Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 47-50 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 47-50 (2554)

การใช้เส้นผ่าศูนย์กลาง Reuleaux เพื่อพยากรณ์ปริมาตรและความถ่วงจำเพาะของมะพร้าวอ่อน ด้วยเทคนิค MLR

Reuleaux Diameter in the Prediction of Volume and Specific Gravity of Young Coconut with MLR Technique

กระวี ตรีอำนรรค[1], **ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์**[1], **อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล**[1] **และ มนูศักดิ์ จานทอง**[2]
Krawee Treeamnuk[1], Siwalak Pathaveerat[1], Anupun Terdwongworakul[1] and Manusak Janthong[2]

Abstract

This research aims to study mathematical equations to predict in volume and specific gravity of young coconut fruit in each maturity states. The equations were created from Reuleaux diameter with Multiple Linear Regression, MLR. The two types of equation were created, the first was created from only Reuleaux diameter and the other was created from Reuleaux diameter and height of young coconut fruit. The results shown that the later equation has ability to predict the fruit volume in each and whole maturity state very well (R^2=0.91). The predicted value of volume was used to calculate specific gravity of young coconut fruit and found that the calculated specific gravity was good agree with experimental value (R^2=0.82, RMSEC=0.0383). This non-destructive technique can be applied to evaluated maturity states of young coconut fruit and reduce process of operation form traditional water displacement method.

Keywords: Reuleaux diameter, predicting equation, specific gravity

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาตรและ ความถ่วงจำเพาะของผลมะพร้าวอ่อนในแต่ละวัยจากเส้นผ่านศูนย์กลาง Reuleaux ด้วยเทคนิค multiple linear regression (MLR) สมการทางคณิตศาสตร์สำหรับการทำนายปริมาตรผลมะพร้าวอ่อนถูกสร้างขึ้นสองแบบคือ สมการที่ถูกสร้างขึ้นโดยใช้เฉพาะค่าเส้นผ่านศูนย์กลาง Reuleaux และสมการที่ได้จากค่าเส้นผ่านศูนย์กลาง Reuleaux ร่วมกับความสูงของผลมะพร้าวอ่อน จากการศึกษาพบว่าสมการที่สร้างจากเส้นผ่านศูนย์กลาง Reuleaux ร่วมกับความสูงของผลมะพร้าวมีความสามารถในการพยากรณ์ปริมาตรผลมะพร้าวอ่อนได้อย่างดียิ่ง (R^2=0.91) ทั้งแบบคละวัยและแยกวัย และเมื่อนำค่าปริมาตรที่พยากรณ์ได้มาคำนวณร่วมกับน้ำหนักผลของมะพร้าวพบว่าสามารถพยากรณ์ค่าความถ่วงจำเพาะได้ดี (R^2=0.82, RMSEC=0.0383) เมื่อนำวิธีการประเมินวัยมะพร้าวอ่อนด้วยเทคนิคแบบไม่ทำลายไปปฏิบัติในภาคการผลิตแล้ว การพยากรณ์ค่าความถ่วงจำเพาะด้วยเส้นผ่านศูนย์กลาง Reuleaux แทนการหาคำนวณจากวิธีการแทนที่น้ำ สามารถลดขั้นตอนการปฏิบัติและเวลาลงได้อย่างมาก

คำสำคัญ: เส้นผ่านศูนย์กลาง Reuleaux, สมการพยากรณ์, ความถ่วงจำเพาะ

คำนำ

มะพร้าวอ่อนเป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคกันทั่วไปทั้งตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ โดยเฉพาะพันธุ์น้ำหอม เนื่องจากน้ำมะพร้าวมีกลิ่นหอมคล้ายใบเตย ซึ่งไม่มีในมะพร้าวอ่อนจากประเทศอื่น (สุพจน์, 2543) เป็นไม้ผลที่มีศักยภาพในการส่งออกสูง ในปี 2550 มีมูลค่าการส่งออกรวม 353.45 ล้านบาท (กรมการค้าต่างประเทศ, 2550) ปัญหาส่วนหนึ่งในการผลิตคือการจำแนกวัยและคุณภาพของมะพร้าวอ่อนเพราะผลิตผลที่เก็บเกี่ยวได้จะคละปนระยะการเจริญเติบโตและระดับคุณภาพกัน ส่งผลต่อมาตราฐานการผลิตมะพร้าวอ่อนและทำให้สูญเสียมูลค่าหรืออาจถูกปฏิเสธผลผลิตจากประเทศคู่ค้าเมื่อส่งออกไปแล้วได้ การใช้ดัชนีความบริบูรณ์ (maturity index) ได้แก่การนับอายุ การสังเกตสี รูปร่าง ขนาด และความถ่วงจำเพาะ (SG) สามารถจำแนกวัยของผลิตผลเกษตรได้ดี (จริงแท้, 2544) ความถ่วงจำเพาะและความหนาแน่นจึงเป็นตัวแปรคุณลักษณะทางกายภาพที่สำคัญประการหนึ่ง โดยสามารถใช้เป็นตัวแปรในการจำแนกวัยของมะพร้าวอ่อนได้

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม
[1] Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering at Kampeangsean/ PHTIC, Kasetsart University, Kampeangsean Campus, Nakhon Pathom
[2] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี ปทุมธานี 12110
[2] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamankala University of Technology Tanyaburi, Pathumtani 12110

(Treeamnuk *et al*., 2009) การหาปริมาตรและ SG โดยปกติจะใช้วิธีการแทนที่ด้วยน้ำ (บัณฑิต, 2545) สมบัติทางกายภาพที่สำคัญอีกประการคือ เส้นผ่านศูนย์กลางผลซึ่งถูกใช้เป็นตัวแปรในการคัดขนาดและคุณภาพผลผลิต (กระวี และคณะ, 2552) ภาพตัดขวางของผลมะพร้าวมีความคล้ายคลึงกับสามเหลี่ยมด้านโค้ง (Reuleaux triangle) และเส้นผ่านศูนย์กลาง Reuleaux เป็นตัวแปรหนึ่งที่ถูกใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตแบบสามเหลี่ยมด้านโค้งดังกล่าว (Smith, 1993)

งานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะทำนายปริมาตรและ SG ของผลมะพร้าวอ่อน โดยใช้เส้นผ่านศูนย์กลาง Reuleaux เป็นตัวแปรในการทำนาย

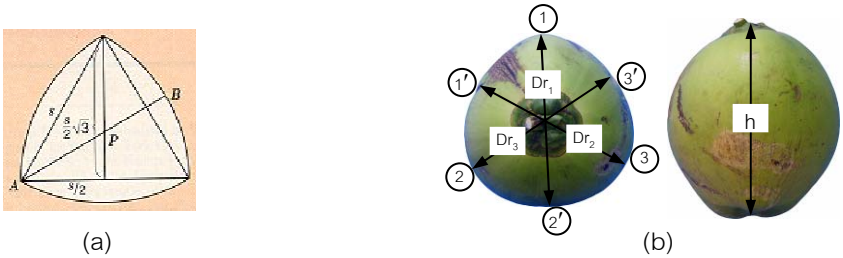
อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวัดมิติของผลมะพร้าวอ่อน

ดำเนินการทดสอบ ที่ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.เกษตรศาสตร์ กำแพงแสน โดยใช้ผลมะพร้าวอ่อนพันธุ์น้ำหอมจากสวนอ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสงคราม วัย immature stage (IS), mature stage (MS) และ over mature stage (OS) วัยละ 20 ผล ประเมินวัยด้วยการวัดความหนาเนื้อ, T ที่ระยะ 1 cm รอบตา นิ่ม(Figure 1(a))ด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Figure 1(b))) (Treeamnuk *et al.,* 2009) โดย ; IS: T < 1.75 mm, MS: 1.76mm ≤ T ≤ 3.80 mm และ OS: T > 3.81 mm (Meeklangsen, 2007) วัดความสูง (h) เส้นผ่านศูนย์กลาง Reuleaux (Dr) ทั้ง 3 เส้น คือ Dr_1, Dr_2, Dr_3 เพื่อหาค่าเฉลี่ยของแต่ละผล (Figure 2)

(a) (b)

Figure 1 Sprout eye (a) and measurement of fresh thickness (b)



(a) (b)

Figure 2 Reuleaux distance (A-B) (a) and measurement positions and length on young coconut fruit (b)

2. การวัดปริมาตรและความถ่วงจำเพาะ (SG)

ด้วยวิธีการแทนที่น้ำตามความสัมพันธ์ eq(1)

$$SG = \text{Weight in air} / \text{Weight in water} \quad (1)$$

นำค่า Dr และ H ไปสร้างสมการพยากรณ์ด้วยเทคนิค multiple linear regression (MLR) เพื่อทำนายปริมาตรและค่า SG ต่อไป

ผลการทดลอง

สมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาตรของผลมะพร้าวอ่อนในแต่ละวัยแสดงใน Table 1

Table 1 Prediction models for young coconut volume

Model	Reuleaux Dia., Dr (cm)	Height, h (cm)	Constant
Model 1	291.795	76.404	-3859.25
Model 2	307.839	0	-2743.42

และความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่พยากรณ์ต่อค่าที่วัดได้จริงของปริมาตรผลแสดงใน Figure 3

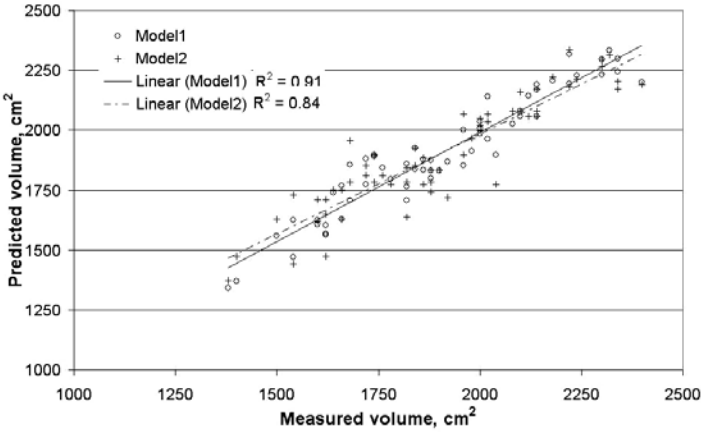


Figure 3 Predicted volume and measured volume of young coconut

Model 1 มีความคลาดเคลื่อนในการทำนายต่ำกว่า Model 2 ในทุกวัยที่ทดสอบ (Table 2)และสามารถทำนายปริมาตรได้ดียิ่งในช่วงวัย mature stage ในวัย over mature stage พบว่า Model 2 ให้ความแม่นยำต่ำลง ซึ่งเป็นไปได้ว่า การพัฒนาของมะพร้าวจากวัย MS ไปสู่วัย OS เส้นผ่านศูนย์กลาง Reuleaux ของผลอาจไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ผลมะพร้าวอาจมีการเพิ่มขึ้นของความสูง (h) เพียงอย่างเดียว ทำให้ Model 1 ที่มีค่า h เป็นตัวแปรด้วยสามารถพยากรณ์ได้ดีกว่า Model 2

Table 2 Statistics of validation of young coconut volume between model 1 and model 2

Stage	Model 1		Model 2	
	R^2	RMSEC	R^2	RMSEC
IS	0.86	93.8152	0.88	94.0097
MS	0.94	66.3422	0.90	86.0633
OS	0.92	66.8797	0.73	131.2470
Total	0.91	76.4046	0.83	102.6180

จาก Table 3 เมื่อนำค่าปริมาตรที่พยากรณ์ได้มาคำนวณเป็นความถ่วงจำเพาะ SG พบว่า Model 1 ให้การพยากรณ์รวมที่ดีกว่า Model 2 โดยที่พยากรณ์ในวัย over mature ได้ดีที่สุด (R^2=0.90) นอกจากนี้ยังให้ความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าเมื่อพิจารณาจากค่า RMSEC และความสัมพันธุ์ของค่าพยากรณ์กับค่า SG จริง แสดงใน Figure 4

Table 3 Statistics of validation of young coconut specific weight between model 1 and model 2

Stage	Model 1		Model 2	
	R^2	RMSEC	R^2	RMSEC
IS	0.49	0.0475	0.55	0.0461
MS	0.78	0.0354	0.63	0.9585
OS	0.90	0.0290	0.56	0.8364
Total	0.82	0.0383	0.70	0.0507

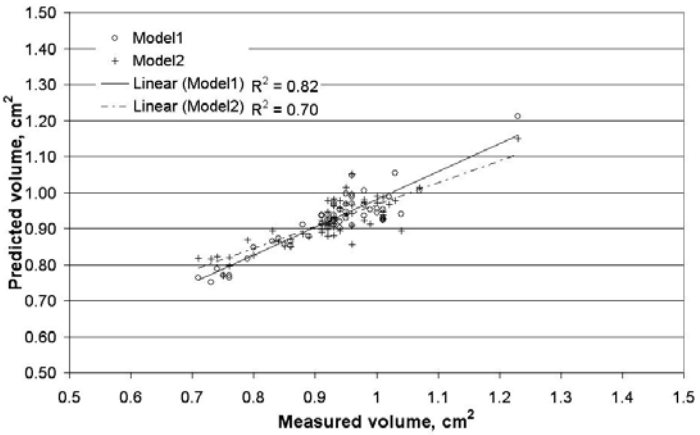


Figure 4 Predicted SG and measured SG of young coconut

สรุป

การใช้เส้นผ่านศูนย์กลาง Reuleaux ร่วมกับความสูงของผลสร้างเป็นสมการด้วยเทคนิค MLR สามารถพยากรณ์ปริมาตรผลมะพร้าวอ่อนได้อย่างดียิ่ง (R^2=0.91, RMSEC=76.4046) ทั้งแบบคละวัยและแยกวัย และเมื่อนำค่าปริมาตรที่พยากรณ์ได้มาคำนวณร่วมกับน้ำหนักผลของมะพร้าวพบว่าสามารถพยากรณ์ค่าความถ่วงจำเพาะได้ดี (R^2=0.82, RMSEC=0.0383)

คำขอบคุณ

ด้วยความระลึกถึง ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต จริโมภาส ผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว หน่วยงานร่วมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมการค้าต่างประเทศ. 2550. สถิติการส่งออก - นำเข้า. แหล่งที่มา: http://www.dft.go.th. วันที่เข้าถึงข้อมูล 17 กันยายน 2552.

กระวี ตรีอำนรรค, ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์, อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล และมนูศักดิ์ จานทอง. 2552. การทดสอบเครื่องคัดขนาดชมพู่แบบไร้ความเสียหาย. สัมมนาวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 7. 19-20 สิงหาคม 2552. จ.กระบี่.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2544. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 396น.

บัณฑิต จริโมภาส. 2545. สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เกษตร ภาค1: ทฤษฎี. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตร์ศาสตร์, กรุงเทพ. 161น.

สุพจน์ ตั้งจตุพร. 2543. มะพร้าวน้ำหอม. วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีชลบุรี กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, ชลบุรี. 366 น.

Meeklangsen, V. 2007. Mechanical, Sound and Physiological Property of Young Coconut Fruit as Related to Maturity. M.S. Thesis. Agricultural Engineering Dept., Kasetsart University, Bangkok.

Smith S. 1993. Drilling Square Holes. The Mathematics Teacher 86 (7): 579-583.

Treeamnuk, K., B. Jarimopas, S. Pathaveerat, M. Janthong and S. Jiwanuwong. 2009. Maturity grading of fresh young coconut fruit based on light property. In Proceedings of the 10th Annual Conference of Thai Society of Agricultural Engineering. 1-3 April 2009, Nakhon Ratchasima.