เครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนพันธุ์หมอนทองโดยน้ำหนักแห้ง

Maturity Meter of Monthong Durian by Dry Weight

ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์[1] และ ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร[2]

Chusak Chavapradit[1] and Preedawan Chaisrichonlathan[2]

บทคัดย่อ

ทุเรียนเป็นสินค้าเกษตรที่ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกที่สำคัญของโลก ทุเรียนอ่อนพันธุ์หมอนทองมีเนื้อสีขาว ผิวเมล็ดมีสีน้ำตาลครีม และมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งน้อยกว่า 32% น้ำหนักแห้งหรือมวลแห้งเป็นดัชนีมาตรฐานชี้วัดความสุกแก่ของทุเรียนเพื่อใช้ประโยชน์ทางการค้า การพัฒนาคุณภาพสินค้า และการประกั น ความพอใจของผู้บริโภค วิธีการหาน้ำหนักแห้งแบบมาตรฐานที่ใช้อยู่เป็นการทดสอบแบบทำลายและใช้เวลาในการทดสอบไม่ต่ำกว่า 5 ชั่วโมง การศึกษาทดสอบความสัมพันธ์คุณสมบัติทางไฟฟ้ากับน้ำหนักแห้งของทุเรียน ออกแบบ สร้าง ทดสอบและพัฒนาเครื่องแยกคัดความสุกแก่ทุเรียนด้วยน้ำหนักแห้งโดยใช้คุณสมบัติประจุไฟฟ้า เครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนเป็นเครื่องวัดแบบไม่ทำลาย และได้ดำเนินการทดสอบ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของผลการตรวจวัดน้ำหนักแห้งของทุเรียนโดยต้นแบบเครื่องวัดความสุกแก่ทุเรียนกับวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการโดยใช้ตู้อบลมร้อน ตลอดจนหาค่าความแม่นยำ ความสามารถในการวัดซ้ำ และ ช่วงการวัดที่เหมาะสมของต้นแบบ และวิธีการมาตรฐานที่ใช้ในการหาความชื้น พบว่า มีความสามารถในการวัดซ้ำสูง สามารถวัดน้ำหนักแห้งของทุเรียนในช่วง 25 – 40% ซึ่งครอบคลุมความสุกแก่ทุเรียนอ่อนจนถึงแก่จัด ที่ค่าความผิดพลาดไม่เกิน ± 1%

ABSTRACT

Durians are one of the most important agricultural products for exporting market of Thailand. Internal characteristics of Montong variety mature durian (green durians) are white pulp, brownish cream seed skin and minimum dry weight of 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 maturity grading meter were performed on capacitance value of fruits. 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. Repeatability and accuracy are reassured at ± 1% of error. Sensitivity of dry weight determination was 25 to 40% equity with under-mature to ripe of durian fruit.

Key Words: durian, dry weight, maturity meter

E-mail address: chusak_c@hotmail.com

[1,2] กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร พหลโยธิน คลองหลวง ปทุมธานี 12120

Post-harvest Engineering Research Group, Agricultural Engineering Research Institute, Pathumthani 12120, Thailand

คำนำ

ทุเรียนเป็นสินค้าเกษตรที่ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกที่สำคัญของโลก พื้นที่ปลูกและพื้นที่เก็บเกี่ยวทุเรียนในปี พ.ศ. 2552 ของประเทศประมาณ 680,927 และ 628,244 ไร่ตามลำดับ ผลผลิตทุเรียนเท่ากับ 661,665 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) ปริมาณการส่งออกเท่ากับ 275,940 ตัน มีมูลค่า 4,625 ล้านบาท ตลาดส่งออกที่สำคัญของทุเรียนไทย 5 ลำดับ ได้แก่ จีน ฮ่องกง อินโดนิเซีย ไต้หวัน และสหรัฐอเมริกา ทุเรียนมีแนวโน้มที่จะส่งออกเพิ่มขึ้นสืบเนื่องจากข้อตกลงการค้าเสรี การกีดกันทางการค้าที่ไม่ใช่ภาษีของการนำเข้าทุเรียนใน แต่ละประเทศแตกต่างกัน ดังนั้นคณะกรร มการสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติออกประกาศกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เรื่อง ทุเรียน ไว้ใช้เป็นมาตรฐานสมัครใจเพื่อให้ทุเรียนของไทยเป็นที่ยอมรับในระดับชาติและระดับสากล เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและส่งเสริมการส่ งออก ลักษณะภายนอกของผลทุเรียนที่แก่ได้ที่ตามที่กำหนดในมาตรฐาน ได้แก่ขั้วผลแข็ง สีเข้ม เมื่อสัมผัสขั้วจะรู้สึกสากมือ บริเวณรอยต่อระหว่างขั้วผลและก้านผล ซึ่งเรียกว่าปากปลิงบวมโต เมื่อจับขั้วผลแล้วแกว่งผลทุเรียนจะรู้สึกว่าขั้วผลแข็ง และมีสปริงมากขึ้น ร่องหน ามห่าง เมื่อบีบปลายหนามเข้าหากันจะรู้สึกว่ามีสปริง ปลายหนามเริ่มแห้ง มีสีน้ำตาล สังเกตเห็นรอยเป็นแนวยาวบนสันพูได้ชัดขึ้น ยกเว้นพันธุ์ก้านยาว ลักษณะภายในขั้นต่ำของผลแก่ได้ที่ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองได้แก่เนื้อสีขาวปนเหลืองอ่อน ผิวเมล็ดสีครีมปนน้ำตาล และมีน้ำ หนักเนื้อแห้งขั้นต่ำร้อยละ 32 น้ำหนักเนื้อแห้งดังกล่าวเทียบเท่ากับทุเรียนที่มีจำนวนวันสุกหลังการเก็บเกี่ยวในสภาพธรรมชาติประมาณ 6-9 วัน (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2546)

Siriphanich and Sangwanangkul (2000) เสนอว่าการตัดสินจากน้ำหนักเนื้อแห้งและปริมาณน้ำตาลในเนื้อทุเรียนที่ระดับความสุกแก่ในการค้าขาย 70, 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ จะเทียบเท่ากับทุเรียนที่มีอายุ 106, 113 และ 120 วันหลังดอกบาน (DAA) ทุเรียนที่จะเก็บเกี่ยวได้ต้องมีอายุไม่น้อยกว่า 106 วันหลังดอกบาน และจะต้องมีน้ำหนักเนื้อแห้งอย่างน้อย 32 เปอร์เซ็นต์ Castro-Giráldez *et al*. (2010) ตั้งข้อสังเกตว่าการศึกษาค่าไดอิเล็คตริกสเปคโตรสโคปีซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่กำลังเป็นที่น่าสนใจมีข้อได้เปรียบในการที่จะเป็นเทคนิคที่จะกำหนดความสุกแก่ของผลไม้ที่เป็นรูปธรรมและไม่ทำลายโดยเฉพาะเมื่อใช้กับผลแอปเปิ้ลโดยสามารถนำไปใช้กับผลไม้ชนิดอื่น ๆ โดยต้องทำการศึกษาเพิ่มเติม ในการศึกษาคุณสมบัติทางด้านการเก็บประจุของกล้วยหอมเพื่อพัฒนาวิธีการทำให้สุกโดยเร็วและสม่ำเสมอของ Soltani *et al.,* 2010 พบว่าเมื่อใช้ความถี่ของคลื่นสัญญาณรูปไซน์ที่ 1 เมกกะเฮริตซ์ ค่า permittivity ที่ความถี่นี้เปลี่ยนจาก 1.7433 เมื่อกล้วยแก่ (green ripe) ไปเป็น 1.431 เมื่อสุกเต็มที่ (full ripe) ภายในเวลา 5 วัน Nelson (1973) รายงานว่า ค่าความชื้นของวัสดุ สัมพันธ์กับค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้า Everard *et al*. (2006) ได้พัฒนาโมเดลในการทำนายค่าความชื้น และ inorganic salt contents ของการทำเนยแข็ง โดยใช้ค่า dielectric constants และdielectric loss factors ตามลำดับ โมเดลดังกล่าวนี้พบว่ามีศักยภาพที่จะใช้เป็น screening application ในการควบคุมคุณภาพโดยใช้ในการวัดค่าความชื้น และ inorganic salt contents ของเนยแข็งที่ผลิตได้

คณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ได้ออกประกาศเรื่อง กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ : ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสินค้าเกษตรและอาหาร พ.ศ. 2548 (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2005) กำหนดให้การหาค่าน้ำหนักเนื้อแห้งซึ่งเกี่ยวข้องกับความชื้นและสารที่ระเหยได้ให้ใช้มาตรฐาน AOAC 950.01 หรือเทียบเท่า วิธีการนี้ถึงแม้จะได้ค่าแน่นอน แต่เป็นวิธีการที่ต้องทำให้ตัวอย่างเสียหาย (destructive) โดยต้องใช้ตัวอย่างขนาด 2 กรัม อบจนแห้งในตู้อบลมร้อน

(Air oven) ใช้เวลา 5 ชั่วโมง และต้องทำการวิเคราะห์โดยการสุ่มชักตัวอย่าง การหาค่าน้ำหนักเนื้อแห้งทางอ้อมโดยใช้ค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าได้แก่ความจุไฟฟ้าของผลทุเรียน เพื่อศึกษา ออกแบบ สร้าง ทดสอบ และพัฒนาต้นแบบเครื่องวัดน้ำหนักเนื้อแห้งเพื่อแยกคัดทุเรียนตามความอ่อน-แก่ โดยไม่ทำลายหรือทำให้เสียหาย (nondestructive) ใช้เวลาในการวัดน้อย และสามารถตรวจวัดความสุกแก่ได้ทุกผล จะเพิ่มการยอมรับในระดับชาติและระดับสากล เพิ่มความปลอดภัยของผู้บริโภคและส่งเสริมการส่งออก

อุปกรณ์และวิธีการ

ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ผลสด ตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ในการทดสอบ ปรั บปรุง และพัฒนาต้นแบบเครื่องวัดน้ำหนักเนื้อแห้ง จำนวน 3,200 ผลที่ระดับความแก่-อ่อนต่างกัน 4 ระดับ และขนาดผลตามรหัสขนาดที่กำหนดโดยมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ 4 รหัสขนาด จากพื้นที่ผลิตภาคตะวันออกและภาคใต้ โดยต้องเก็บเกี่ยวมาแล้วไม่เกิน 24 ชั่วโมง เก็บ รักษาในอุณหภูมิห้อง และต้องเริ่มการวิเคราะห์ภายใน 24 ชั่วโมงหลังได้รับตัวอย่าง

การหาค่าน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยเครื่องวัดต้นแบบ

ต้นแบบเครื่องวัดน้ำหนักเนื้อแห้งเป็นเครื่องวัดร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งทางอ้อมโดยใช้ค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าได้แก่ความจุไฟฟ้าของผลทุเรียน ที่ได้ ศึกษา ออกแบบ สร้าง ทดสอบ และพัฒนาขึ้น โดยวัดค่าทางไฟฟ้าด้วยหัววัด ซึ่งประกอบด้วยเข็มเหล็กกล้า 2 เข็ม ขนาดยาว 15 มิลลิเมตร มีระยะห่าง 5 มิลลิเมตร ทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้าออกแบบให้ติดแน่นอยู่กับด้ามจับทำด้วยแท่งเทปล่อนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร ขั้วไฟฟ้าต่อสายไปยังวงจรสร้างสัญญาณ ผ่านสวิทช์เลือกค่าขนาดผล 4 ระดับตามรหัสขนาด ไปสู่ชุดวงจร รับและขยาย รวมทั้งปรับสภาพสัญญาณ แล้วทำการแปลงสัญญาณจาก Analog เป็น Digital โดยไมโครคอนโทลเลอร์เบอร์ PIC16F877A เพื่อทำการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ประมวลผล แปลงและแสดงค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งออกทางจอแสดงผลแบบ LCD เมื่อกดสวิทช์อ่านค่า (ภาพที่ 1) ต้นแบบเครื่องวัดออกแบบให้มีสวิทช์ปิด/เปิด และใช้แบตเตอรี่แห้ง Sealed Lead Acid ขนาด 6 V, 1.3 AH เพื่อให้ทำการตรวจวัดได้เป็นเวลานานต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง และสามารถทำการประจุไฟฟ้าให้แก่แบตเตอรี่โดยจะหยุดเมื่อไฟเต็มด้วยวงจรควบคุม (ภาพที่ 2)

การหาค่าน้ำหนักเนื้อแห้งของตัวอย่างจะทำการวัดค่าที่ขั้วผลทุเรียน ได้แก่บริเวณต่ำกว่าปากปลิงลงมา โดยต้องเสียบหัวเข็มวัดให้จมมิดตรงจุดที่สูงกว่ารอยต่อของขั้วกับผลทุเรียนประมาณ 10 มิลลิเมตรหรือจุดที่ด้ามจับหัววัดอยู่เสมอหนามทุเรียนที่จุดสูงสุดของผล โดยจุดวัดจะต้องอยู่ในแนวเดียวกับกึ่งกลางของพูสมบูรณ์ของผลทุเรียน เพื่อให้ได้ค่าที่คงที่และแม่นยำ (ภาพที่ 3) การอ่านน้ำหนักเนื้อแห้งจะทำ 3 ซ้ำต่อตัวอย่างผลทุเรียน

ในการวัดค่าน้ำหนักเนื้อแห้งของตัวอย่างทุเรียนแต่ละตัวอย่างระหว่างการทดสอบเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องต้นแบบจะต้องทำการวัดค่าความจุไฟฟ้าเพื่อสอบเทียบด้วย Digital multi-meter DT-9205A (ภาพที่ 4)

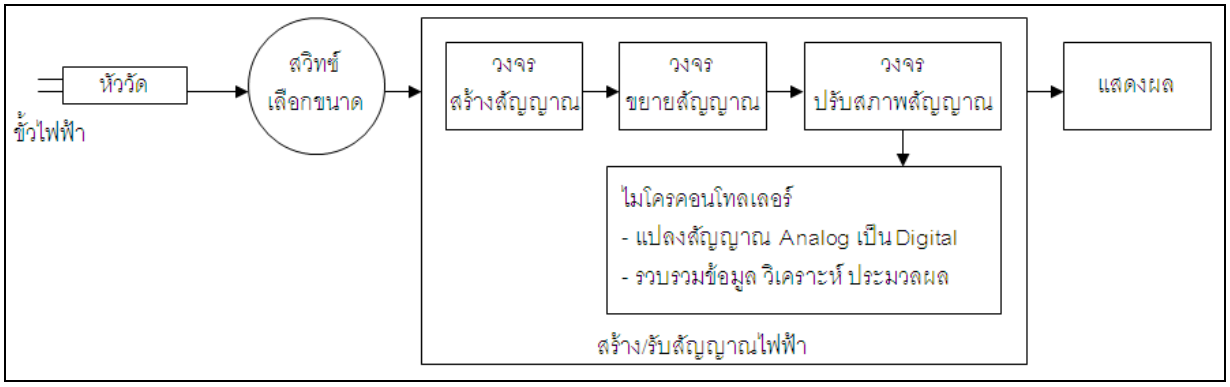

Figure 1 Maturity Meter Diagram.

Figure 2 Maturity Meter of Monthong Durian by Dry Weight.

Figure 3 Utilization of Maturity Meter of Monthong Durian by Dry Weight.

Figure 4 Comparison test on Maturity Meters and capacitance multi-meter DT-9205A.

การหาค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยวิธีมาตรฐาน

ตัวอย่างที่ใช้ในการหาค่าร้อยละน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยวิธีมาตรฐานได้แก่เนื้อทุเรียนจากส่วนกลางของผล โดยผลทุเรียนตัวอย่างจากการหาค่าน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยเครื่องวัดต้นแบบจะถูกตัดแบ่งตามแนวขวางของผลออกเป็น 5 ส่วนเท่าๆกัน เนื้อจากผลส่วนกลางทั้งหมดจะถูกซอยละเอียด คลุกเคล้าให้ เข้ากัน แล้วแบ่งออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กัน ตัวอย่างจำนวน 2 กรัมจากแต่ละส่วน รวมเป็น 3 ซ้ำจากตัวอย่างทุเรียนแต่ละผลจะถูกนำเข้าอบแห้งในตู้อบแบบลมร้อน (Air Oven) ที่อุณหภูมิ 100 °ซ เป็นเวลา 5 ชั่วโมงหรือจนกว่าน้ำหนักตัวอย่างแห้งจะคงที่ ทำการชั่งหาน้ำหนักสุดท้าย หรือน้ำหนักเนื้อแห้ง ค่าร้อยละน้ำหนักเนื้อแห้งจะหาได้ด้วยสมการที่ 1

$$\% DM = \left(W_f / W_T\right) \times 100 \qquad \text{Eq. 1}$$

เมื่อ

%DM = ค่าร้อยละน้ำหนักเนื้อแห้ง

W_f = น้ำหนักสุดท้ายเป็นกรัม

W_T = น้ำหนักเริ่มต้น 2 กรัม

หาค่าและรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยเครื่องวัดต้นแบบ และ ค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยวิธีมาตรฐาน เพื่อทราบค่าความสามารถในการวัดซ้ำ (Repeatability) ช่วงของการวัดที่เหมาะสม (Sensitivity) ความแม่นยำในการวัด (Accuracy) และ ความสามารถในการผลิตซ้ำ (Reproductivity) ของต้นแบบเครื่องวัดน้ำหนักเนื้อแห้งเพื่อแยกคัดทุเรียนตามความอ่อน-แก่ โดยไม่ทำลาย

ผล

ผลการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทองด้วยเครื่องวัดต้นแบบและค่าความจุไฟฟ้าที่วัดด้วยมัลติมิเตอร์มีความสัมพันธ์เป็นเส้นโค้ง ในทุกๆ ขนาดของผลทุเรียน โดยมีค่าความชันของเส้นสหสัมพันธ์ลดลงตามค่ารหัสขนาด หรือลดลงเมื่อผลทุเรียนมีขนาดเพิ่ม ดังแสดงในภาพที่ 5

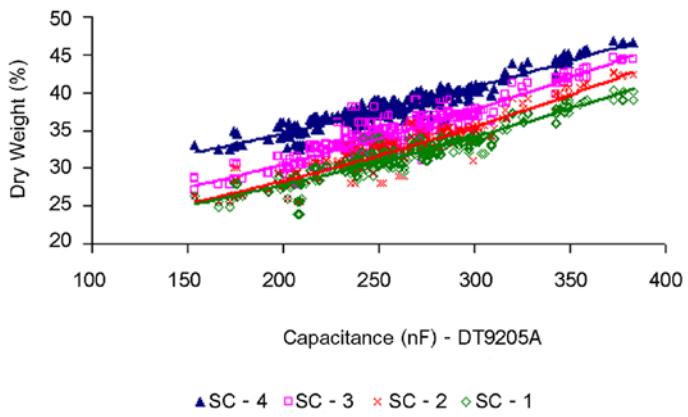

Figure 5 Relationship between % dry weight of various size codes of durians fruits and capacitance values (nF) from DT9205A multi-meter.

และยังมีช่วงของการวัดที่เหมาะสม (Sensitivity) โดยสามารถวัดน้ำหนักแห้งของทุเรียนในช่วง 25% – 40% ซึ่งครอบคลุมความสุกแก่ทุเรียนอ่อนจนถึงแก่จัด

ในการเปรียบเทียบค่า และรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยเครื่องวัดต้นแบบ และค่าร้อย ละของน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยวิธีมาตรฐาน ตามรหัสขนาดของผลทุเรียนพันธุ์หมอนทอง พบว่ามีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง โดยมีความชันของทุกรหัสขนาดใกล้เคียงหรือค่อนข้างขนานกัน (ภาพที่ 6) ผลการทดสอบเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าเครื่องวัดต้นแบบมีความสามารถในการวัดซ้ำ (Repeatability) สูง $R^2 > 0.95$ และค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยวิธีมาตรฐานสามารถใช้เปรียบเทียบเป็นค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยวิธีมาตรฐานได้ในทุกๆ รหัสขนาด

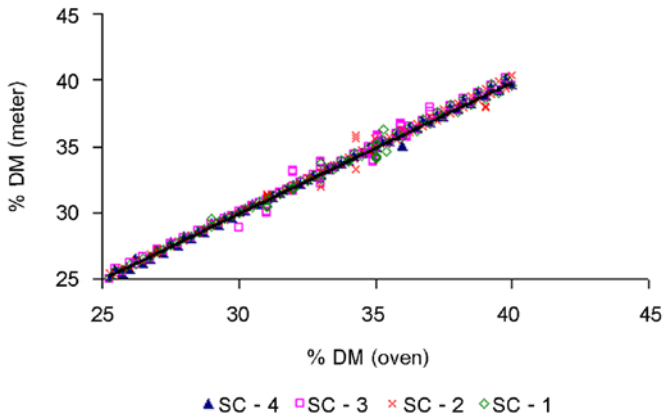

Figure 6 Relationship between % dry weight of various size codes of durians fruits from prototype meter and % dry weight from standard air oven determination method.

ความแม่นยำในการวัด (Accuracy) ของเครื่องวัดต้นแบบ แสดงให้เห็นได้ในการหาค่าความผิดพลาดในการวัด โดยเปรียบเทียบค่าความแตกต่างในการวัดค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งระหว่างเครื่องวัดต้นแบบและวิธีมาตรฐาน (% DM meter - % DM oven) กับค่าร้อยละของน้ำหนักเนื้อแห้งด้วยวิธีมาตรฐานของทุเรียนแต่ละลูก ดังแสดงใน ภาพที่ 7 ผลการทดสอบเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าเครื่องวัดต้นแบบมีความแม่นยำในการวัดสูง โดย

ความผิดพลาดในการวัดไม่เกิน ±1% น้ำหนักเนื้อแห้ง ในทุกรหัสขนาด และความอ่อน-แก่ (25% – 40% น้ำหนักเนื้อแห้ง)

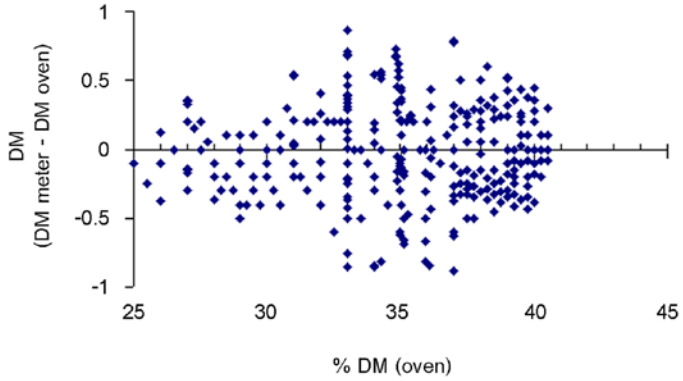

Figure 7 Relationship between % different between dry weight from prototype meter and standard determination method on % dry weight from standard air oven determination method.

ในกรณีของความสามารถในการผลิตซ้ำ (Reproductivity) ของเครื่องวัดน้ำหนักเนื้อแห้งนั้น เครื่องมือวัดมีแบบ และต้นแบบที่แน่นอน ส่วนประกอบต่างๆ เช่น กล่องบรรจุ อุปกรณ์อีเล็คโทรนิค เป็นแบบมาตรฐานและมีการผลิตจำหน่าย แผ่นวงจร PCB ของวงจรต่างๆรวมทั้งไมโครคอนโทลเลอร์มีแบบ และต้นแบบที่แน่นอน รวมทั้งมีคู่มือในการใช้เครื่องวัดน้ำหนักเนื้อแห้งเพื่อแยกคัดทุเรียนตามความอ่อน-แก่แล้ว

การวัดความอ่อน-แก่ของทุเรียนด้วยเครื่องวัดน้ำหนักเนื้อแห้งนับจากการเลือกค่าน้ำหนักผลตามช่วงรหัสขนาด เลือกตำแหน่งวัด เสียบหัวเข็มวัด เวลาในการทำงานของวงจร ตลอดจนการประมวลผล จน ถึงการอ่านค่าจะใช้เวลาประมาณผลละไม่เกิน 30 วินาที ในส่วนของปริมาณในการวัดเฉลี่ยต่อวันต่อคน รวมทั้ง ความทนทานของเครื่องวัด กำลังดำเนินการทดสอบโดยเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบในการตรวจสอบคุณภาพทุเรียนเพื่อการส่งออกในพื้นที่การผลิตจังหวัดชุมพร (ภาพที่ 8)

Figure 8 Long term test on Maturity Meter of Monthong Durian by Dry Weight in production area of Chumporn province, Thailand.

วิจารณ์

จากผลการศึกษาพบว่ามีความเป็นไปได้สูงในการลดความผิดพลาดในการวัด ซึ่งจะส่งผลในการเพิ่มความสามารถด้านอื่นๆ รวมทั้งการต่อยอด พัฒนาเพื่อใช้วัดทุเรียนพันธุ์ทางการค้าอื่นๆ นอกเหนือจากทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่เป็นพันธุ์เพื่อการส่งออก และการบริโภคภายในประเทศ เช่น กระดุมทอง ชะนี ฯลฯ การดำเนินการอย่างจริงจังเพื่อนำต้นแบบไปผลิตในเชิงพานิชย์ และมีความเป็นไปได้สูงที่จะใช้เครื่องวัดน้ำหนักเนื้อแห้งในการกำหนดวันสุก (full ripe) อย่างแม่นยำในสภาพธรรมชาติได้

สรุป

เครื่องวัดน้ำหนักเนื้อแห้งเพื่อแยกคัดทุเรียนพันธุ์หมอนทองซึ่งเป็นพันธุ์ทุเรียนเพื่อการส่งออก และการบริโภคภายในประเทศตามความอ่อน-แก่โดยไม่ทำลาย มีความสามารถในการวัดซ้ำ มีช่วงของการวัดที่ค่อนข้า งเหมาะสม (Sensitivity) มีความแม่นยำในการวัดในระดับที่ใช้งานได้ โดยมีความผิดพลาดในการวัดไม่เกิน ±1% และมีความสามารถในการผลิตซ้ำของต้นแบบเครื่องวัดน้ำหนักเนื้อแห้งเพื่อแยกคัดทุเรียนตามความอ่อน-แก่ และอยู่ในระหว่างการดำเนินการทดสอบใช้งานในระยะยาว สามารถนำต้นแบบไปผลิตในเชิงพาณิชย์ได้ และมีความเป็นไปได้สูงที่จะใช้เครื่องวัดน้ำหนักเนื้อแห้งในการกำหนดวันสุกในสภาพธรรมชาติอย่างแม่นยำได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคุณสุรพล ตรุยานนท์ และคุณเสาวนีย์ มีมุทา คณะทำงานของศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร และคุณอรุณ จันทรโชติ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี.สำหรับการอำนวยความสะดวกการทดสอบในพื้นที่ผลิตทุเรียนภาคใต้และภาคตะวันออก

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2546. **มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติม มกอช. 3 – 2546: ทุเรียน** ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 120 ตอนพิเศษ 145 ง, 19 ธันวาคม 2546

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. **ข้อมูลการผลิตทุเรียน** [Internet document] URL http://www.oae.go.th/download/prcai/Durian10.xls Accessed 22/10/2010.

Castro-Giráldez M., P.J. Fito., C. Chenoll and P. Fito. 2010. Development of a dielectric spectroscopy technique for the determination of apple (Granny Smith) maturity. **IFSET** [Internet document] URL http:// doi:10.1016/j.ifset.2010.08.002 Accessed 22/10/2010.

Everard C.D., C.C. Fagan, C.P. O_Donnell, D.J. O_Callaghan and J.G. Lyng. 2006. Dielectric properties of process cheese from 0.3 to 3 GHz. **JFE** 75: 415–422.

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. 2005. **Thai Agricultural Standard, TAS 9503 – 2005: Compost**. Published in the Royal Gazette Vol.120 Section 115D, dated 2 October B.E.2546

Nelson S.O. 1973. Electrical properties of agricultural products – A critical review. **Transactions of the ASAE** 16: 384–400.

Siriphanich, J. and P. Sangwanangkul. 2000. Growth, maturation and maturity index of 'Monthong' durian. **THAIAGJ** 33(1-2): 75-82.

Soltani M., R. Alimardani and M. Omid. 2010. Prediction of banana quality during ripening stage using capacitance sensing system. **AJCS** 4(6):443-447.