Agricultural Sci. J. 39 : 3 (Suppl.) : 445-448 (2008) ว. วิทย. กษ. 39 : 3 (พิเศษ) : 445-448 (2551)

สมบัติทางกายภาพของผลหมากแห้ง
Physical Properties of Dry Betel Nut Fruit

นฤมล บุญกระจ่าง[1] และบัณฑิต จริโมภาส[2]
Narumon Boonkrachang[1] and Bundit Jarimopas[2]

Abstract

Betel nut was randomized for measuring major diameter, minor diameter, height and weight that divided the nut into three sizes (small, medium, large) by equal quantity and percentile. Division of height by percentile was simple and quick. The height in the first week was 45.06 ± 3.06, 48.74 ± 3.79, and 58.37 ± 3.94 mm respectively. In 6th week, the height was 41.89 ± 1.16, 45.56 ± 0.96 and 47.73 ± 2.01 mm respectively. In the final week (7th) moisture content was 4.73%, 5.38%, and 6.58%(w.b.) respectively. The dry betel nut was rather spherical that observable by sphericity and diameter ratio. The other physical properties reduced when drying time increased. However, the porosity was increased when the drying time was increased. These parameters could be utilized to design machine.

Key words: maturity, betel nut, dry, physical property

บทคัดย่อ

หมากสุกคัดขนาดเป็น 3 ขนาด(เล็ก, กลาง, ใหญ่) ด้วยการสุ่มวัดเส้นผ่านศูนย์กลางหลัก รอง ความสูง และน้ำหนัก โดยการเปรียบเทียบค่า Percentile และการแบ่งจำนวนหมากเท่าๆ กัน พบว่าวิธีแบ่งค่า Percentile เป็นวิธีที่ง่าย โดยใช้ตัวแปรความสูง สะดวกและรวดเร็วในการแบ่ง มีขนาด 45.06, 48.74 และ 58.37 mm ตามลำดับ และในสัปดาห์ที่ 6 หมากแห้งมีความสูง 41.89 ± 1.16, 45.56 ± 0.96 และ 47.73 ± 2.01 mm ตามลำดับ สัปดาห์ที่ 7 หมากมีความชื้น 4.73%, 5.38%, และ 6.58%(w.b.) ตามลำดับ ลักษณะสัณฐานของหมากสุกและหมากแห้งเป็นทรงกลม สังเกตได้จากค่า Sphericity และ Diameter ratio ส่วนสมบัติทางกายภาพอื่นๆ มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาในการตากเพิ่มขึ้น ยกเว้นความพรุน โดยตัวแปรต่างๆเหล่านี้เป็นตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบเครื่องมือทำงานกับหมาก

คำสำคัญ: หมากสุก, หมากแห้ง และ สมบัติทางกายภาพ

คำนำ

หมาก (Betel nut or Areca nut) เป็นพืชตระกูลปาล์ม ทุกส่วนของหมากสามารถใช้ประโยชน์ได้ เช่น กาบหมากสามารถนำมาทำแผ่นกระดาษอัด (paper board)(Raghupathy et al., 2002)และยังใช้เป็นภาชนะสำหรับห่อข้าวเนื่องจากมีความเหนียวและทนทาน (ไทยรัฐ,2550) ลำต้นทำเป็นสะพาน ด้านยารักษาโรค เนื่องจากในหมากมีสารประกอบทางเคมีหลายตัวโดยเฉพาะสารที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท (Singh and Rao, 1995; Norton, 1998; สถาบันพืชสวน, มปป.) รากนำมาต้มแก้อาการปากเปื่อย หรือโรคบิด(สถาบันพืชสวน, มปป.) หมากแห้งยังเป็นอาหารทานเล่นของชาวเนปาล(เดลินิวส์ม,2551) ประเทศที่มีการผลิตหมากมากที่สุดในโลกคือ อินเดีย(330,000 metric tons) รองมาได้แก่จีน(162,253 metric tons) พม่า (57,000 metric tons) บังกลาเทศ(51,000 metric tons) อินโดนีเซีย(41,000 metric tons) ไทย(26,000 metric tons) และมาเลเซีย(1,300 metric tons)(CRN India, 2008) หมากที่มีขายกันทั่วไปมี 2 ประเภท คือหมากสด และหมากแห้ง (กรมส่งเสริมการส่งออก,2547; สถาบันพืชสวน, มปป.) การส่งออกหมากแห้งมีแนวโน้มที่ดีกว่าหมากสดเนื่องจากมีตลาดที่กว้างกว่า

[1] นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะบัณฑิตวิทยาลัย / ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73410
[1] Graduate Student, Department of Agricultural Engineering, Graduate School / Postharvest Technology Innovation Center, Kasetsart University, Nakohnpathom 73140.
[2] ศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน / ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสนนครปฐม 73410
[2] Professor, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering at Kampheangseang / Postharvest Technology Innovation Center, Kasetsart University, Kampheangseang, Nakohnpathom 73140.

ประเทศไทยส่งออกผลหมากทั้งที่เป็นแบบเมล็ด และแบบหั่น(สถาบันพืชสวน, มปป.) ในรูปเครื่องเทศและสมุนไพร ในปี 2550 มีการขยายตัวถึง 66.21%ในช่วงเดือนมกราคม-กรกฎาคม (กรมส่งเสริมการส่งออก, 2550) การผลิตหมากใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นเครื่องมือสำหรับกระบวนการผลิตหมากแห้งจึงมีความสำคัญแต่ขาดแคลน โดยเฉพาะการกะเทาะเปลือก เพื่อให้ทันกับความต้องการ ได้หมากเต็มเมล็ดสูงและใช้แรงงานน้อย ดังนั้นการศึกษาทางด้านสมบัติทางกายภาพและทางกลของหมากสุกตากแห้งจึงมีความจำเป็น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะ หรือเครื่องมือแปรสภาพอื่นๆ ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้หมากสุกจากสวนของเกษตรกรในจังหวัดเพชรบุรี นำมาทดลองที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม ลักษณะผลหมากที่สังเกตได้มี 2 แบบ คือกลมแป้น และกลมรี สุ่มหมากสุก 915 ลูก วัดขนาด เพื่อแบ่งขนาดหมากออกเป็น 3 ขนาด(เล็ก(S), กลาง(M),ใหญ่ (L)) นำหมากที่คัดขนาดแล้วไปตากแดด ทุก 7 วันนำมาวัดสมบัติทางกายภาพและทางกล โดยใช้หมาก 3 ขนาดๆ ละ 10 ซ้ำๆ ละ 10 ผล ในแต่ละสัปดาห์วัดค่าสมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางกายภาพประกอบไปด้วยขนาด, น้ำหนักผล, ความชื้น(Moisture content, %w.b.), ความหนาแน่นผล (Solid density, ρ_S), ความหนาแน่นรวม (Bulk density, ρ_B), สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต(Coefficient of static friction, μ_S), ความเป็นทรงกลม(Sphericity, ϕ), ความพรุน(Porosity, ε), มุมรวมกอง (Angle of repose, θ)

ผลและวิจารณ์

การแบ่งขนาดหมาก

การพิจารณาแบ่งขนาดตามเส้นผ่านศูนย์กลางหลัก เส้นผ่านศูนย์กลางรอง ความสูง และน้ำหนัก จากนั้นแจกแจงความถี่พบว่าทุกตัวแปรมีการแจกแจงแบบปกติ โดยเฉพาะเส้นผ่านศูนย์กลางหลักและความสูง(Fig. 1) ใช้วิธีแบ่งหมาก 2 วิธี คือแบ่งตามจำนวนหมากออกเป็น 3 ส่วน(ส่วนละ 305 ผล) และแบ่งโดยใช้ Percentile ที่ 35% 65% และ 100% พบว่าได้เส้นโค้งแจกแจงความถี่ที่ใกล้เคียงกับเส้นโค้งปรกติ และมีค่ากลางและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 2 วิธีที่ใกล้เคียงกันดังแสดงใน Table 1

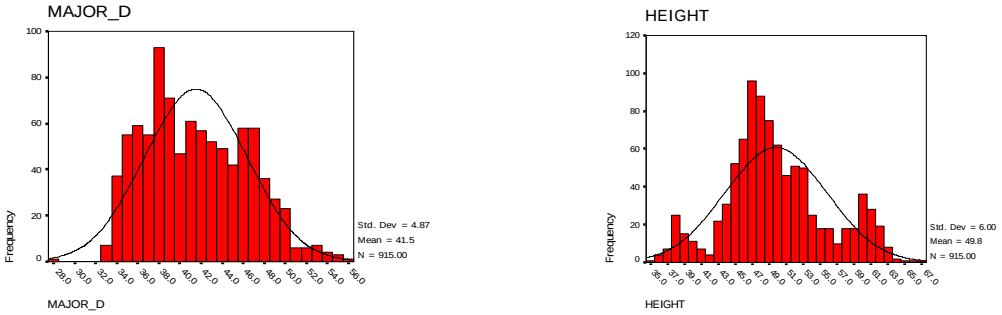

Fig. 1 Normal curve distribution of mature betel nut in major diameter(MAJOR_D) and height (HEIGHT)

จากการเปรียบเทียบวิธีการแบ่งขนาดหมากสุกทั้ง 2 วิธี พบว่าได้ค่าเฉลี่ยของความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางหลักที่ใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางหลักเลือกวิธีการแบ่งด้วยความสูง และใช้การแบ่งค่า Percentile เนื่องจากสะดวกในการวัด และในสัปดาห์สุดท้ายหมากแห้งแต่ละขนาดมีความสูงผล 41.89 ± 1.16, 45.56 ± 0.96 และ 47.73 ± 2.01 mm ตามลำดับ

Table 1 Comparison of physical characteristic parameters for sizing.

Parameter	at 50% in each levels of Percentile(mm)			divide 3 levels at 305 fruit(mm)		
	35%	65%	100%	1-305	306-610	611-915
Height	45.06 ± 3.17*	48.74 ± 1.08	58.37 ± 3.80	44.97 ± 3.17	48.74 ± 1.19	56.02 ± 3.73
Major Diameter	36.42 ± 1.55	41.08 ± 1.57	46.87 ± 2.48	36.46 ± 1.57	41.03 ± 1.46	46.77 ± 2.54

* xxx ± x.xx front number is average value and the next is standard deviation

สมบัติทางกายภาพ

ความชื้น และขนาด

ความชื้นผลหมากลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 3 สัปดาห์แรก หลังจากนั้นเริ่มคงที่จนถึงสัปดาห์ที่ 7 หมากมีความชื้น 4.73(± 0.60), 5.38(± 0.62), และ 6.58(± 0.72) % ตามขนาดเล็ก(S), กลาง(M) และใหญ่(L) ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงด้านความสูงมีค่าน้อยที่สุดคิดเป็น 8.16%(S), 8.84%(M) และ 12.04%(L)(Fig. 2) ในสัปดาห์สุดท้าย ส่วนในเส้นผ่านศูนย์กลางหลักและรองมีมาก เนื่องจากลักษณะของเนื้อชั้นเปลือกมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ(Fig. 3) เมื่อความชื้นลดลงน้ำหายไปจากเซลทำให้ยุบตัว ในขณะที่เส้นตามแนวแกนมีการบิดงอเพียงเล็กน้อย ดังนั้นเส้นผ่านศูนย์กลางหลักและรอง มีความสำคัญในต่อการออกแบบเครื่องมือกะเทาะ เช่นระยะห่างระหว่างตะแกรงกะเทาะกับล้อกะเทาะ(สุทธิพร และคณะ)

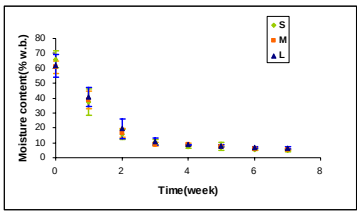

Fig. 2 Behavior of betel nut drying

Fig. 3 Mesocarp of betel nut looked as similarly as spongy.

สมบัติทางกายภาพอื่นๆ

หมากสุกเมื่อแห้งแล้วยังคงมีลักษณะกลมแป้นเช่นเดิม สังเกตจากค่า Diameter ratio(D_{min}/D_{max}) มีค่าสูง (Table 2) สอดคล้องกับค่า sphericity โดยเฉพาะหมากขนาดใหญ่ ดังนั้นในการออกแบบเครื่องมือต่างๆ เกี่ยวกับหมากแห้งสามารถตั้งสมมุติฐานได้ว่าหมากมีลักษณะเป็นทรงกลม และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าในสัปดาห์สุดท้ายหมากแห้งมีค่าsolid density ไม่แตกต่างทางสถิติ เช่นเดียวกับค่าความพรุน แต่ปริมาตรของหมากแต่ละผลในสัปดาห์ที่ 6 มีความแตกต่างกันทางสถิติ และค่ามุมรวมกองของขนาดกลาง(M) มีค่ามากที่สุดซึ่งสามารถนำไปใช้ในการออกแบบชุดป้อนผลหมากเข้าสู่ชุดกะเทาะหรือออกแบบถังเก็บผลหมากแห้ง

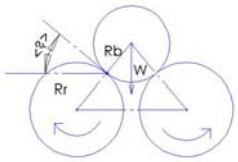

Fig. 4 Diagram of dry betel nut husk by roller

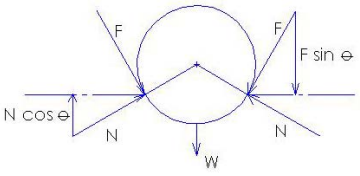

Fig. 5 The corresponding free body diagram of betel nut.

ตัวอย่างการออกแบบลูกกลิ้งกะเทาะ จากสมการการออกแบบของ Wang (1963) โดยใช้ข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางหลักและรอง ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งแต่ละช่วงต้องไม่เกินความสูงของผลหมาก มุมเอียงของลูกกะเทาะมุมเสียดทานการกลิ้งโดยใช้หลักการสมดุลแรงใน Fig. 5 จากการคำนวณลูกกลิ้งกะเทาะมีขนาด 90 mm ซึ่งสามารถกะเทาะได้ทั้ง 3 ขนาด

Table 2 Some physicals properties of dried betel nut at 6th week.

Time		First week			Final week		
Size		S	M	L	S	M	L
Solid density	(g/cm^3)	0.71 ± 0.10	0.68 ± 0.14	0.63 ± 0.12	0.37 ± 0.05*	0.39 ± 0.03*	0.40 ± 0.03*
Bulk density	(g/cm^3)	0.57 ± 0.08	0.55 ± 0.01	0.51 ± 0.00	0.23 ± 0.01	0.23 ± 0.01	0.22 ± 0.01
Porosity	(%)	18.45 ± 6.88	17.02 ± 6.15	16.36 ± 9.74	36.00 ± 6.66	38.02 ± 5.42	36.78 ± 5.17
True volume	(cm^3)	35.59 ± 2.12	47.67 ± 2.86	76.86 ± 3.28	25.13 ± 3.61*	32.74 ± 2.49*	37.38 ± 1.53*
Angle of repose	(degree)	29.00 ± 0.83	28.97 ± 2.33	30.71 ± 5.88	27.56 ± 1.31	31.10 ± 3.57	28.90 ± 1.79
Coefficient of	steel	0.59 ± 0.04	0.59 ± 0.04	0.68 ± 0.03	0.53 ± 0.08+	0.42 ± 0.07+	0.42 ± 0.08+
static friction	rubber	0.43 ± 0.04	0.44 ± 0.02	0.44 ± 0.02	0.59 ± 0.10+	0.59 ± 0.11+	0.59 ± 0.10+
Sphericity	(%)	86.45 ± 5.12	88.04 ± 4.01	90.75 ± 4.82	84.92 ± 3.18*	87.63 ± 2.08*	88.53 ± 2.69*
Diameter ratio	(%)	98.42 ± 0.49	98.30 ± 0.23	97.87 ± 0.45	95.97 ± 5.62*	98.06 ± 0.50*	98.12 ± 0.51*

* 6 weeks for sunlight dried

\+ 7 weeks for sunlight dried

สรุป

การแบ่งขนาดผลหมากใช้ความสูงเป็นตัวกำหนด เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการคัดขนาดก่อนนำไปตาก ระยะเวลาในการตากมีอิทธิพลต่อสมบัติทางกายภาพอื่นโดยเฉพาะความชื้นที่ลดลงมากกว่า 80%ในการตากแดดเป็นเวลา 7 สัปดาห์ ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาคำนวณขนาดลูกกลิ้งกะเทาะได้ มีขนาด 90 mm สิ่งที่ต้องพิจารณาต่อไปคือระยะเวลาที่เหมาะสมกับกับการนำไปกะเทาะและสมบัติทางกล

คำขอบคุณ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สนับสนุนทุนวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุเคราะห์เครื่องมือการทดสอบ และ บริษัท จาร์พา เท็คเซ็นเตอร์ จำกัด อนุเคราะห์ load cell

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการส่งออก. 2547. หมากเพื่อส่งออก. วารสารผู้ส่งออก, 7(402): 79-85.

กรมส่งเสริมการส่งออก. 2550. ข้อมูลการค้าและการส่งออก. Available on: http://www.depthai.go.th/go/home

เดลินิวส์. 2551. ช่องทางทำกิน: อาหารเนปาล. เดลินิวส์ ฉบับวันอาทิตย์ที่ 20 มกราคม 2551.

ไทยรัฐ. 2550. โช้ยสุดสัปดาห์:ส่งท้ายปลายปีด้วยขุมพลังแห่งการโช้ยข้าวห่อกาบหมากร้าน “สวนย่าสน” ลุยทุ่งมุ่งสู่ความแซบ. ไทยรัฐ ฉบับวันอาทิตย์ที่ 30 ธันวาคม 2550.

สถาบันพืชสวน. มปป. เอกสารวิชาการที่ 16 เรื่อง หมาก. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร และสหกรณ์. 33 น.

สุทธิพร เนียมหอม, บัณฑิต จริโมภาส และเอนก สุขเจริญ. 2006. การทดสอบเครื่องกะเทาะผลหมาที่ปรับปรุง. Agricultural Science Journal. Vol 37(5); 244-247.

CRN India. 2008. Analysizing the Indian Stock Maket. Available on: http://www.crnindia.com/commodity/arecanut.html

Norton, A Scoot. 1998. Special Article, Betel: Consumption and consequences. Journal of the American Academy of Dermatology, January. 81-88.

Raghupathy, R., R. Viswanathan, and CT. Devadas. 2002. Quality of paper boards from arecanut leaf sheath. Bioresource Technology, Vol. 82. 99-100. Available on: http://www.sciencedirect.com

Singh, A. and A. R. Rao. 1995. Modulatory influence of arecanut on antioxidant 2(3)-*tert*-butyl-4-hydroxy anisole-induced hepatic detoxification system and antioxidant defence mechanism in mice. Cancer Latter, Vol. 91. 107-114. Available on: http://www.sciencedirect.com

Wang, Jaw-kai. 1963. Design of a Ground Berry Husking Machine. Transaction of the ASAE, Vol. 6(4). 311-312.