Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 405-408 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 405-408 (2553)

เครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อน

Young Coconut Fruit Trimming Machine

ณัฐพงศ์ รัตนเดช[1] และ บัณฑิต จริโมภาส[2]
Nuttapong Ruttanadat[1] and Bundit Jarimopus[2]

Abstract

This research was to develop a young coconut fruit trimming (YCFT) machine. The prototype was consisted of 1) power transmission system, which included 1 hp, 1 phase, 50 Hz, 220 v. electric motor, B-type belt, shaft and pulley 2) trimming unit which included body-trimming knife, shoulder-trimming knife, bottom cutting knife and clamping set. Testing was divided into 5 small tests, i.e. a) body-trimming test resulting 2.38% bruise and 6.08% fibrous surface b) shoulder-trimming test resulting 2.2% endocarp-print and 2.22% fibrous surface without bruise c) whole fruit trimming test resulting trimming capacity of 5 minutes/fruit with fibrous surface of 12.24% (body trimming knife was set to the angle of 61° giving rise to minimum fibrous surface) d) repetition of test c) after modification of knives resulting trimming capacity of 20 fruits/hour with fibrous surface of 2.2%, remaining green surface of 4.2% and one operator. Postharvest storage and moisture content of young coconut fruits affected trimming quality and operation. The longer young coconut fruit was stored, the more it would take time to fulfill trimming e) a prototype of the YCFT machine was produced by the manufacturer and tested by researchers. Results showed that the prototype could trim about 21 fruits/hr. with 0.19% fibrous surface and 1.1% remaining green surface. The trimmed young coconut fruits were well accepted by growers and traders who sell the fruits to both local and export markets.

Key word: young coconut fruit, trimming machine

บทคัดย่อ

เครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนต้นแบบประกอบด้วย 1. ชุดส่งกำลัง ได้แก่ มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า 1 เฟส 50 เฮิรตซ์ 220 โวลต์ สายพานร่อง B เพลาต้นกำลัง และพูเล่ย์ 2. ชุดปอกผลมะพร้าว ประกอบด้วย ชุดใบมีดปอกลำตัวผล, ชุดใบมีดปอกยอดผล, ชุดใบมีดตัดก้น และชุดจับยึดผลมะพร้าว การทดสอบประกอบด้วย 5 การทดสอบย่อย คือ ก) การทดสอบปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนในส่วนของการปอกลำตัวผล ปรากฏว่า ผลมะพร้าวเกิดรอยช้ำ 2.38% และเกิดเสี้ยน 6.08% ข) การทดสอบปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนในส่วนของการปอกยอดผล ปรากฏว่า ปอกติดกะลาและเกิดรอยขึ้นที่กะลา 2.2% และเกิดเสี้ยน 2.22% โดยผลไม่มีรอยช้ำเกิดขึ้น ค) การทดสอบปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนในส่วนของการปอกทั้งผลและการทดสอบมุมมีดปอกลำตัวที่ 56, 58.5, 61, 63.5 และ 66 องศากับระนาบเครื่อง ผลปรากฏว่า ใช้เวลาในการปอกรวม ≅ 5 นาที/ผล เกิดเสี้ยนขึ้นถึง 12.27% และมุดมีด 61 องศากับระนาบเครื่องเป็นมุมที่ทำให้มะพร้าวเกิดเสี้ยนน้อยที่สุด ง) การทดสอบปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนหลังการปรับปรุงและแก้ไขเครื่อง การทดสอบหาค่าความแข็งเปลือกและค่าความชื้นของเปลือก ปรากฏว่า เครื่องสามารถปอกผลมะพร้าวอ่อนได้สมรรถนะ ≅ 20 ผล/ชม. โดยเกิดเสี้ยน ≅ 2.2% มีเปลือกเขียว ≅ 4.2% ด้วยคนบังคับคนเดียว ระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวและความชื้นมีผลต่อการปอกเปลือก โดยเวลาในการปอกเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น ทำให้ความชื้นในผลน้อยลง จ) เครื่องต้นแบบเครื่องปอกเปลือกได้ถูกโรงงานทดลองผลิตและทดสอบโดยผู้วิจัย ปรากฏว่า เครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อน สามารถปอกเปลือกได้ ≅ 21 ผล/ชม. เกิดเสี้ยนเฉลี่ย 0.19% พื้นที่เปลือกเขียวเหลืออยู่ 1.1% ผลมะพร้าวที่ถูกปอกเปลือกเป็นที่ยอมรับของผู้ประกอบการและเกษตรกรปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนพร้อมขายในประเทศและส่งออก

คำสำคัญ มะพร้าวอ่อน, เครื่องปอกเปลือก

---

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร ชุมพร 86160
[1] School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chumphon Campus, 86160
[2] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140
[2] Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen/ Postharvest technology Innovation Center Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakohnpathom 73140

บทนำ

มะพร้าวอ่อนเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องมาจากความหอมหวานของน้ำมะพร้าว ดื่มแล้วรู้สึกสดชื่นกระปรี้กระเปร่า และอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ทำให้มีผู้ผลิตมะพร้าวอ่อนและมะพร้าวอ่อนแปรรูปหลายชนิด ส่งขายในประเทศและต่างประเทศทั่วโลก (อัครเดช, 2544) พันธุ์ที่นิยมบริโภคอ่อนคือ พันธุ์น้ำหอม น้ำหวาน หมูสี เป็นต้น สำหรับการส่งออกนิยมพันธุ์น้ำหอมมากสุด ด้วยความหอมของน้ำที่มีกลิ่นคล้ายใบเตย คิดเป็นมูลค่าส่งออกประมาณ 243.97 ล้านบาท (บางเขน 1074, 2546) รูปทรงมะพร้าวอ่อนปอกเปลือกที่ได้รับความนิยมมากคือรูปทรงห้าเหลี่ยม ลักษณะเป็นแบบทรงกรวยวางคว่ำอยู่บนทรงกระบอกฐานสอบเข้าเล็กน้อย ส่วนฐานตัดเสมอกัน (Fig.1) ขั้นตอนการปอกและตัดแต่งนี้ปัจจุบันยังใช้แรงงานคนปอก ซึ่งต้องใช้แรงงานที่มีประสบการณ์และมีทักษะสูง ซึ่งหาได้ยากมาก ดังนั้นการผลิตเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง สำหรับผู้ประกอบการปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อน โดยเครื่องที่ผลิตขึ้นนี้ใช้แรงงานควบคุม 1 คน สามารถปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนได้รูปทรงตามความต้องการของผู้บริโภค

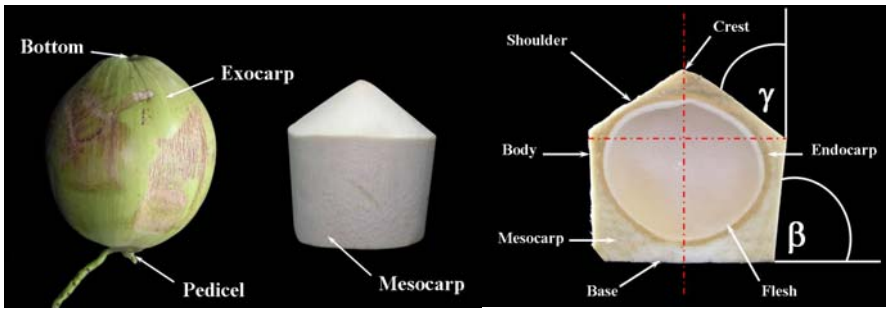

Figure 1 Young coconut fruit and the trimmed fruit

อุปกรณ์และวิธีการ

ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบภายใต้ข้อกำหนด i) ใช้เทคนิคงานกลึง ii) ผลมะพร้าวอ่อนหลังปอกเป็นรูปทรงห้าเหลี่ยม iii) กะทัดรัด คงทน แข็งแรง เคลื่อนย้ายได้ iv) กลไกไม่ซับซ้อน v) ควบคุมเครื่องคนเดียว เครื่องต้นแบบ ประกอบด้วย 1) ชุดส่งกำลัง 2) กล่องควบคุม 3) ชุดมีดปอกลำตัวผลและปอกยอดผล 4) ชุดมีดตัดฐานผล 5) ชุดจับผลมะพร้าว 6) ก้านดันยอดมะพร้าว และ 7) เพลาต้นกำลัง (Fig.4)

ขั้นตอนการทำงาน เริ่มจากนำผลมะพร้าวอ่อนเข้าเครื่อง โดยวางผลมะพร้าวในแนวนอนให้ขั้วมะพร้าวอ่อนอยู่บนเพลาต้นกำลัง หมุนปรับก้านดันยอดผลมะพร้าวเข้าดันจนแน่น จากนั้นเปิดสวิทช์ให้ผลมะพร้าวหมุน ปรับชุดมีดปอกลำตัวเข้าปอกจนได้ระยะที่ต้องการ แล้วปรับเลื่อนออก ปิดสวิทช์ ใช้ชุดจับผลมะพร้าวอ่อนสวมจับส่วนลำตัวผลเข้ากับเพลาต้นกำลัง แล้วเลื่อนก้านดันยอดผลออก เปิดสวิทช์แล้วปรับชุดมีดปอกยอดผลเข้าปอกจนเป็นทรงกรวยตามต้องการ แล้วเลื่อนมีดปอกยอดผลออก ปิดสวิทช์ เลื่อนก้านดันยอดผลเข้าดันอีกครั้ง และถอดชุดจับผลมะพร้าวอ่อนออก เปิดสวิทช์แล้วโยกมีดตัดฐานผลลงหั่นตัดขั้วผลจนขาดแล้วโยกกลับ ปิดสวิทช์ นำผลมะพร้าวอ่อนลงแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ เพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล

แบ่งการทดสอบเป็น

ก. ทดสอบการปอกเปลือกส่วนลำตัวผล

ข. ทดสอบการปอกเปลือกส่วนยอดผล

ค. การทดสอบการปอกเปลือกทั้งผลกับมุมเงยของใบมีด (α_1 และ α_2) ต่างกัน 5 ระดับ คือ 56° 58.5° 61° 63.5° และ 66° โดยใช้ผลมะพร้าวอ่อนจำนวน 50 ผล แบ่งเป็นมุมละ 10 ผลคละขนาด

ง. การทดสอบปอกที่ระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวต่างกัน การทดสอบนี้ใช้ผลมะพร้าวอ่อนที่คัดเลือกโดยเกษตรกรผู้ชำนาญ โดยคัดมะพร้าวคุณภาพดีอายุชั้นครึ่งถึงสองชั้น จำนวน 132 ผล โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 33 ผล สำหรับทดสอบระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวต่างกันดังนี้ คือ 0, 3, 6 และ 9 วัน โดยการเก็บผลมะพร้าวอ่อนนี้จะเก็บที่อุณหภูมิห้องทั่วไป คือ 28.7°C ความชื้น 67.2% การทดสอบการปอกเปลือกในแต่ละครั้งใช้ผลมะพร้าวอ่อนจำนวน 30 ผล แบ่งขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ อย่างละ 10 ผล ทดสอบปอกกับเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อน ส่วนอีก 3 ผล ทำการทดสอบการกดด้วยหัวกดแบบ Plunger ขนาด 6.4 mm. ด้วยอัตราการให้ภาระ 25 mm/min ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine (Instron Model 5569, USA) โดยกด 2 ตำแหน่งที่เส้นกึ่งกลางของผลมะพร้าวอ่อน และแบ่งส่วนเปลือกที่เหลือเพื่อหาค่าความชื้นของเปลือกตาม

ASAE standard No. ASAE S358.2DEC93 (1994) ทำการทดสอบเช่นเดียวกันนี้ในทุกๆ ครั้งที่ทำการปอกเปลือกเมื่อครบตามเวลาการเก็บผลมะพร้าวอ่อนที่กำหนด

โดย % พื้นที่เปลือกปอกไม่หมด = (พื้นที่เปลือกสีเขียวที่เหลือทั้งหมด/พื้นที่ผลมะพร้าวอ่อนปอกเปลือกรวม) x 100 ..... (1)

% พื้นที่เกิดเสี้ยน = (พื้นที่เกิดเสี้ยนทั้งหมด/พื้นที่ผลมะพร้าวอ่อนปอกเปลือกรวม) x 100 ... ..(2)

จ. การทดสอบเครื่องที่ผลิตจากโรงงาน

โดยการทดสอบในแต่ละครั้งใช้ผลมะพร้าวอ่อนพันธุ์น้ำหอมจากอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร

ผลและวิจารณ์ผล

การทดสอบปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนในส่วนของการปอกลำตัวผล ปรากฏว่า ผลมะพร้าวเกิดรอยช้ำ 2.38% และเกิดเสี้ยน 6.08% ส่วนการทดสอบปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนในส่วนของการปอกยอดผล ปรากฏว่า ปอกติดกะลาและเกิดรอยขึ้นที่กะลา 2.2% และเกิดเสี้ยน 2.22% โดยผลไม่มีรอยช้ำเกิดขึ้น

มุมเงยใบมีด (α) มีอิทธิพลต่อการเกิดเสี้ยนบนผิวเปลือก (ใช้โปรแกรมหาพื้นที่ใบไม้ของบัณฑิตและคณะ, 2546) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5% (Table 1) กลุ่มมุมเงยใบมีดที่ α เท่ากับ 61° 66° และ 63.5° เกิดเสี้ยนน้อยที่สุด จึงทำการตั้งมุมเงยใบมีดทั้งปอกลำตัวและปอกยอดผลไว้ที่มุม α = 61°

ระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวมะพร้าวอ่อนมีอิทธิพลต่อการเกิดเสี้ยนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5% (Table 2) ระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวและความชื้นมีผลต่อการปอกเปลือก โดยเวลาในการปอกเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น ทำให้ความชื้นในผลน้อยลง ซึ่งลดลงจาก 88.7% เหลือ 85.3% ในช่วงระยะเวลา 9 วัน (Fig.3) โดยเปลือกมีลักษณะของเนื้อเยื่อคล้ายฟองน้ำกับส่วนของเส้นใยถักทอกันอยู่ (Fig.2) เมื่อมีการสูญเสียน้ำทำให้โครงสร้างภายในลดความแข็งแรงลง วัดได้จากค่า Elasticity ลดลงจาก 5.37 MPa เหลือ 3.86 MPa (Fig.3)

เครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนต้นแบบได้ติดตั้งมุมของใบมีดและกำหนดค่าต่างๆ ตามรายละเอียดดังนี้ (ก) มีดปอกยอดผล γ = 56°, α1 = 61° (ข) มีดปอกลำตัวผล β = 76°, α2 = 61° (ค) ความเร็วรอบในการปอกผลมะพร้าวอ่อนคือ 300 รอบต่อนาที (ง) ใช้คนควบคุมเครื่องคนเดียว และได้ให้โรงงานผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรทำการผลิตเครื่อง (Fig.5)

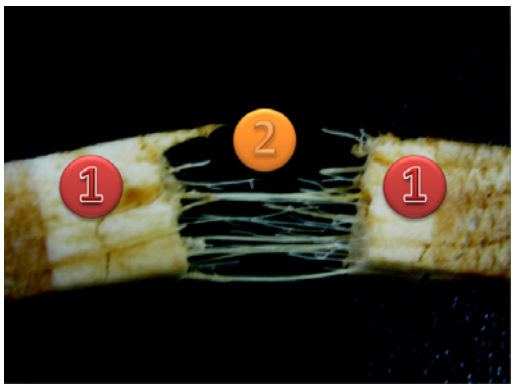

Figure 2 Spongy tissue (1) และ Fibers (2)

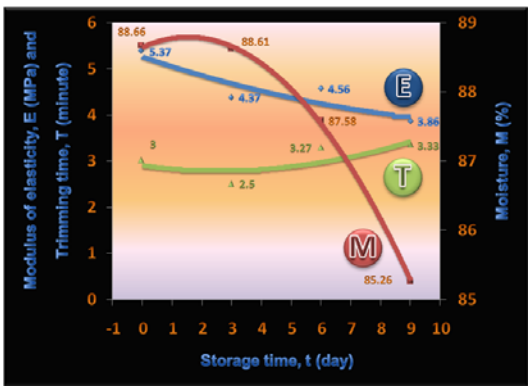

Figure 3 Modulus of elasticity (E), Trimming time (T), and Moisture content (M)

Table 1 Duncan multiple range test of knife angle against remained fibers after trimming

Angle (degree)	Fibrous area, %
61	$21.50^{a} \pm 19.96$
66	$29.34^{a} \pm 24.15$
63.5	$34.28^{a, b} \pm 23.54$
56	$50.48^{b, c} \pm 10.80$
58.5	$59.03^{c} \pm 9.91$

Dancan a, b.

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares, the error term Mean Square (Error) = 350.093.

a, b and c were different at $P < 0.05$

*Uses harmonic mean sample size (N) = 10.

Table 2 Effect of storage time of young coconut fruit on the remained fibers

Storage time (Day)	Fibrous area, %
0	$2.18^{a} \pm 0.52$
3	$4.07^{a} \pm 0.78$
6	$7.62^{b} \pm 4.23$
9	$22.26^{c} \pm 7.46$

Duncan a, b.
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares, the error term Mean Square (Error) = 44.707.
a, b and c were different at P < 0.05.
*Uses harmonic mean sample size = 30.

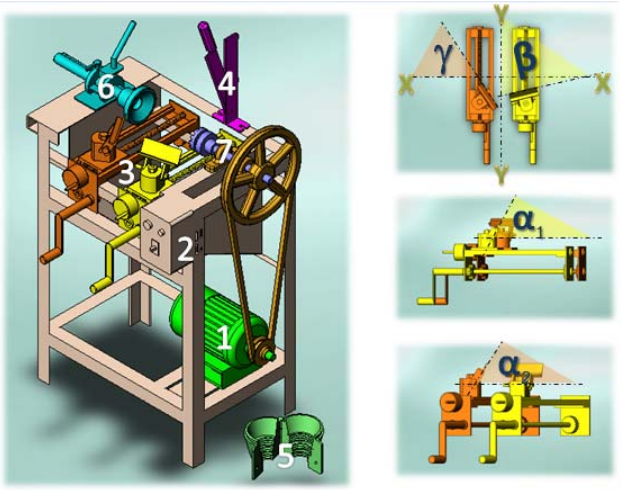

Figure 4 Laboratory prototype

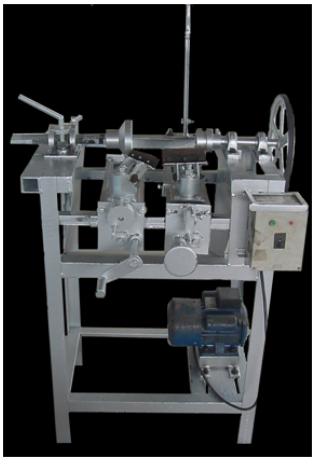

Figure 5 Factory prototype

สรุป

เครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนที่ผลิตจากโรงงาน สามารถปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนได้เฉลี่ย 21 ผลต่อชั่วโมง มีเปลือกสีเขียวเหลือเฉลี่ย 1.1% เกิดพื้นที่เสี้ยนเฉลี่ย 0.2% เห็นได้ว่าด้านรูปทรงและลักษณะของผลมะพร้าวอ่อนปอกเปลือกนั้นเป็นที่ยอมรับและพึงพอใจสำหรับผู้ประกอบการ แต่สำหรับความสามารถในการปอกนั้นยังต่ำกว่าใช้คนปอก (คนปอกประมาณ 40 ผลต่อชั่วโมง) ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วเห็นได้ว่าเวลาที่สูญเสียส่วนใหญ่อยู่ที่การปรับตั้งเครื่องและการสวมชุดจับผลมะพร้าวอ่อน ซึ่งจะต้องพัฒนาเพื่อลดขั้นตอนและเวลาในส่วนนี้ออก อย่างไรก็ตามถือได้ว่าเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนเครื่องนี้เป็นเครื่องแรกที่สามารถปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อนได้สำเร็จโดยใช้เครื่องเพียงเครื่องเดียว และผู้ควบคุมเพียงคนเดียว

คำขอบคุณ

Professor P. Chen, Professor Emeritus, Department of Agricultural and Biological Engineering, University of California, Davis, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, โรงงานจักรวาลคาร์เซ็นเตอร์, ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, สาขาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

เอกสารอ้างอิง

บางเขน 1074.2546. ตลาดส่งออกผลไม้ไทย. นิตยสารสำหรับผู้ส่งออกและบริหาร EXPORTERS REVIEW .16(381):76-86.

บัณฑิต จริโมภาส, จุฑามาศ บุษราคัมวดี และอุไร ธีรพิทยานนท์. 2546 . การหาพื้นที่ใบไม้แบบอัตโนมัติ. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 4 ณ. เคยู โฮม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ วันที่ 13-14 มีนาคม 2546.

อัครเดช เพชรสมัย. 2544. การออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกเปลือกผลมะพร้าวอ่อน. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

ASAE Standards, 1994. ASAE S358.2DEC93, Moisture measurement - Forages, 471 pp.