Agricultural Sci. J. 45 : 3/1 (Suppl.) : 401-404 (2014) ว. วิทย. กษ. 45 : 3/1 (พิเศษ) : 401-404 (2557)

การออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกมะพร้าว

Design and Fabrication of the Coconut Peeling Machine

วิรัช แสงสุริยฤทธิ์[1] จีระโรจน์ เขียวอ่อน[1] และ เพิ่มพูน ราตรี[1]

Wirat Sangsuriyarid[1], Jeerarote Keawon[1] and Permpool Ratree[1]

Abstract

This research aimed to design and construct a coconut peeling machine. The machine consisted of a) a structure fabricated by a square angle bar, with the dimension 56x57x85 cm (WxLxH), b) a power unit consisted of a 1.5 kW electric motor transmitted power through a 60:1 reduction gear and a sprocket and c) a peeling shaft made of a steel pipe of 10 cm diameter and 45 cm length. The outside surface of the pipe was attached with spikes. Two sizes of the coconuts, A and B ($\varnothing > 20$ and $\varnothing \leq 20$ cm, respectively) were used in the prototype testing. Results showed that the coconut peeling rate was 140±5 and 172±2 fruits per hour, the efficiency was 97.39±0.56 and 96.57±0.49 %, the power consumption was 1.68 and 1.57 kW.h and the energy consumption rate was 83±3 and 110±1 fruits per kW.h at the peeling shaft speed of 30 and 35 rpm for coconut size A and size B, respectively. The prototype had more than 2.5 times of coconut peeling rate compared with hand peeling.

Keywords: Peeling machine, Coconut, Peeling shaft

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกมะพร้าว มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ ก) ชุดโครงสร้าง ทำจากเหล็กฉาก มีขนาด 56x57x85 ซม. (กว้างxยาวxสูง), ข) ชุดต้นกำลัง ประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1.5 กิโลวัตต์ ถ่ายทอดกำลังผ่านเกียร์ทดขนาด 60:1 และเฟืองโซ่ และ ค) ชุดเพลาปอก ทำจากท่อเหล็กขนาด ∅10 ซม. ยาว 45 ซม. โดยผิวนอกรอบท่อเหล็กยึดติดด้วยเหล็กแหลม การทดสอบแบ่งมะพร้าวเป็น 2 ขนาดคือ มะพร้าวขนาด A และ B ($\varnothing > 20$ และ $\varnothing \leq 20$ ซม. ตามลำดับ) ผลการทดสอบพบว่า อัตราการปอกเปลือกมะพร้าวมีค่าสูงสุด 140±5 และ 172±2 ผลต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการปอก 97.39±0.56 และ 97.16±0.49 % สิ้นเปลืองพลังงาน 1.68 และ 1.57 กิโลวัตต์ชั่วโมง และอัตราการใช้พลังงาน 83±3 และ 110±1 ผล/กิโลวัตต์ชั่วโมง เมื่อเพลาปอกหมุนด้วยความเร็ว 30 และ 35 รอบต่อนาที ตามลำดับ สำหรับมะพร้าวขนาด A และ B ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคนพบว่า เครื่องปอกเปลือกมะพร้าวมีอัตราการปอกเปลือกมะพร้าวมากกว่าแรงงานคน ประมาณ 2.5 เท่า เมื่อคิดที่เพลาปอกหมุนด้วยความเร็ว 30 รอบต่อนาที

คำสำคัญ: เครื่องปอกเปลือก, มะพร้าว, เพลาปอก

คำนำ

มะพร้าว (*Cocos nucifera* Lin.) จัดเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญ ประเทศไทยสามารถผลิตมะพร้าวได้เป็นอันดับ 6 ของโลก โดยปี 2556 ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 1,010,033 ตัน ภาคใต้ให้ผลผลิตสูงสุด 531,320 ตัน รองลงมาคือ ภาคกลาง 463,456 ตัน (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) สรรพคุณของมะพร้าวมีมากมาย ได้แก่ ฮอร์โมนเอสโตรเจน ช่วยชะลอความจำเสื่อมในสตรี เด็กทารกสามารถดื่มน้ำมะพร้าวแทนน้ำนมมารดาได้ชั่วคราว เนื่องจากมีความบริสุทธิ์ และมีกรดลอริคซึ่งพบในน้ำนมมารดา นอกจากนี้ยังมีวิตามินและแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายครบถ้วน อาทิเช่น วิตามินซี วิตามินบี กรดอะมิโน ธาตุแมกนีเซียม ธาตุฟอสฟอรัส ธาตุแคลเซียม ธาตุโพแทสเซียม ธาตุเหล็ก และไขมันที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (พานิชย์, 2544) นอกเหนือจากคาร์โบไฮเดรต โปรตีน การปอกเปลือกมะพร้าวเป็นขั้นตอนหนึ่งของการแปรรูปในการถนอมอาหารและเพิ่มมูลค่า ต้องอาศัยแรงงานคนที่มีความชำนาญเป็นหลัก และอาจเกิดอุบัติเหตุขณะทำงานได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ และสร้างเครื่องปอกเปลือกมะพร้าวเพื่อตอบโจทย์ดังกล่าว

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110

[1] Department of Agricultural Engineering , Faculty of Engineering ,Rajamangala University of Technology Thanyaburi, PathumThani 12110

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษาลักษณะทางกายภาพของมะพร้าว

ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของมะพร้าว 2 ขนาดคือ มะพร้าวที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลเฉลี่ยมากกว่า 20 เซนติเมตร (มะพร้าวขนาด A) จำนวน 30 ผล และมะพร้าวที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลเฉลี่ยน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 เซนติเมตร (มะพร้าวขนาด B) จำนวน 30 ผล ลักษณะทางกายภาพที่ศึกษาคือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความหนาของเปลือกมะพร้าว และเส้นผ่านศูนย์กลางผลเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ยของความกว้าง + ความยาว) พร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกมะพร้าว

2. การหาขนาดของแรงที่ใช้ในการปอกเปลือกมะพร้าว

ใช้เหล็กแหลมรูปตัวทีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ยาว 18 เซนติเมตร แทงลงไปในผลมะพร้าวในแนวดิ่งจนสัมผัสผิวของกะลา ปลายของเหล็กแหลมรูปตัวทียึดกับโซ่และปลายของโซ่อีกด้านยึดกับเสาโดยมีตราชั่งสปริงและเกลียวเร่งอยู่ระหว่างกลาง (Figure 1) แรงที่ได้จากตาชั่งสปริงที่มีค่าสูงสุดคือ น้ำหนัก (กิโลกรัม) ที่ใช้ในการฉีกเปลือกมะพร้าว ทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนัก และนำไปคำนวณหาขนาดของแรง แรงบิด และกำลังไฟฟ้า (สมการที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ)

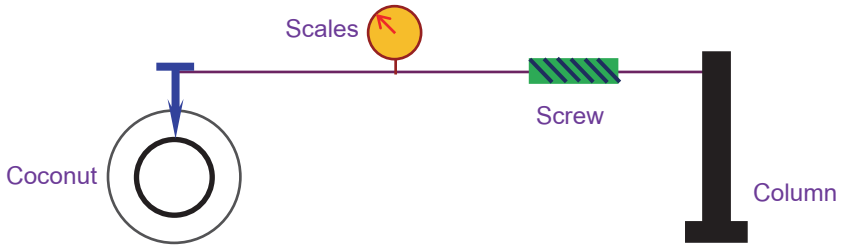

Figure 1 Determination of coconut peeling force

แรงในการปอกเปลือกมะพร้าว (F) = มวล (m) x ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (g) (1)

แรงบิดในการปอกเปลือกมะพร้าว (T) = แรง (F) x ระยะทางตั้งฉากกับแนวแรง (L) (2)

กำลังไฟฟ้า (P) = 2π x ความเร็วรอบของเพลา (N) x แรงบิด (T) (3)

3. การออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกมะพร้าว

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของมะพร้าว และการหาขนาดของแรงที่ใช้ในการปอกเปลือกมะพร้าว นำมาออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกมะพร้าว สำหรับแนวคิดในการออกแบบเพลาปอกเปลือกมะพร้าวมีลักษณะเฉพาะคือ เพลาปอกทั้ง 2 ชุดที่หมุนเข้าหากัน มีความเร็วรอบในการหมุนแตกต่างกัน และมีเหล็กแหลมบนเพลาปอกทั้ง 2 ชุดเยื้องกัน เพื่อให้มะพร้าวเกิดการกลิ้งตัวในขณะปอกเปลือก ทำให้เปลือกของมะพร้าวถูกปอกออกอย่างรวดเร็วและตลอดทั้งผล

4. การทดสอบและประเมินผลการทำงานของเครื่อง

เตรียมมะพร้าวขนาด A และ B จำนวนขนาดละ 30 ผล ทดสอบที่ความเร็วรอบของการปอก 3 ระดับ (25, 30 และ 35 รอบ/นาที) จำนวนทดสอบ 10 ผล/ความเร็วรอบ/ขนาดมะพร้าว บันทึกน้ำหนักผลก่อนปอก น้ำหนักเปลือกมะพร้าวที่ปอกได้ น้ำหนักเศษใยเปลือกที่ติดบนกะลามะพร้าว เวลาที่ใช้ในการปอกแต่ละผล และเวลาที่ใช้ในการปอกทั้งหมด วัดกระแสไฟฟ้าที่ใช้ปอกที่ความเร็วรอบและขนาดของผลมะพร้าวต่างๆ ประเมินผลการทำงานของเครื่องจากค่าชี้ผลการทดสอบคือ สมรรถนะของเครื่อง ประสิทธิภาพการปอกเปลือกมะพร้าว การสิ้นเปลืองพลังงาน และอัตราการใช้พลังงาน (สมการที่ 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ) พร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\text{สมรรถนะของเครื่อง} = \frac{\text{จำนวนมะพร้าวที่ปอกได้ (ผล)}}{\text{เวลาในการปอก (ชั่วโมง)}} \quad (4)$$

$$\text{ประสิทธิภาพการปอกเปลือกมะพร้าว} = \frac{\text{น้ำหนักเปลือกมะพร้าวที่ปอกได้ (กิโลกรัม)}}{\text{น้ำหนักเปลือกมะพร้าวทั้งหมด (กิโลกรัม)}} \times 100 \quad (5)$$

การสิ้นเปลืองพลังงาน = กำลังไฟฟ้า* (กิโลวัตต์) x เวลาในการปอก (ชั่วโมง) (6)

$$\text{อัตราการใช้พลังงาน} = \frac{\text{จำนวนมะพร้าวที่ปอกได้ใน 1 ชั่วโมง (ผล)}}{\text{การสิ้นเปลืองพลังงาน}} \quad (7)$$

* กำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ 3 เฟส = $\sqrt{3}$ x แรงดันไฟฟ้า (โวลท์) x กระแสไฟฟ้าที่ใช้ (แอมแปร์) x cos ∅

ผล

1. ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของมะพร้าว

ลักษณะทางกายภาพของมะพร้าวขนาด A และ B จำนวนขนาดละ 30 ผล ให้ผลการศึกษาแสดงไว้ตาม Table 1

Table 1 Physical properties of Coconut

Physical properties	Coconut size A	Coconut size B
Width (cm)	20.61±1.68	15.49±1.85
Length (cm)	24.19±1.98	18.51±2.56
Height (cm)	22.07 ± 1.98	19.13 ± 2.06
Peeling's thickness (cm)	4.96 ± 1.08	2.75 ± 1.15
Average diameter (cm)	22.40 ± 1.63	17.00 ± 2.13

2. ผลการหาขนาดของแรงที่ใช้ในการปอกเปลือกมะพร้าว

การทดสอบวัดแรงที่ใช้ในการปอกเปลือกมะพร้าวพบว่า แรงดึงเฉลี่ยมีขนาดเท่ากับ 22.0 ± 2.0 กิโลกรัม กำลังไฟฟ้าที่ต้องการมีค่าเท่ากับ 1,398 วัตต์ เลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1.5 กิโลวัตต์ เป็นต้นกำลังของเครื่องปอกเปลือกมะพร้าว

3. ผลการออกแบบและสร้างเครื่องปอกเปลือกมะพร้าว

เครื่องปอกเปลือกมะพร้าวมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือ 1) โครงสร้างหลัก มีขนาดความกว้าง x ความยาว x ความสูงเท่ากับ 56 x 57 x 85 เซนติเมตร น้ำหนักสุทธิ 92 กิโลกรัม 2) ชุดต้นกำลัง ประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1.5 กิโลวัตต์ ถ่ายทอดกำลังผ่านเกียร์ทดขนาด 60:1 และเฟืองโซ่เพื่อไปหมุนเพลาปอก และ 3) ชุดเพลาปอก ประกอบด้วยท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร และผิวนอกรอบท่อเหล็กติดเหล็กแหลมมีความสูง 2.0 เซนติเมตร (Figure 2)

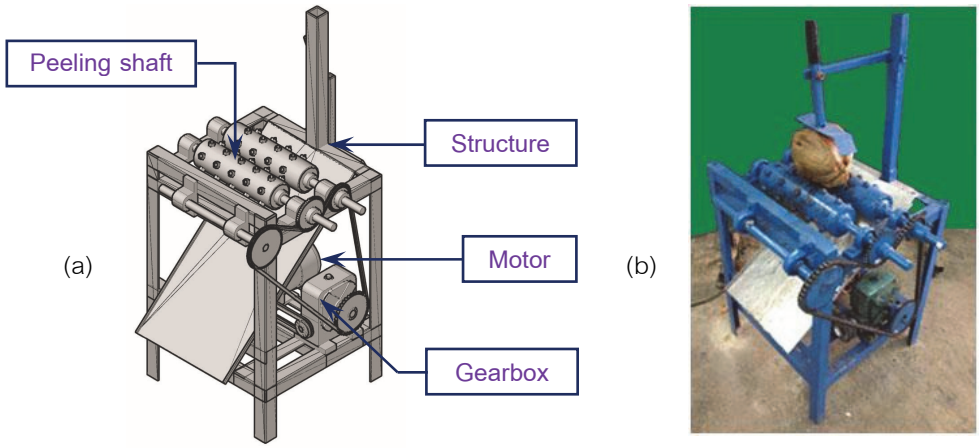

Figure 2 (a) Drawing of coconut peeling machine (b) Coconut peeling machine

4. ผลการทดสอบและประเมินผลการทำงานของเครื่อง

4.1 สมรรถนะของเครื่อง (P)

เครื่องปอกเปลือกมะพร้าวต้นแบบมีอัตราการปอกสูงสุดที่ 140±5 และ 172±2 ผล/ชั่วโมง สำหรับมะพร้าวขนาด A และ B และเพลาปอกหมุนด้วยความเร็ว 30 และ 35 รอบ/นาที ตามลำดับ (Table 2)

4.2 ประสิทธิภาพการปอก (E)

เครื่องปอกเปลือกมะพร้าวต้นแบบมีประสิทธิภาพการปอกสูงสุดเท่ากับ 97.39±0.56 และ 97.21±0.56 % สำหรับมะพร้าวขนาด A และ B ตามลำดับ เมื่อเพลาปอกหมุนด้วยความเร็ว 30 รอบ/นาที (Table 2)

4.3 การสิ้นเปลืองพลังงาน (PC)

การสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องปอกเปลือกมะพร้าวต้นแบบแปรผกผันกับความเร็วรอบของเพลาปอก แสดงว่า เพลาปอก หากหมุนด้วยความเร็วรอบมากขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานมีค่าสูงขึ้น (Table 2)

4.4 อัตราการใช้พลังงาน (ER)

อัตราการใช้พลังงานของเครื่องปอกเปลือกมะพร้าวต้นแบบมีค่าสูงสุดเท่ากับ 83±3 และ 110±1 ผล/กิโลวัตต์-ชั่วโมง สำหรับมะพร้าวขนาด A และ B และเพลาปอกหมุนด้วยความเร็ว 30 และ 35 รอบ/นาที ตามลำดับ Table 2)

Table 2 Results of P, E, PC and ER at different peeling speed

Speed	Coconut size A			Coconut size B			PC
(rpm)	P (fruit/h)	E (%)	ER (fruit/kW.h)	P (fruit/h)	E (%)	ER (fruit/kW.h)	kW.h
25	106±4	97.06±0.79	59±2	146±5	96.13±3.22	82±3	1.79
30	140±5	97.39±0.56	83±3	167±2	97.21±0.56	99±1	1.68
35	128±2	96.57±1.50	82±1	172±2	97.16±0.49	110±1	1.57

วิจารณ์ผล

Table 2 พบว่า การปอกเปลือกมะพร้าวขนาด A เมื่อเพลาปอกหมุนด้วยความเร็ว 35 รอบ/นาที ค่าสมรรถนะและประสิทธิภาพของการปอกมีค่าลดลง สาเหตุมาจากความสูงของเหล็กแหลมบนเพลาปอกมีขนาดสั้นเกินไป มะพร้าวขนาด A เป็นมะพร้าวที่มีขนาดใหญ่ เปลือกหนา จึงทำให้ใช้เวลาในการปอกเปลือกนานขึ้น

สรุป

สภาวะการทำงานของเครื่องปอกเปลือกมะพร้าวต้นแบบที่ดีที่สุด คือ ปอกเปลือกมะพร้าวได้เท่ากับ 140±5 และ 172±2 ผล/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการปอก 97.39±0.56 และ 97.21±0.56 % สิ้นเปลืองพลังงาน 1.68 และ 1.57 กิโลวัตต์ชั่วโมง และมีอัตราการใช้พลังงาน 83±3 และ 110±1 ผลต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง เมื่อเพลาปอกหมุนด้วยความเร็ว 30 และ 35 รอบ/นาที ตามลำดับ สำหรับมะพร้าวขนาด A และ B ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือ ตลอดจนสถานที่สำหรับการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

พานิชย์ ยศปัญญา. 2544. มะพร้าวพืชสารพัดประโยชน์. สำนักพิมพ์มติชน. กรุงเทพ. 176 น.

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. มะพร้าว. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/download/prcai/farmcrop/coconut.pdf. (10 กรกฎาคม 2557).