

การออกแบบและสร้างเครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง

ปาริษา งามนิล¹, จตุรงค์ ลังกาพินธุ์^{1*}, สุนัน ปานสาคร¹, รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์¹, ธีรภัทร์ จูอี้¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ธัญบุรี, ปทุมธานี, 12110

ผู้เขียนติดต่อ: จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ E-mail: jaturong.l@en.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

เครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงได้ถูกออกแบบและสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาและแรงงานในการแปรรูปเป็นสินค้าโอท็อปของจังหวัดที่มีการทำนาบัว เครื่องต้นแบบประกอบด้วย โครงสร้างเครื่อง ชุดลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง ระบบส่งกำลัง และใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 0.5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง หลักการทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ทำงานป้อนเมล็ดบัวหลวงครั้งละ 0.5 กิโลกรัม และน้ำ 1.5 ลิตร ลงในช่องป้อนทางด้านบนของเครื่องเพื่อลอกเยื่อในชุดลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง หลังจากเมล็ดบัวหลวงถูกลอกเยื่อแล้ว จึงเปิดช่องทางออกซึ่งอยู่ทางด้านล่างของเครื่องเพื่อให้เมล็ดบัวไหลออกมาสู่ภาชนะรองรับ จากการทดสอบเครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงที่ความเร็วของชุดลอกเยื่อที่ 1,000 1,200 และ 1,400 รอบต่อนาที ที่เวลาในการทดสอบ 3, 4, 5, 6 และ 7 นาที ตามลำดับ พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่สุดที่ความเร็วของชุดลอกเยื่อ 1,200 รอบต่อนาที ใช้เวลาทำงาน 4 นาที มีความสามารถในการทำงาน 7.1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ในการลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง 94.5% และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.66 กิโลวัตต์-ชั่วโมง จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าเมื่อใช้เครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง 1,440 ชั่วโมงต่อปี มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของเครื่อง 3.90 บาทต่อกิโลกรัม จะมีระยะคืนทุน 3.4 ปี และจุดคุ้มทุน 1,170 ชั่วโมงต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับกรลอกเยื่อด้วยแรงงานคน

คำสำคัญ: การออกแบบ, เครื่องลอก, เมล็ดบัวหลวง, บัวหลวง

Design and Fabrication of a Lotus Seed Membrane Peeling Machine

Parisa Ngamnil¹, Jaturong Langkapin^{1*}, Sunan Parnsakhorn¹, Roongruang Kalsirisilp¹, Theerapat Juey¹

Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi² Pathumthani, 12110.

Corresponding author: Jaturong Langkapin. E-mail: jaturong.l@en.rmutt.ac.th

Abstract

The research was to design and fabricate a lotus seeds membrane peeling machine to minimize the time and labor requirement in the processing of OTOP products of the provinces with lotus planting areas. The prototype consists of the main frame, lotus seed membrane peeling unit, the power transmission unit, and a 0.5 hp electric motor, which was used as a prime mover. In the operation, the 0.5 kg lotus seeds and 1.5 lites of water were fed manually into feeding chute at the top of the machine to peel in the peeling unit. After peeling, lotus seeds were released through outlet chute at the bottom. Results of testing at the peeling speed of 1,000, 1,200 and 1,400 rpm, and testing time at 3, 4, 5, 6 and 7 min. respectively indicated that the optimal performance was achieved when the machine was operated 4 min. at peeling speed 1,200 rpm. The working capacity was 7.1 kg/hour, percentage of peeling was found to be 94.5%, and consumed 0.66 kW-hour of energy. An engineering economic analysis showed that, at an annual usage rate of 1,440 hours, the machine cost was on average 3.90 THB per kilogram, payback period 3.4 years and the break-even point of the machine was 1,170 hours per year.

Keywords: Design, Peeling machine, lotus seed, lotus.

1. บทนำ

บัวเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทยและเป็นดอกไม้ชั้นสูงที่เชื่อบูชาพระและสักการะสิ่งศักดิ์สิทธิ์ โดยเลือกตัดดอกกระยะดอกตูมมาใช้งาน (Imsabai et al., 2010) นอกจากนั้นส่วนต่างๆ

ของบัวเกือบทุกส่วน เช่น ดอกบัว ใบบัว เมล็ดบัว รากบัว และไหลบัว ยังมีสรรพคุณใช้เป็นสมุนไพรสำคัญในตำรายาจีนโบราณเป็นยาอายุวัฒนะ (กมลวรรณ, 2554) ถิ่นกำเนิดของบัวส่วนใหญ่อยู่ในเขตร้อนและเขตอบอุ่น พบได้ตามแหล่งน้ำทั่วไปในประเทศไทย (กรม

ส่งเสริมการเกษตร, 2554) เนื่องจากบัวเป็นไม้้ำและมีลักษณะของแปลงปลูกเหมือนกับการปลูกข้าวคือ ต้องมีน้ำขังในแปลง อาจเรียกการปลูกบัวในพื้นที่ที่มาก ๆ ได้อีกอย่างหนึ่งว่า การทำนาบัว เกษตรกรในหลายพื้นที่หลายจังหวัดจึงเริ่มหันมาทำนาบัวแทนการทำนา เนื่องจากสภาพในปัจจุบัน มีปัญหาการขาดน้ำและราคาข้าวไม่แน่นอน นาบัวจึงเป็นทางเลือกอย่างหนึ่งที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่นาข้าวในพื้นที่ เนื่องจากการทำนาบัวสามารถดูแลรักษาได้ง่ายกว่านาข้าว มีโรคและแมลงรบกวนน้อยกว่า ใช้น้ำน้อยกว่า สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลากหลายกว่า ตามความต้องการของตลาด เช่น การปลูกเพื่อตัดดอก เก็บไหล เก็บฝัก เก็บเมล็ดจำหน่าย เป็นต้น ในประเทศไทยพื้นที่ที่น้ำท่วม ปลูกข้าวไม่ได้จึงหันมาปลูกบัวแทน นิยมซื้อขายเมล็ดบัวแห้งที่ยังไม่ได้แกะเปลือก เพราะสามารถเก็บไว้ได้นานเมื่อถึงช่วงที่ตลาดต้องการจึงแกะเปลือกออกมาจำหน่ายได้ สำหรับตลาดรับซื้อเมล็ดบัวภายในประเทศที่สำคัญ คือ ตลาดทรงวาด และตลาดคลองเตย นอกจากนี้ยังสามารถส่งออกจำหน่ายในต่างประเทศ โดยประเทศที่รับซื้อที่สำคัญ คือ เกาหลีใต้ สหรัฐอเมริกา และสิงคโปร์ (ทวีพงศ์, 2550)

ในปัจจุบันก่อนที่จะนำเมล็ดบัวหลวงมาลอกเยื่อหุ้มเมล็ด ต้องใช้แรงงานคนในการแกะเมล็ดบัวออกจากฝักบัวก่อนแล้วจะได้เมล็ดบัวหลวงที่ยังมีเปลือกอยู่ จากนั้นนำเมล็ดบัวหลวงมาแกะเปลือกออกโดยใช้แรงงานคนหรือใช้เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงออก ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการลอกเยื่อหุ้มเมล็ดดอก (Figure 1) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานานที่สุดโดยเกษตรกรต้องใช้มีดในการลอกเยื่อ ทำให้เกิดปัญหาหลายอย่างเช่น โดนมีดบาด ทำให้เกิดบาดแผล ยางจากเมล็ดบัวทำให้มือดำ และใช้เวลาในการลอกเยื่อนาน และยังมีเครื่องมือชนิดใดที่ช่วยในการลอกเยื่อหุ้มเมล็ดบัวออกได้อย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ดังนั้น จึงได้ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องลอกเยื่อหุ้มเมล็ดบัวหลวง เพื่อผ่อนคลายนปัญหาดังกล่าว

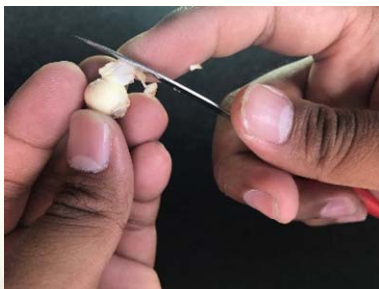


Figure 1 membrane peeling by farmer.

2. อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ให้ความสำคัญในการออกแบบและสร้างเครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงที่ปลูกในประเทศไทย ซึ่งมีวิธีการวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 การศึกษาข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบ

2.1.1 การศึกษาปัญหาและวิธีการลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและวิธีการลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงของเกษตรกรในปัจจุบัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงต้นแบบกับวิธีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน จากการสัมภาษณ์กลุ่มแม่บ้านบึงสีไฟ อ.เมือง จ.พิจิตร (พรพรรณ, 2552) ได้ผลการศึกษาดังนี้

- แรงงานส่วนใหญ่เป็นแรงงานภายในชุมชนหรือหมู่บ้านใกล้เคียง ซึ่งในปัจจุบันจำนวนแรงงานมีจำนวนลดลง
- ค่าจ้างแรงงานสำหรับการแกะและลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง 10 Baht kg⁻¹
- ปริมาณการแกะและลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงในแต่ละวันประมาณ 24-36 kg (ทำงาน 4-8 hr) โดยขึ้นอยู่กับความชำนาญในการแกะเมล็ดบัวหลวง
- ปัญหาที่พบในขั้นตอนการลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงคือเกิดความไม่ปลอดภัยในการทำงาน เช่น เกิดอุบัติเหตุจากมีดบาด

2.1.2 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัวหลวง

การศึกษาในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัวหลวงสำหรับใช้ในการออกแบบ ได้แก่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความยาวเฉลี่ยของเมล็ดบัว (Figure 2) ตามวิธีของ ASAE (Anon, 1983) โดยเมล็ดบัวที่ใช้ศึกษาเป็นเมล็ดบัวหลวงจากการสุ่มวัดขนาดเมล็ดบัวหลวงจำนวน 100 เมล็ด ด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ ได้เส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 9.0-14.0 mm และความยาวของเมล็ดบัวหลวงระหว่าง 14.0-18.0 mm

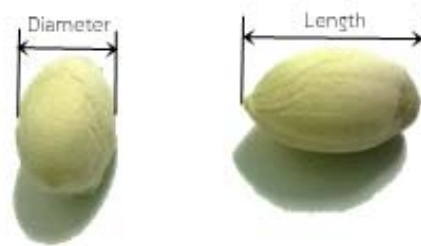


Figure 2 Schematic of lotus seed for dimension measurement.

2.2 การออกแบบและสร้างเครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง

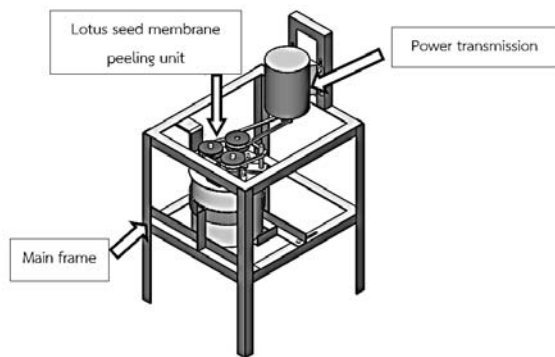
การออกแบบเครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงต้นแบบนั้นนอกจากจะใช้ข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบแล้ว ยังได้ประยุกต์ใช้ความรู้และหลักการออกแบบเครื่องจักรกล (Shigley and Mischke, 1989) และเครื่องจักรกลเกษตร (Krutz et al., 1994) รวมทั้งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและเขียนแบบ (จตุรงค์, 2555) ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก คือ โครงสร้างเครื่อง (main frame) ระบบส่งกำลัง (Power transmission unit) ชุดลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง (membrane peeling unit) และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 hp เป็นต้นกำลัง (Figure 3a)

โครงสร้างของเครื่อง ใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องต้นแบบ มีขนาด 530x620x1,100 mm (กว้างxยาวxสูง) สร้างจากเหล็กฉากขนาด 40x40 mm หนา 4mm โดยอุปกรณ์ส่วนใหญ่ถูกยึดเข้ากับโครงสร้างด้วยนอตและสกรู

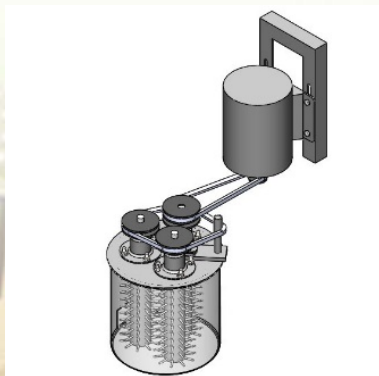
ระบบส่งกำลัง (Figure 3b) ประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 0.5 hp มอเตอร์ที่ชุดมอเตอร์ขนาด 2 in และมู่เล่ย์ชุดสายพานขนาด 3.5 in

ชุดลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง (Figure 3c) ชุดลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงที่ออกแบบจะมีลักษณะการทำงาน คือ เมื่อใส่เมล็ดบัวหลวงและน้ำลงไป เมื่อทำการเปิดเครื่องแปรจะทำการหมุน ทำให้เมล็ดบัวหลวงถูกลอกเยื่อโดยมีน้ำเป็นตัวช่วย เมื่อครบเวลาที่กำหนดจะทำการหยุดเครื่องแล้วเปิดประตูทางออกเพื่อให้เมล็ดบัวหลวงไหลออกมา ภายในภาชนะที่รองไว้ ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ชุดแปรลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm ยาว 250 mm ขับด้วยเพลานขนาด 0.6 in และหม้อสแตนเลส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 260 mm สูง 260 mm หนา 1 mm

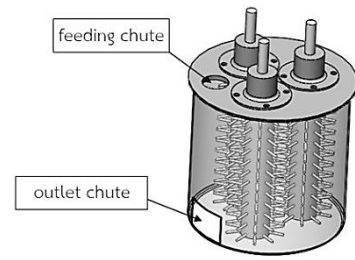
หลักการทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ทำงานป้อนเมล็ดบัวหลวงและน้ำลงไป เมื่อทำการเปิดเครื่องแปรจะทำการหมุน ทำให้เมล็ดบัวหลวงถูกลอกเยื่อโดยมีน้ำเป็นตัวช่วย เมื่อครบเวลาที่กำหนดจะทำการหยุดเครื่องแล้วเปิดประตูทางออกเพื่อให้เมล็ดบัวหลวงไหลออกมา ภายในภาชนะที่รองไว้



(a) The lotus seed membrane peeling machine designed by using CAD.



b) Power transmission unit.



(c) membrane peeling unit.



(d) Prototype of the lotus seed membrane peeling machine.

Figure 3 Schematic of the lotus seed membrane peeling machine prototype.

2.3 การทดสอบและประเมินผล

เครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงต้นแบบได้ถูกทดสอบสมรรถนะการทำงาน และคุณภาพในการลอกเยื่อ โดยประเมินสมรรถนะการทำงานจากค่าชี้ผลการศึกษาดังนี้

- เปอร์เซ็นต์การลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง (Percentage of membrane peeling, %)

$$= \frac{\text{Number of membrane peeling seeds}}{\text{Total number of seeds}} \times 100 \quad (1)$$

โดยที่ Number of membrane peeling seeds คือ จำนวนเมล็ดบัวที่ถูกลอกได้หมด และ Total number of seeds คือ จำนวนเมล็ดที่ใช้ทดสอบทั้งหมด

- เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย (Percentage of damage, %)

$$\% \text{damage} = \frac{\text{Number of damage seeds}}{\text{Total number of seeds}} \times 100 \quad (2)$$

โดยที่ Number of damage seeds คือ จำนวนเมล็ดที่เสียหาย (เมล็ดบัวหลังการทดสอบที่เกิดความเสียหาย ดังแสดงใน Figure 5c)

- ความสามารถในการทำงาน (Working capacity, kg hr⁻¹)

$$\text{Working capacity} = \frac{\text{Weight of membrane peeling seeds}}{\text{Total working time}} \quad (3)$$

โดยที่ Weight of membrane peeling seeds คือ น้ำหนักของเมล็ดบัวที่ลอกเยื่อออกได้ทั้งหมด และ Total working time คือ เวลาทั้งหมด

- อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า (Power consumption, kW-hr)

$$\text{Power consumption} = \frac{IVt}{1000} \quad (4)$$

โดยที่ I คือ กระแสไฟฟ้า (A), V คือ แรงเคลื่อนที่ไฟฟ้า (V) และ t = เวลาในการทำงาน (hr)

ใช้เมล็ดบัวหลวงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 9.0-14.0 mm และความยาวของเมล็ดบัวหลวงระหว่าง 14.0-18.0 mm (สุ่มวัด 100 เมล็ดด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์) ตลอดการทดสอบ จากการตรวจสอบเบื้องต้นพบว่าการลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงควรมีน้ำเป็นตัวช่วยในการลอกเยื่อ ถ้าไม่ใส่น้ำก็จะไม่สามารถลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงออกมาได้ จึงได้ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบของชุดลอกเยื่อที่ 1,000, 1,200 และ 1,400 rpm เพื่อหาความเร็วของชุดลอกเยื่อที่ดีที่สุด โดยกำหนดเวลาในการลอกเยื่อเป็น 3,4,5,6 และ 7 min ตามลำดับ ที่แต่ละความเร็วรอบทำการทดสอบซ้ำกัน 3 ซ้ำ

2.4 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

2.4.1 การวิเคราะห์และประเมินค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย

วิธีการประเมินค่าใช้จ่ายโดยรวมเกี่ยวกับต้นทุนในการใช้งานเครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง สมมติว่าเกษตรกรซื้อเครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงแทนวิธีการใช้แรงงานคน ซึ่งค่าใช้จ่ายโดยรวมจะประกอบด้วยต้นทุนคงที่ (Fixed cost) และต้นทุนผันแปร (Variable cost) โดยต้นทุนคงที่ได้แก่ ค่าเสื่อมราคาของเครื่อง (คิดค่าเสื่อมราคาโดยวิธีเส้นตรงเมื่อประมาณอายุการใช้งานของเครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงได้ 5 years) และค่าเสียโอกาสของเงินทุน (คิดอัตราดอกเบี้ย 10%) ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนคงที่จะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของการลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง ส่วนต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ค่าไฟฟ้า และค่าจ้างแรงงานคน (Hunt, 2001)

2.4.2 การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน (Pay-back period)

เป็นการคาดคะเนว่า เมื่อลงทุนใช้เครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงไปแล้ว จะได้รับผลตอบแทนกลับคืนมาในจำนวนเงินเท่ากับที่ลงทุนไปแล้วภายในระยะเวลาที่ปี (Hunt,2001)

2.4.3 การคำนวณหาจุดคุ้มทุน (Break-even point)

เป็นการคำนวณเปรียบเทียบการลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง โดยใช้แรงงานคนกับเครื่องต้นแบบว่าสามารถใช้ต้นทุนในการทำงานเท่ากับต้นทุนของการลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงได้ปริมาณเท่าไร

3. ผลและวิจารณ์

3.1 เปอร์เซ็นต์การลอกเยื่อ

จากการทดสอบเครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ พบว่าที่ความเร็วรอบของชุดลอกเยื่อ 1,200 rpm โดยใช้เวลาในการปั่น 4 min (Figure 4) มีเปอร์เซ็นต์การลอกเยื่อที่สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วรอบของชุดลอกเยื่อกับเวลาอื่นๆที่ทดสอบ เนื่องจากถ้าใช้ความเร็วรอบของชุดลอกเยื่อที่ไม่เหมาะสมก็จะทำให้ความสามารถในการลอกเยื่อน้อย แต่ถ้าใช้เวลาในการปั่นนานเกินไปก็จะทำให้เมล็ดบัวเกิดความเสียหายเพิ่มขึ้นเช่นกัน

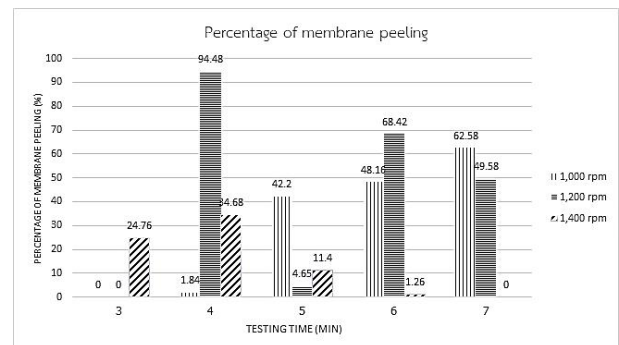


Figure 4 Percentage of membrane peeling at different testing time.

3.2 เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย

Figure 5 แสดงเมล็ดบัวก่อนการลอกเยื่อ (a) เมล็ดบัวหลังการลอกเยื่อ (b) และเมล็ดบัวที่เสียหายจากการลอกเยื่อ (c) ซึ่งจะเห็นว่าเมล็ดบัวหลังการลอกเยื่อบางเมล็ดจะมีเยื่อติดอยู่บางส่วนสามารถที่จะใช้มือลอกเยื่อ จากการทดสอบเครื่องต้นแบบจะพบว่าเมื่อใช้เวลาในการปั่นนานมากขึ้นเปอร์เซ็นต์ความเสียหายก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จึงได้เลือกที่ ความเร็วรอบของชุดลอกเยื่อ 1,200 rpm โดยใช้เวลา 4 min (Figure 6) ที่มีความเสียหายน้อยและมีเปอร์เซ็นต์การลอกเยื่อมากที่สุดด้วย

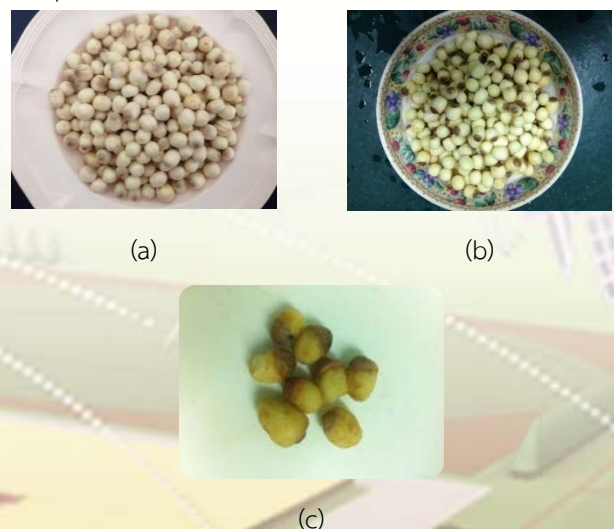


Figure 5 Lotus seed (a), lotus seed membrane peeling (b) and Seed damaged (c).

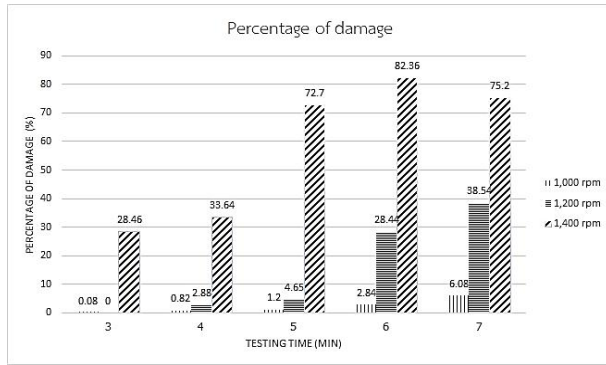


Figure 6 Percentage of damage at different testing time.

3.3 ความสามารถในการทำงานของเครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง

ความสามารถในการทำงานของเครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงจะมีความสามารถในการลอกเยื่อสูงสุดที่ความเร็วรอบ 1,200 rpm และใช้เวลาในการปั่น 4 min จะมีความสามารถในการทำงานอยู่ที่ 7.1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (Figure 7)

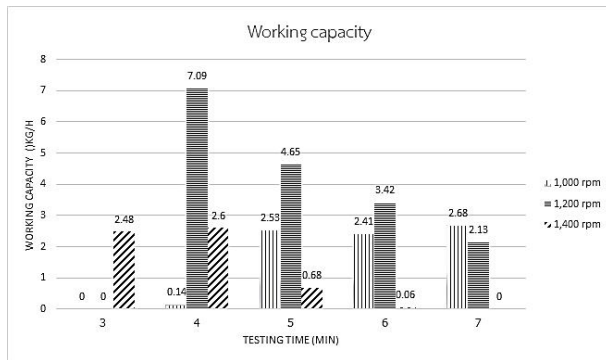


Figure 7 Working capacity at different testing time.

จากกราฟจะเห็นได้ว่า ความเร็วรอบและเวลาที่เหมาะสมในการทำงานของเครื่องจะอยู่ที่ความเร็วรอบ 1,200 rpm และใช้เวลาในการปั่น 4 min ถ้าหากใช้เวลาและความเร็วรอบที่ไม่เหมาะสมก็จะทำให้ความสามารถในการทำงานของเครื่องลดลง (Figure 8)

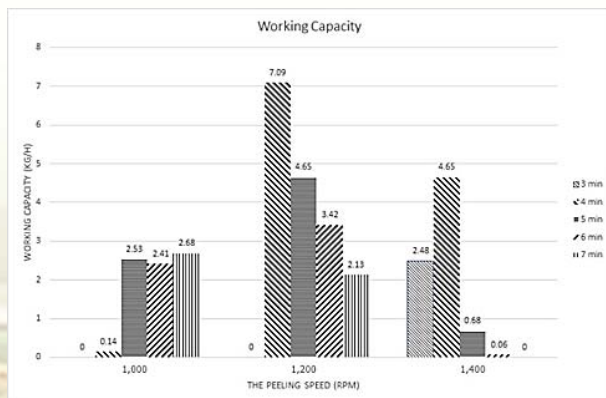


Figure 8 Working capacity at different peeling speeds.

ผลการทดสอบเพื่อหาความเร็วรอบของชุดลอกเยื่อและเวลาที่ตีที่สุดในการลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงของเครื่อง จากการทดสอบพบว่า ที่ความเร็วรอบของชุดลอกเยื่อ 1,200 rpm โดยใช้เวลาในการปั่น 4

min มีเปอร์เซ็นต์การลอกเยื่อที่สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วรอบของชุดลอกเยื่อกับเวลาอื่นๆที่ทดสอบ เนื่องจากถ้าใช้ความเร็วรอบของชุดลอกเยื่อที่ไม่เหมาะสมก็จะทำให้ได้ความสามารถในการลอกเยื่อน้อย แต่ถ้าใช้เวลาในการปั่นนานเกินไปจะทำให้เกิดเมล็ดบัวเสียหายได้เพิ่มขึ้นเช่นกัน

3.4 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ตามความเร็วรอบของชุดลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงที่ความเร็วรอบ 1,000, 1,200 และ 1,400 rpm โดยที่ความเร็วของชุดลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวง ทั้ง 3 ความเร็วรอบ จะใช้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าระหว่าง 0.594-0.99 kW-hr (Figure 9)

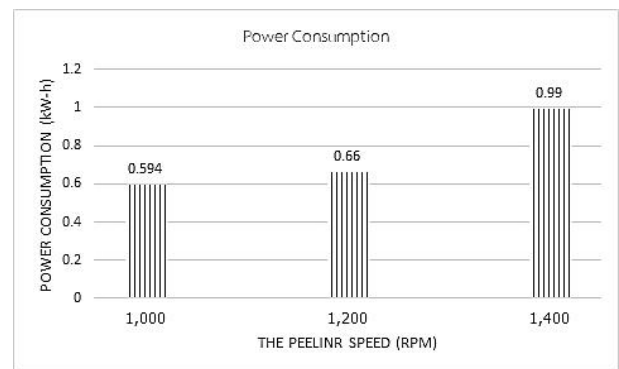


Figure 9 Power consumption at different the peeling speeds.

3.5 ผลการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์

จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยคิดราคาเครื่องต้นแบบ 11,700 Baht (Table 1) อายุการใช้งาน 5 years อัตราดอกเบี้ย 10% ใช้ผู้ควบคุม 1 คน ความสามารถในการทำงาน 7.1 kg hr⁻¹ อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.66 kW-h และทำงาน 1,440 hr year⁻¹ จะได้ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่อง 3.90 Baht kg⁻¹ ระยะเวลาคืนทุน 3.4 year และจุดคุ้มทุน 1,170 hr year⁻¹ เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงด้วยแรงงานคน 1 คนที่ทำงานได้ 3 kg hr⁻¹ ด้วยค่าจ้าง 10 Baht kg⁻¹

Table 1 Cost of membrane peeling machine prototype.

Item	Amount (฿)
1. Electric motor	2,000
2. Materials cost	
2.1 Main frame	900
2.2 Power transmission unit	1,100
2.3 Membrane peeling unit	4,700
2.4 Others	1,000
3. Skilled labor cost for fabrication	2,000
Total	11,700

4. สรุป

จากการทดสอบสมรรถนะเครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงโดยใช้ค่าชี้วัดการศึกษา คือ เปอร์เซ็นต์การลอกเยื่อ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายความสามารถในการทำงาน และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าพบว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่สุดที่ความเร็วรอบของชุดลอกเยื่อ 1,200 rpm ใช้เวลาทำงาน 4 min ความสามารถในการทำงาน 7.1 kg hr⁻¹ มีเปอร์เซ็นต์การลอกเยื่อ 94.48% เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย 2.88% และใช้พลังงานไฟฟ้า 0.66 kW-h และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เครื่องลอกเยื่อเมล็ดบัวหลวงพบว่ามีค่าใช้จ่าย 3.9 Baht kg⁻¹ เมื่อใช้เครื่องทำงาน 1,440 hr year⁻¹ จะมีระยะเวลาคืนทุน 3.4 year และจุดคุ้มทุน 1,170 hr year⁻¹ เมื่อเปรียบเทียบกับ การลอกเยื่อด้วยแรงงานคน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนงบประมาณสถานที่และอุปกรณ์ในการทดสอบต่างๆ

6. เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2544. พันธุ์พืชกรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- กมลวรรณ เตชะวงนิช. 2554. คู่มือปลูกและดูแลดอกบัว ราชนิไม้น้ำ-ประดับสวนสวย. กรุงเทพมหานคร. ไทยควอลิตี้บุ๊กส์.
- จตุรงค์ ลังกาพินธุ์. 2555. ออกแบบและเขียนแบบวิศวกรรมด้วยโปรแกรม SolidWorks (ฉบับเรียนลัดด้วยตัวเอง). กรุงเทพมหานคร: ทริปเฟล็ด เอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ สุนัน ปานสาคร, รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์, มาสสุภา โพธิ์รอด และณัฐวุฒิ โคตรพรหมศรี, 2560. การศึกษาและทดสอบเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง. วารสาร วิศวกรรมศาสตร์ราชชมงคลธัญบุรี ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน) 2560
- ทวีพงศ์ สุวรรณโร. 2550. การทำนาบัว. เอกสารอิเล็กทรอนิกส์. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรพรรณ วิจิตรวิทยาพงศ์. 2552. เมล็ดบัวแปรรูปที่พิจิตรสร้างงานสร้างเงินให้ชาวบ้านสี่ไฟ. คอลัมน์ ชุมชนเข้มแข็ง หนังสือพิมพ์มติชน. แหล่งข้อมูล : http://www.matichon.co.th/matichon/view_news. เข้าถึงเมื่อ: 24 มกราคม 2555.
- Anon, 1983. Moisture Measurement (pp.329-330). ASAE Standard S 410, Agricultural Engineers Handbook.
- Hunt, D. 2001. Farm Power and Machinery. (10th Edition). Ames, Iowa, USA: Iowa State University Press.

Imsabai, W., S. Ketsa, and W.G. van Doorn. 2010. Role of ethylene in the lack of floral opening and in petal blackening of cut lotus (*Nelumbo nucifera*) flowers. Post. Biol. Technol. 58: 57-64.

Krutz, G., Thomson, L., Claar, P. 1994. Design of Agricultural Machinery. New York, USA: John Wiley and Sons Inc.

Shigley, JE., Mischke, C.R. 1989. Mechanical Engineering Design. (5th Edition). New York, USA: McGraw-Hill Book Company.