับหัววัดอยู่เสมอหนามทุเรียนที่จุดสูงสุดของผล โดยจุดวัดจะต้องอยู่ในแนวเดียวกับกึ่งกลางของพูสมบูรณ์ของผลทุเรียน เพื่อให้ได้ค่าที่คงที่และแม่นยำ (Figure 1) เพื่อทดสอบความสามารถในการผลิตต้นแบบ (reproductivity) จึงสร้างต้นแบบเครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนแบบพกพา จำนวน 3 เครื่อง เพื่อใช้ในการทดลองนี้

การหาค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยวิธีมาตรฐาน

ตัวอย่างที่ใช้ในการหาค่าร้อยละน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยวิธีมาตรฐานได้แก่เนื้อทุเรียนจากส่วนกลางของผล โดยผลทุเรียนตัวอย่างจากการหาค่าน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยเครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนแบบพกพา ทั้ง 3 เครื่อง แล้วจะถูกตัดแบ่งตามแนวขวางของ

ผล เนื้อจากผลส่วนกลางของผลทั้งหมดจะถูกซอยละเอียด คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วแบ่งออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กัน ตัวอย่างจำนวน 2 กรัมจากแต่ละส่วน รวมเป็น 3 ซ้ำจากตัวอย่างทุเรียนแต่ละผลจะถูกนำเข้าอบแห้งในตู้อบแบบลมร้อน (air oven) ที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมงหรือจนกว่าน้ำหนักตัวอย่างแห้งจะคงที่ (Figure 2) ทำการชั่งหาน้ำหนักสุดท้าย หรือน้ำหนักเนื้อแห้ง ค่าร้อยละน้ำหนักเนื้อแห้งตามวิธีมาตรฐาน (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556)



(A) (B)

Figure 1 Utilization of three portable maturity meters of durians, (A) three meters and (B) utilization of the meters

(A) (B)

Figure 2 Measurement dry weight percentage by standard determination method, (A) cutting durian fruit and (B) chopped durian samples

ผล

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเครื่องวัดต้นแบบทั้ง 3 เครื่อง (Figure 3 - 4) มีความสามารถในการวัดซ้ำ (repeatability) สูง R^2>0.97 และค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งที่วัดได้ด้วยเครื่องต้นแบบสามารถใช้เปรียบเทียบเป็นค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยวิธีมาตรฐานในช่วงทุเรียนมีความอ่อน-แก่ (25% – 40% น้ำหนักเนื้อแห้ง) มีผิดพลาดในการวัดไม่เกิน ±1.5% น้ำหนักเนื้อแห้ง โดยเปรียบเทียบค่าความแตกต่างในการวัดค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งระหว่างเครื่องวัดต้นแบบและวิธีมาตรฐาน (%DM meter - %DM oven) กับค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยวิธีมาตรฐานของทุเรียนแต่ละลูก

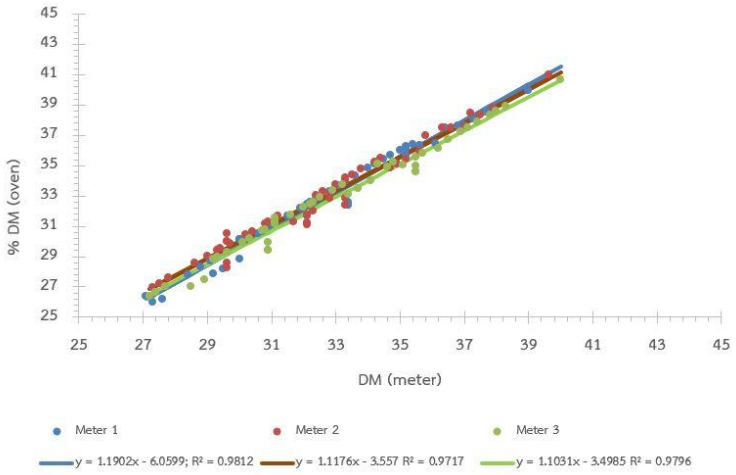


Figure 3 Relationship between % dry weight of various size codes of durians fruits from three prototype meters and % dry weight from standard air oven determination method.

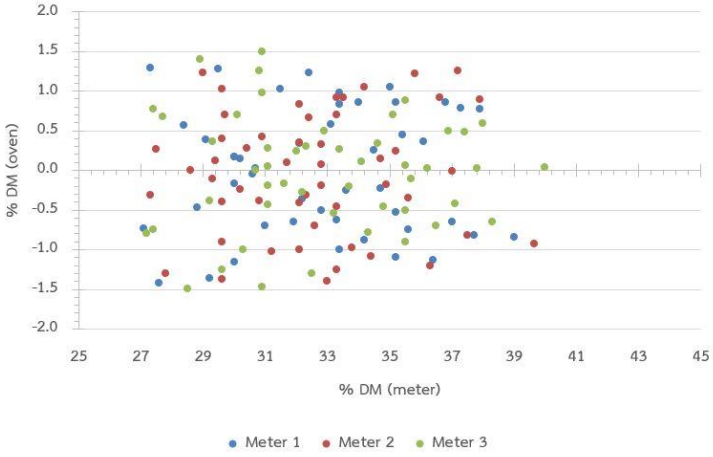


Figure 4 Comparation of accuracy between three prototype meters and standard air oven determination method

วิจารณ์และสรุปผล

เครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนแบบพกพาเพื่อวัดความสุกแก่ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองซึ่งเป็นพันธุ์ทุเรียนเพื่อการส่งออกและการบริโภคภายในประเทศตามความอ่อน-แก่โดยไม่ทำลาย มีความสามารถในการวัดซ้ำ มีช่วงของการวัดที่ค่อนข้างเหมาะสม (Sensitivity) มีความแม่นยำในการวัดในระดับที่ใช้งานได้ โดยมีความผิดพลาดในการวัดไม่เกิน ±1.5% และมีความสามารถในการผลิตซ้ำของต้นแบบเครื่องวัดน้ำหนักเนื้อแห้งเพื่อแยกคัดทุเรียนตามความอ่อน-แก่

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ในการสนับสนุนทุนวิจัยโครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนแบบพกพา ซึ่งบทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์ และ ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร. 2554. เครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนพันธุ์หมอนทองโดยน้ำหนักแห้ง. *ใน:* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์. วันที่ 1-4 ก.พ. 2554 กรุงเทพฯ. 2554. หน้า 164-172

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2556. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ.3-2556. เรื่องทุเรียน. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 131 ตอนพิเศษ 31 ง. วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2557. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : URL https://www.acfs.go.th/standard/download0/DURIAN_new.pdf. (23 มิถุนายน 2566).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2567. ข้อมูลการส่งออกผลิตภัณฑ์ทุเรียน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://oae.go.th/view/1/siteunderconstruction/TH-TH. (15 มีนาคม 2567).