Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 493-496 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 493-496 (2554)

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องวัดความชื้นลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

Performance of Dried Longan Fruit Moisture Meter

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

Abstract

Longan moisture meter was developed for measuring moisture content of whole longan fruit either for monitoring moisture during drying process, price negotiation or for quality control during storage. The moisture meter consisted of electronic measuring, analyzing and display circuits. In measuring the moisture content fifteen dried longan fruits were peeled and put in the measuring unit which consisted of an acrylic cylinder and two lids which act as electrodes at both ends. Moisture content of longan samples as measured by developed moisture meter were calibrated against the standard hot air oven method until accuracy, repeatability, sensitivity, re-productivity were achieved in prototype moisture meter could accurately measure moisture within the range of 60 to 10 % MC (wb) with standard error of ± 0.25%wb.

Keywords: Moisture meter, dried longan

บทคัดย่อ

เครื่องวัดความชื้นลำไยอบแห้งทั้งเปลือกได้ถูกออกแบบปรับปรุงให้สามารถทำการวัดทั้งในระหว่างการดำเนินการอบแห้งเพื่อควบคุมการอบแห้ง และการวัดเพื่อตกลงราคาจำหน่าย รวมทั้งเพื่อการตรวจสอบคุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกระหว่างการเก็บรักษา เครื่องวัดประกอบด้วยหน่วยวัดและวิเคราะห์ค่าความชื้นด้วยวงจรทางไฟฟ้าและหน่วยแสดงผลความชื้น มีส่วนกระบอกหัววัดเพื่อเชื่อมต่อเข้ากับวงจรวัด สวิทช์ปิด/เปิดและสวิทช์แสดงค่าความชื้น หัววัดมีลักษณะทรงกระบอกมีฝาปิดแน่นเพื่อใช้ในการบรรจุเนื้อลำไยที่แกะเปลือกออกจากลำไยอบแห้งจำนวน 15 ลูก ในการทดลองนี้ได้ดำเนินการทดสอบวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของผลการตรวจวัดความชื้นในลำไยอบแห้งของต้นแบบเครื่องวัดความชื้นกับวิธีมาตรฐานโดยใช้ตู้อบห้องปฏิบัติการ ตลอดจนหาค่าความแม่นยำ ความสามารถในการวัดซ้ำ และ Sensitivity ของเครื่องต้นแบบ พบว่าสามารถวัดความชื้นลำไยอบแห้งได้ตั้งแต่เริ่มการอบลำไยสดจนได้ลำไยอบแห้ง โดยสามารถวัดในช่วงความชื้น 60-10%wb ที่ค่าความผิดพลาดไม่เกิน ± 0.25%wb

คำสำคัญ: เครื่องวัดความชื้น, ลำไยอบแห้ง

คำนำ

ในปัจจุบัน ปัญหาผลิตผลในระหว่างการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้มีปริมาณสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ลำไยซึ่งเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพทางการตลาดสูง เพราะมีการขยายการผลิต มีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้น การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้มีปริมาณสูง ผลผลิตลำไยสดที่เก็บเกี่ยวได้เฉลี่ยประมาณ 600,000 ตัน ถึงแม้ว่าการส่งออกในรูปผลผลิตสด และผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ มีอัตราสูงขึ้น แต่การส่งออกดังกล่าวยังไม่เพียงพอต่อการระบายผลิตผลออกสู่ตลาด ทำให้ราคาตกต่ำ เกิดปัญหาแก่เกษตรกรผู้ผลิตเป็นอย่างมาก การแปรรูปผลผลิตโดยการอบแห้งลำไยเป็นหนึ่งในกระบวนการที่มีศักยภาพสูงในการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบแห้งมีปริมาณการผลิตรวมประมาณ 50% ของผลผลิตสด แบ่งออกได้เป็นลำไยอบแห้งทั้งเปลือก และลำไยเนื้ออบแห้ง ผลิตภัณฑ์อบแห้งสามารถเก็บไว้จำหน่ายนอกฤดูกาลได้ ทำให้ผู้ประกอบการมีรายได้สูงขึ้นได้ การซื้อขายลำไยอบแห้งทั้งเปลือกโดยทั่วไป เมื่อเกษตรกร หรือผู้ประกอบการอบแห้งนำลำไยอบแห้งมาขาย ผู้ซื้อ จะประเมินราคาโดยพิจารณาจากคุณภาพลำไย ซึ่งครอบคลุมทั้งขนาด ความเสียหาย รูปทรง การบุบของเปลือก โดยมีวิธีการและขั้นตอนการปฏิบัติแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบความชื้น รวมทั้งความเร่งรีบในการแข่งขันในทางการค้า การตรวจวัดความชื้นของลำไยอบแห้งแบบง่ายๆ และรวดเร็ว โดยการใช้มือหรือฟันกัดเปลือกหรือเมล็ดเพื่อประเมินระดับความชื้นให้ผลที่ไม่แน่นอน เป็นวิธีที่ทำให้เกิดปัญหาข้อโต้แย้งระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย เป็นปัญหาในการซื้อ-ขาย (วิไล, 2541) การหาความชื้นอย่างละเอียดแม่นยำโดยวิธีใน

[1] กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม คลองหลวง ปทุมธานี 12120
[1] Post-harvest Engineering Research Group, Agricultural Engineering Research Institute, Klong Luang, Pathumthani 12120,

ห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐานด้วยตู้อบ (Oven) จนน้ำหนักคงที่ และเครื่องวัดความชื้นแบบแสงอินฟาเรด (Infrared Moisture Meter) ต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 18 ชั่วโมง และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ มาตรฐานสินค้าลำไยอบแห้งเพื่อการส่งออก กำหนดให้ลำไยอบแห้งมีระดับความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 และได้กำหนดวิธีมาตรฐานในการหาปริมาณความชื้นลำไยอบแห้งทั้งเปลือกซึ่งเป็นผลดีต่อการค้าและส่งออกลำไยอบแห้ง โดยการอบแห้งในตู้อบลมร้อนหรือตู้อบสุญญากาศ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549) มาตรฐานนี้ส่งผลให้ผู้ทางการค้าลำไยอบแห้งมีโอกาสขยายตัวสูงขึ้น แต่ต้องใช้เวลานาน ไม่สะดวกในการปฏิบัติ

กลุ่มงานวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันเกษตรวิศวกรรม ได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือวัดความชื้นลำไยอบแห้งทั้งเปลือกให้สามารถใช้วัดความชื้นลำไยอบแห้งได้ค่าที่น่าเชื่อถือและสอดคล้องกับผลจากวิธีในห้องปฏิบัติการ สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว สามารถทำการวัดทั้งในระหว่างการดำเนินการอบแห้งเพื่อควบคุมการอบแห้ง และทำการวัดเพื่อตกลงราคาจำหน่าย รวมทั้งเพื่อการตรวจสอบคุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกระหว่างการเก็บรักษารวมทั้งปรับปรุงวิธีการใช้ และจัดทำเป็นมาตรฐาน ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาในการซื้อขายลำไยอบแห้งตามคุณภาพที่เป็นธรรมมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษา ออกแบบ ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องวัดความชื้นลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

ศึกษาข้อมูลคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้าของลำไยอบแห้งทั้งเปลือกและ ดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาชิ้นส่วนหลักของต้นแบบเครื่องวัดความชื้นลำไยอบแห้งแบบความต้านทาน เช่น หัววัด วงจรกรอง วงจรขยายสัญญาณ ชุดประมวลและแสดงผลความชื้น

2. ดำเนินการทดสอบเครื่องวัดความชื้นลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

ศึกษาความสัมพันธ์ของเครื่องวัดความชื้นลำไยอบแห้งทั้งเปลือกกับการหาความชื้นวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการด้วยตู้อบลมร้อน โดยใช้ลำไยอบแห้งที่ระดับความชื้นระหว่าง 60 - 10 %wb โดยการเก็บตัวอย่างลำไยอบแห้งทั้งเมล็ดที่ระยะเวลาอบแห้งต่างๆกัน จากเครื่องอบแห้งแบบกะบะของผู้ผลิตลำไยอบแห้งในเขตอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ มาวัดความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้นและนำลำไยอบแห้งดังกล่าวมาหาค่าความชื้นด้วยวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการด้วยตู้อบลมร้อน เพื่อหาค่าความแม่นยำ ความสามารถในการวัดซ้ำ และ Sensitivity ของเครื่องวัดความชื้น

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษา ออกแบบ ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องวัดความชื้นลำไยอบแห้ง

ชูศักดิ์และคณะ (2549) รายงานว่าลำไยอบแห้งทั้งเปลือกมีคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้ามีความสัมพันธ์เป็น Exponential กับความชื้นลำไยโดยเป็นความสัมพันธ์กลับ คือค่าความต้านทานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความชื้นลดลง สอดคล้องกับ Stuart (1973) รายงานว่าคุณสมบัติความชื้นในวัสดุมีความสัมพันธ์กับค่าทางไฟฟ้าในวัสดุนั้น ๆ โดยจากการศึกษาเปรียบเทียบหัววัดลำไยสองแบบ คือ แบบท่อยาว และแบบทรงกระบอก พบว่าหัววัดลำไยแบบท่อยาวบรรจุลำไยแกะเปลือกทีละลูกในท่อ 15 – 20 ลูก ให้ผลการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าสูง และมีค่าอยู่ในช่วงแคบ แสดงว่ามีความแม่นยำและความสามารถในการวัดซ้ำค่อนข้างสูง แต่มีการวัดในช่วงที่เหมาะสมต่ำ ไม่เหมาะในการนำมาใช้เป็นต้นแบบ และการทดสอบหัววัดทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2½ นิ้ว มีขั้ว 2 ด้าน ล็อคแน่นด้วยการหมุนเกลียว บรรจุตัวอย่างเนื้อลำไยอบแห้งที่แกะเปลือกแล้วให้เรียงในกระบอกทีละลูกให้ตัวอย่างชิดกันสนิท พบว่า หัววัดทรงกระบอกมีความแปรปรวนของค่าทางไฟฟ้าค่อนข้างสูง มีค่าความต้านทานไฟฟ้าในช่วง 100 – 1000 กิโลโอห์ม (kOhms) แสดงว่ามีความแม่นยำและความสามารถในการวัดซ้ำไม่ค่อยสูง แต่มีการวัดในช่วงที่เหมาะสมสูง มีความเหมาะสมในการนำมาพัฒนาเป็นต้นแบบ จึงทำการพัฒนาและออกแบบเครื่องมือวัดความชื้นลำไยอบแห้งทั้งเปลือก (Figure 1) มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ส่วนแรกได้แก่ ตัวเครื่อง ซึ่งประกอบด้วย หน่วยวัดและวิเคราะห์ค่าความชื้นด้วยวงจรทางไฟฟ้าและหน่วยแสดงผลความชื้น รวมทั้งช่องบรรจุหัววัดเพื่อเชื่อมต่อหัววัดเข้ากับวงจรวัด มีสวิทช์ปิด/เปิดและสวิทช์กดแสดงค่าความชื้น หัววัดที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกออกแบบโดยใช้ท่อพลาสติคใสอะคิลิคเพื่อให้มองเห็นตัวอย่างที่จะวัด และดูแลทำความสะอาดง่าย โดยมีฝาปิดแน่นทั้งสองด้านทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้า โดยบริเวณที่สัมผัสกับตัวอย่างเป็นทองเหลืองเพื่อนำไฟฟ้ามีขอบทำด้วยวัสดุเรซิ่น เพื่อใช้วัดค่าความต้านทานของเนื้อลำไยที่แกะจากลำไยอบแห้งทั้งเปลือกขนาด AA จำนวน 15 ลูกที่บรรจุอยู่ในหัววัด

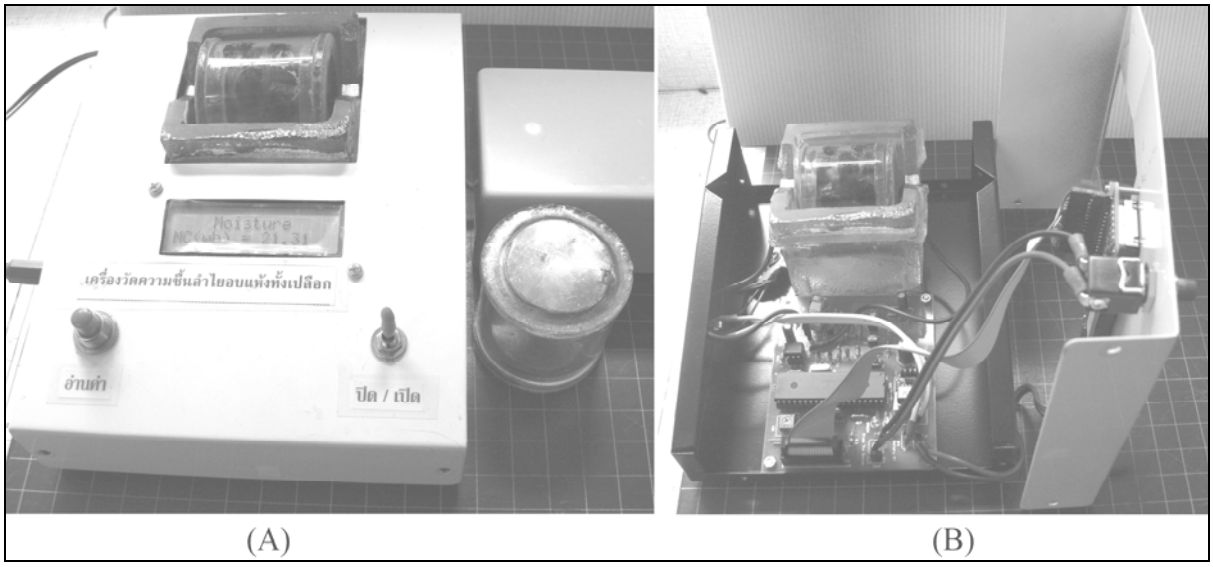

Figure 1 Dried longan fruit moisture meter (A), electrical and microcontroller circuit (B)

ต้นแบบวงจรวัดค่าความต้านทานใช้วงจรกรอง/ขยายสัญญาณการวัดค่าความต้านทานจากหัววัดบรรจุตัวอย่างเนื้อลำไยอบแห้งประกอบด้วยวงจรกรอง/ขยายสัญญาณ JFET ทรานซิสเตอร์ เพื่อแสดงค่าความดันไฟฟ้าที่ได้ ทำการทดสอบการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากตัวอย่างลำไยอบแห้งที่ช่วงความชื้น 60 ถึง 10 %ความชื้น(มาตรฐานเปียก) พบว่ามีความแปรปรวนของค่าที่วัดได้โดยมีค่าวัดได้เปลี่ยนไปตามเวลาในการวัด จากการทดสอบซ้ำๆ พบว่าเกิดจากการที่ตัวอย่างลำไยที่บรรจุในหัววัดไม่ได้มีเพียงค่าความต้านทาน แต่มีค่าความจุไฟฟ้าอยู่ด้วย ซึ่งมีผลในการลดค่าความต้านทานให้ต่ำลงตามเวลาในการประจุไฟฟ้าให้แก่ตัวอย่างเนื้อลำไยในหัววัด ประจุไฟฟ้าที่ประจุอยู่นี้ยังค้างอยู่กับตัวอย่างในหัววัด เมื่อปลดหัววัดออกจากวงจร แล้วนำมาวัดใหม่ค่าที่ได้มีค่าเปลี่ยนไป ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อเพิ่มค่าความแม่นยำ และความสามารถในการวัดซ้ำ จึงได้ดำเนินการปรับปรุงต้นแบบวงจรวัดค่าความต้านทาน โดยเพิ่มวงจรกรองค่าประจุไฟฟ้า และเมื่อทำการจำลองการทดสอบต้นแบบวงจรกรอง/ขยายสัญญาณจำลองการวัดค่าความต้านทานจากหัววัดบรรจุตัวอย่างเนื้อลำไยอบแห้งที่ปรับปรุงแล้ว พบว่าสามารถลดค่าประจุไฟฟ้าได้ ทำให้มีค่าความแม่นยำ และความสามารถในการวัดซ้ำเพิ่มขึ้น การดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาชุดประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ และการแสดงผลความชื้นแบบ Digital ด้วยจอภาพ LCD ทำการคำนวณค่าโดยการเขียนโปรแกรมภาษา C ในการควบคุม คำนวณ จนสรุปได้เป็นต้นแบบเครื่องมือวัดความชื้นลำไยอบแห้งแสดงผลเป็นตัวเลข ปรับปรุงลายวงจรพิมพ์ (PCB Printed Circuit Board) เพื่อให้ง่าย และสะดวกต่อการดำเนินการผลิตซ้ำ

กำหนดวิธีการมาตรฐานในการใช้เครื่องวัดความชื้นลำไยอบแห้งทั้งเปลือกเริ่มจากการแกะเปลือกลำไยตัวอย่างขนาด AA จำนวน 15 ลูกบรรจุในหัววัดทรงกระบอก ปิดฝาให้แน่น แล้วเปิดสวิทช์เครื่องวัด จะมีคำสั่งให้ใส่ตัวอย่าง (Insert Sample) นำหัววัดที่บรรจุตัวอย่างแล้วไปใส่ในช่องบรรจุหัววัดของเครื่อง กดปุ่มอ่านค่า จะใช้เวลาในการวัดตั้งแต่เริ่มแกะตัวอย่างจนการวัดเสร็จสิ้นไม่เกิน 5 นาที

2. ผลการทดสอบเครื่องวัดความชื้นลำไยอบแห้งทั้งเปลือก

การทดสอบเปรียบเทียบการวัดความชื้นในลำไยอบแห้งด้วยต้นแบบเครื่องวัดความชื้นลำไยอบแห้งและความชื้นมาตรฐานของตัวอย่างเดียวกันโดยตู้อบลมร้อน ที่ความชื้นระหว่าง 60 - 10% (wb) (Figure 2) พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นที่วัดได้ทั้งคู่อยู่ในรูปสมการเส้นตรง $y = 1.0007x – 0.0552$ โดยมีค่าสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.9977 จากจำนวน 250 ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ ความแปรปรวนของเครื่องวัดความชื้นลำไยอบแห้ง โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความชื้นที่วัดได้จากต้นแบบเครื่องวัดความชื้นลำไยอบแห้งกับความชื้นมาตรฐานของตัวอย่างเดียวกันโดยตู้อบลมร้อน พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง -0.25 ถึง 0.25 ในช่วงลำไยความชื้น 10 – 20% (Figure 3) ความแปรปรวนของค่าที่วัดด้วยเครื่องวัดความชื้นจะเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นลำไยมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก โดยมีค่าระหว่าง -2.0 ถึง 2.0

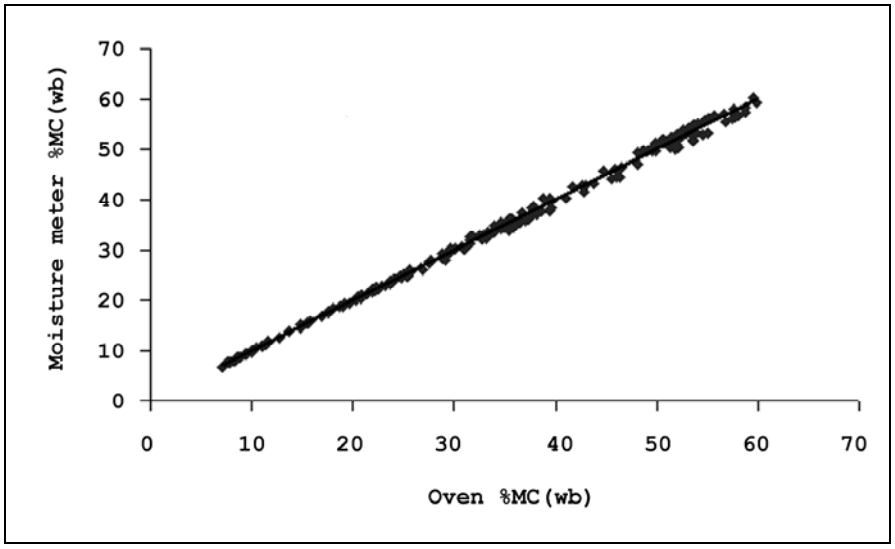

Figure 2 Relationship between % moisture content of dried longan as determined by the developed moisture meter and the oven method

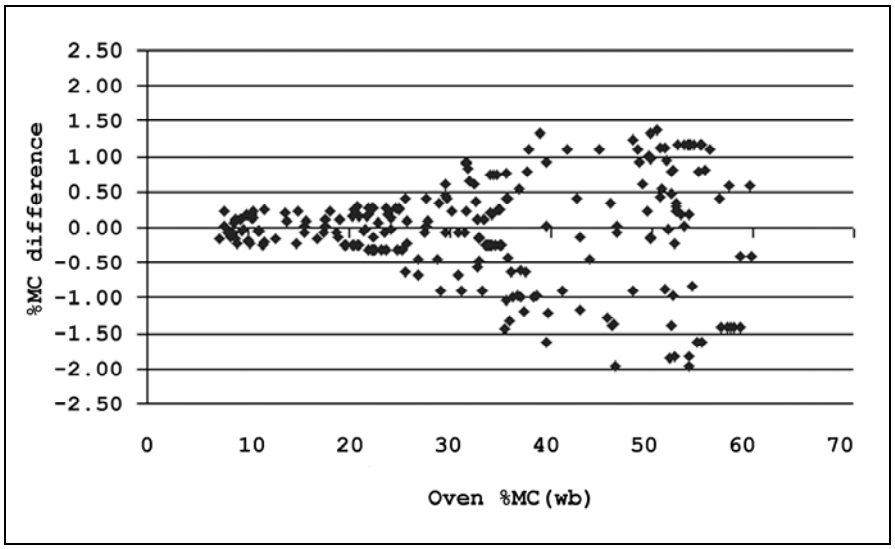

Figure 3 Variation of % moisture content of dried longan as determined by the developed moisture meter and the oven method

สรุป

จากการทดสอบ พบว่าเครื่องวัดความชื้นลำไยอบแห้งทั้งเปลือกมีความแม่นยำในการวัดสูง ความสามารถในการวัดซ้ำสูงโดยมีค่าสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.9977 (Figure 2) สามารถวัดลำไยอบแห้งในช่วงความชื้น 60-10% ที่ค่าความผิดพลาดไม่เกิน ±0.25 ในช่วงลำไยความชื้น 10 – 20% ซึ่งเป็นค่าในการใช้วัดในระหว่างการดำเนินการอบแห้ง และเพื่อตกลงราคาจำหน่าย รวมทั้งเพื่อการตรวจสอบคุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือกระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารอ้างอิง

ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์, ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร, อารีย์ ทิมินกุล และปรีชา อานันท์รัตนกุล. 2549. พัฒนาเครื่องวัดความชื้นลำไยอบแห้งทั้งเปลือก รายงานเรื่องเต็มโครงการวิจัย, สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 9น.

วิไล เสือดี. 2541. กระบวนการอบแห้งและการส่งออกลำไยอบแห้งของจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต เกษตรศาสตร์ (สาขาวิชาการส่งเสริมการเกษตร) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 111น.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2549. มาตรฐานลำไยอบแห้ง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Stuart O. N. 1973. Electrical properties of agricultural products (a critical review) St.Joseph, Mich. American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph. Michigan. 21p.