

การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางกลของผลเงาะ
Study of Physical and Mechanical Properties of Rambutan Fruit

อนุสรุ ติดตารัมย์¹ กระวี ตริอำนาจรรค¹ เทวรัตน์ ตริอำนาจรรค² และกิตติรัตน์ รุ่งรัตนอุบล³
Anusara Tidtaram¹, Krawee Treeamnu¹, Tawarat Treeamnu² and Kittirat Rungrattanaubol³

Abstract

This research aimed to study the physical properties and mechanical properties of Rambutan (Rongrean Cultivar). Study with 4 sizes (sizes 1, 2, 3 and 4) of graded rambutan fruits from a retail market were found that the average weight of fruits. Rambutan fruit are 49.89, 36.51, 32.87 and 25.90 g respectively. The difference sizes of rambutan consisted of height (H) 55.02, 47.98, 46.35 and 43.43 mm; maximum diameter (D_{max}) 43.99, 36.69, 38.49 and 35.36 mm; and minimum diameter (D_{min}) 38.93, 36.36, 35.19 and 32 mm. The difference sizes of rambutan seed consisted of height (h) 26.74, 23.34, 22.32 and 24.59 mm; maximum diameter (d_{max}) 15.44, 13.90, 13.59 and 15.67 mm; minimum diameter (d_{min}) 9.12, 9.34, 8.97 and 10.50 mm. The average moisture content of peel, pulp and seed of rambutan are 79.31%w.b., 83.55%w.b. and 42.56%w.b., respectively. The average specific weight (SG) of rambutan are 1.04 and the rolling angle between fruit and stainless, galvanize steel and steel were 11.95°, 16.95° and 14.32°, respectively. Force from quasi-static compression test in seed and pulp separation was 244.2N. This study result can be applied to design of automatic rambutan seed removing and peeling machine in the next research process.

Keywords: Rambutan, Physical Properties, Mechanical Properties

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของผลเงาะพันธุ์โรงเรียน ศึกษาทั้งเงาะซึ่งแบ่งขนาดเชิงการค้าออกเป็น 4 ขนาด คือ 1, 2, 3 และ 4 พบว่าเฉลี่ยของน้ำหนักผลเงาะก่อนปอกเปลือกเท่ากับ 49.89, 36.5, 32.87 และ 25.90 g ตามลำดับ รูปร่างของเงาะทั้ง 4 ขนาด ประกอบด้วย ความสูง (H) มีค่า 55.02, 47.98, 46.35 และ 43.43 mm เส้นผ่านศูนย์กลางค่ามาก (D_{max}) มีค่า 43.99, 39.69, 38.49 และ 35.36 mm เส้นผ่านศูนย์กลางค่าน้อย (D_{min}) มีค่า 38.93, 36.36, 35.19 และ 32.00 mm รูปร่างของเมล็ดเงาะทั้ง 4 ขนาด ประกอบด้วย ความสูงเมล็ด (h) มีค่า 26.74, 23.34, 22.32 และ 24.59 mm เส้นผ่านศูนย์กลางค่ามาก (d_{max}) มีค่า 15.44, 13.90, 13.59 และ 15.67 mm เส้นผ่านศูนย์กลางค่าน้อย (d_{min}) มีค่า 9.12, 9.34, 8.97 และ 10.50 mm ความหนาของเปลือกเงาะทั้ง 4 ขนาด มีค่า 6.09, 5.11, 5.07 และ 4.51 mm ความชื้นของเปลือก เนื้อและเมล็ดเงาะ มีค่า 79.31% w.b., 83.55% w.b. และ 42.56% w.b. ตามลำดับ ความถ่วงจำเพาะ (SG) ของเงาะเฉลี่ยทั้ง 4 ขนาดเท่ากับ 1.04 มุมกลิ้งของผลเงาะเฉลี่ยทั้ง 4 ขนาดเมื่อนำไปทดสอบกับวัสดุผิวราบประเภทสแตนเลส, เหล็กอาบสังกะสี และเหล็ก คือ 11.95°, 16.95° และ 14.32° ตามลำดับ แรงที่ใช้ในการแยกเมล็ดออกจากเนื้อด้วยการกดแบบเกือบสถิต มีค่าเป็น 244.2N ซึ่งผลจากการศึกษาดังกล่าวนี้จะถูกใช้ในการออกแบบเครื่องควั่นเมล็ดและปอกเปลือกเงาะแบบอัตโนมัติต่อไป

คำสำคัญ: เงาะ, สมบัติทางกายภาพ, สมบัติทางกล

คำนำ

เงาะเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่หลายพื้นที่ในประเทศไทยนิยมปลูกได้แก่ ภาคตะวันออกและภาคใต้ สายพันธุ์เงาะที่นิยมปลูกกันในการค้าได้แก่ พันธุ์โรงเรียน, พันธุ์สีชมพู และพันธุ์สีทอง เนื่องจากเงาะมีทั้งคุณค่าทางโภชนาการ, รสชาติ, กลิ่น และเนื้อสัมผัสที่ดีจึงถูกนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกหลายชนิด ได้แก่ เนื้อเงาะเชื่อม เนื้อเงาะบรรจุกระป๋อง ฯลฯ

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000

¹School of Mechanical Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakomratchasima 30000

²สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

²School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakomratchasima 30000

³สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี 22000

³Program of Mechatronics Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi 22000

ขั้นตอนในการเตรียมผลเงาะเป็นวัตถุดิบสำหรับการแปรรูปที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่ง คือการปอกเปลือกและการคว้านเมล็ดเงาะ เพื่อให้เหลือเฉพาะเนื้อเงาะ ซึ่งวิธีในการปฏิบัติในปัจจุบันยังใช้แรงงานคนที่มีความชำนาญใช้มีดในการปอกเปลือกและคว้านเมล็ดอยู่ทำให้ใช้เวลาในการปฏิบัติมาก เกิดความสูญเสียสูง และเสี่ยงต่อการเกิดบาดแผลจากอุปกรณ์ที่ใช้ที่อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนและติดต่อหลักความปลอดภัยในการผลิตอาหารได้ เครื่องจักรที่สามารถปอกเปลือกและคว้านเมล็ดเงาะจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกเพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านี้ ศุภศิษฏ์ และคณะ (2558) ได้ศึกษามันฝรั่งทางกายภาพบางประการที่มีผลต่อการออกแบบเครื่องคว้านเมล็ดเงาะ นอกจากสมบัติทางกายภาพของเงาะแล้ว สมบัติทางกลของเงาะก็เป็นตัวแปรสำคัญที่นำไปใช้ในการออกแบบเครื่องจักรที่สามารถคว้านเมล็ดและปอกเปลือกเงาะด้วย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามันฝรั่งทางกายภาพและสมบัติทางกลของเงาะพันธุ์โรงเรียนเพื่อนำไปใช้ออกแบบเครื่องคว้านเมล็ดและปอกเปลือกเงาะต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษามันฝรั่งทางกายภาพของผลเงาะ

ศึกษามันฝรั่งทางกายภาพของเงาะพันธุ์โรงเรียน 4 ขนาด (มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกช 12 - 2549 (เงาะ)) โดยใช้ขนาดละ 50 ผล ดังนี้

1. น้ำหนักของเงาะก่อนปอกเปลือก
2. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทั้ง 3 แกนของผลเงาะก่อนปอกเปลือก, หลังปอกเปลือกและเมล็ด ประกอบด้วยความสูง (H), ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางค่ามาก (D_{max}) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางค่าน้อย (D_{min}) (Figure 1) โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์แบบดิจิทัล
3. ความหนาของเปลือกเงาะ
4. ความถ่วงจำเพาะ (SG)
5. มุมกลิ้งของผลเงาะโดยทดสอบกับวัสดุผิวราบประเภทสแตนเลส, เหล็กอบสังกะสีและเหล็ก โดยใช้เงาะทั้ง 4 ขนาดขนาดละ 5 ผล ทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

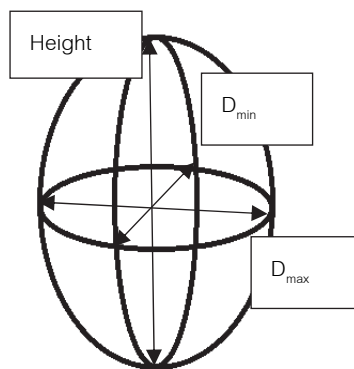


Figure 1. Dimensions of rambutan fruit

2. การศึกษาปริมาณความชื้นของผลเงาะ

สุ่มเลือกผลเงาะที่ใช้ในการทดสอบขนาดละ 5 ผล โดยแยกเปลือก, เนื้อ และเมล็ด นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง (ศุภศิษฏ์ และคณะ, 2558)

3. การศึกษามันฝรั่งทางกลของผลเงาะ

แรงที่ใช้ในการแยกเมล็ดออกจากเนื้อเงาะ ทำการทดสอบกับเงาะทั้ง 4 ขนาด ขนาดละ 10 ผล โดยใช้ Universal Testing Machine (UTM) และใช้ใบมีดแบบทรงกระบอกตรงในการกดเพื่อคว้านเมล็ด (ทรงธรรม และกิตติรัตน์, 2554)

ผล

1. ผลการศึกษามันฝรั่งทางกายภาพของผลเงาะ

จากการศึกษามันฝรั่งทางกายภาพของผลเงาะพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของเงาะขนาด 1, 2, 3 และ 4 เป็น 49.89, 36.51, 32.87 และ 25.90 g (Table 2)

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลเงาะก่อนปอกเปลือก หลังการปอกเปลือกและเมล็ดเงาะ (Table1) ความหนาของเปลือกเงาะเฉลี่ยขนาดที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่า 6.09 ± 1.04 , 5.11 ± 0.65 , 5.07 ± 0.99 และ 4.51 ± 0.67 mm

Table 1 Dimension of Rambutan whole fruit, without peel and rambutan seed

		d_{max}	d_{min}	Height
Size 1	Whole fruit	43.99	38.93	55.02
	Without peel	31.77	28.01	41.60
	Seed	15.44	9.11	26.74
Size 2	Whole fruit	39.69	36.36	47.98
	Without peel	29.48	26.57	37.33
	Seed	13.90	9.35	23.34
Size 3	Whole fruit	38.49	35.19	46.35
	Without peel	28.32	25.42	35.88
	Seed	13.59	8.97	22.32
Size 4	Whole fruit	35.36	32.00	43.43
	Without peel	26.59	23.43	33.74
	Seed	15.67	10.50	24.59

ความถ่วงจำเพาะของผลเงาะ(Specific Gravity,SG) เฉลี่ยทั้ง 4 ขนาดคือ 1.0407 และมุมกิ้งของผลเงาะเฉลี่ยทั้ง 4 ขนาดที่ได้จากการนำไปทดสอบกับวัสดุผิวราบประเภท สเตนเลส, เหล็กอาบสังกะสี และเหล็ก คือ 11.95° , 16.95° และ 14.32° ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Some physical properties of Rambutan fruit.

Size	Weight (g)	Specific Gravity	Rolling Angle		
			Stainless($^{\circ}$)	galvanize steel ($^{\circ}$)	Steel ($^{\circ}$)
1	49.89	1.0371	10.40 ± 2.72	13.07 ± 2.58	10.47 ± 1.30
2	36.51	1.0497	10.13 ± 1.85	15.00 ± 2.10	11.73 ± 1.22
3	32.87	1.0466	9.80 ± 1.86	19.60 ± 3.14	15.20 ± 1.52
4	25.9	1.0293	17.47 ± 2.13	20.13 ± 2.23	19.87 ± 1.85

2. ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของเปลือก, เนื้อและเมล็ดเงาะ

จากการทดสอบเพื่อหาปริมาณความชื้นพบว่า ปริมาณความชื้นของเปลือก, เนื้อ และเมล็ดเงาะเป็น $79.31\pm 1.45\%$ w.b., $83.55\pm 2.38\%$ w.b. และ $42.56\pm 5.80\%$ w.b. ตามลำดับ

3. ผลการศึกษาสมบัติทางกลของผลเงาะ

จากการศึกษาผลของแรงกดที่ใช้กดเพื่อแยกเมล็ดเงาะออกจากเนื้อเงาะ พบว่า แรงกดสูงสุดที่ใช้ในการแยกเมล็ดเงาะคือ 244.2N และความสัมพันธ์ระหว่างแรงและระยะการเปลี่ยนรูปของเงาะเป็นไปตาม Figure 2

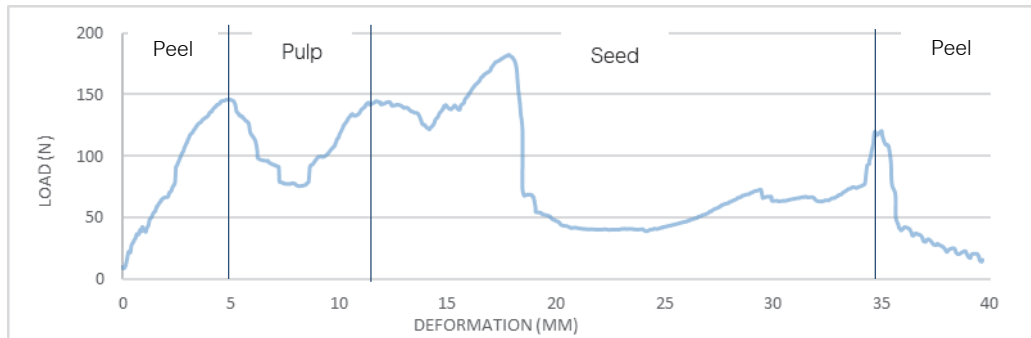


Figure 2 Load – Displacement curve from a Rambutan compression test (Size 1)

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของผลเงาะพบว่า เงาะขนาดที่ 1 น้ำหนักมากที่สุด และน้ำหนักน้อยที่สุดคือ เงาะขนาดที่ 4 สอดคล้องกับการแบ่งขนาดเงาะตามมาตรฐาน มกอช. เงาะ (2549) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเงาะก่อนและหลัง ปอกเปลือกพบว่า d_{max} และ d_{min} มีค่าใกล้เคียงกันทำให้ลักษณะของผลเงาะมีความกลม ส่วนเมล็ดของเงาะพบว่า d_{max} และ d_{min} มีแนวโน้มเดียวกัน แต่ความสูงของเมล็ดขนาด 4 จะเห็นว่าไม่สอดคล้องกับแนวโน้มดังกล่าว อาจเกิดมาจากผลเงาะที่มี ระยะการเจริญเติบโตของผลไม่เท่ากันแต่ถูกเก็บเกี่ยวมาพร้อมกัน และความหนาเฉลี่ยของเปลือกเงาะพบว่าขนาดที่ 1 มีค่า มากที่สุด และรองลงมาคือขนาดที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ

สำหรับการทดสอบเพื่อหาความถ่วงจำเพาะของผลเงาะพบว่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.04 ± 0.01 มุมกลิ้งของผลเงาะเมื่อนำมา ทดสอบกับวัสดุผิวราบ 3 ประเภทจะเห็นได้ว่าขนาดของเงาะที่มีน้ำหนักมากกว่า มุมกลิ้งของผลเงาะนั้นจะมีค่าน้อยกว่าเงาะที่ มีน้ำหนักน้อย ซึ่งวัสดุทั้ง 3 ประเภทนี้มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

จากผลการทดสอบเพื่อหาปริมาณความชื้นของเปลือก, เนื้อ และเมล็ดของเปลือกเงาะ พบว่าปริมาณความชื้นของ เนื้อเงาะมากที่สุด และเมล็ดมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด

จากผลการทดสอบสมบัติทางกล ความสัมพันธ์ระหว่างระยะการเปลี่ยนรูปและแรงที่ใช้เป็นไปตาม Fig 2 จะเห็นว่า เมื่อหัวกดเคลื่อนที่ไปได้ 5mm จะใช้แรงในการกดอยู่ที่ 144N ซึ่งเป็นแรงที่ทำให้เปลือกขาด และเมื่อหัวกดเคลื่อนมาที่ระยะ ประมาณ 18mm แรงที่ใช้กดเป็น 180N จะเห็นว่าเป็นแรงสูงสุดนั้นคือเป็นแรงที่ใช้ในการแยกเมล็ดเงาะออกจากเนื้อเงาะขนาด ที่ 1 เมื่อพิจารณาแรงสูงสุดที่ใช้ในการคว้านเมล็ดเงาะทั้ง 4 ขนาดพบว่าใช้แรง 244.2N ในการคว้านเมล็ดเงาะขนาด 2

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของผลเงาะ โดยการแบ่งเงาะเป็น 4 ขนาดตามมาตรฐาน มกอช. เงาะ 12 – 2549 สมบัติทางกายภาพของประกอบด้วยน้ำหนักของผลเงาะก่อนปอกเปลือก, ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเงาะ ทั้ง 3 แกนทั้งก่อนและหลังปอกเปลือก, ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ดเงาะ, ความหนาของเปลือก, ความถ่วงจำเพาะ, ความชื้น และมุมกลิ้งของเงาะกับวัสดุผิวราบ และสมบัติทางกลของเงาะคือแรงสูงสุดที่ใช้ในการแยกเมล็ดออกจากเนื้อเงาะ ข้อมูลดังกล่าวนี้สามารถนำไปใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกเปลือก และคว้านเมล็ดเงาะได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและสาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี ที่สนับสนุนทุนวิจัยและสถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ทรงธรรม ไชยพงษ์ และกิตติรัตน์ รุ่งรัตนอุบล. 2554. รูปแบบของใบมีดที่เหมาะสมในการออกแบบเครื่องคว้านเมล็ดเงาะ. รายงานวิจัยฉบับ สมบูรณ์. สถาบันวิจัยและพัฒนา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี. 56 น.
ศุภศิษฏ์ สุนทรกิจพาณิชย์, สุดสายสิน แก้วเรือง และศุภกิตต์ สายสุนทร. 2558. สมบัติทางกายภาพบางประการของเงาะที่มีผลต่อการออกแบบ เครื่องคว้านเมล็ดเงาะ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 46 (3/1 พิเศษ) : 501-504.