

การศึกษาและทดสอบเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง

Study and Testing of a Lotus Seed Peeling Machine

จตุรงค์ ลังกาพันธุ์^{1*}, สุนัน ปานสาคร¹, รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์¹, มาสสุภา โพธิ์รอด¹, ณัฐวุฒิ โคตรพรหมศรี¹
jaturong.l@en.rmutt.ac.th¹, sunan.p@en.rmutt.ac.th¹,
rrka1965@yahoo.com¹, MAYKUME_JUNG@hotmail.com¹, nuttiwut_ame@hotmail.com

บทคัดย่อ

เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงได้ถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อลดเวลาและแรงงานในการแกะเมล็ดบัวหลวงของเกษตรกร เครื่องต้นแบบประกอบด้วย โครงสร้างเครื่อง ชุดใบมีดกรีด กลไก Scotch Yoke ระบบส่งกำลัง และใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 0.25 แรงม้า เป็นต้นกำลัง การทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ควบคุมเครื่องป้อนเมล็ดบัวหลวงลงในช่องป้อน ทางด้านบนของเครื่อง หลังจากนั้นเมล็ดบัวหลวงจะถูกลำเลียงเข้าไปในชุดใบมีดกรีดโดยการเคลื่อนที่ของกลไก Scotch Yoke ซึ่งชุดใบมีดกรีดทำหน้าที่กรีดตัดเปลือกตามแนวเส้นรอบวงของเมล็ดบัวหลวงและปล่อยให้เมล็ด บัวหลวงร่วงสู่ช่องทางออกทางด้านล่างของเครื่อง จากการทดสอบที่ความเร็วเฉลี่ยของชุดใบมีดกรีดที่ 7.5, 8.5 และ 9.5 เมตรต่อนาที ตามลำดับ พบว่าเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วเฉลี่ยของชุด ใบมีดกรีด 7.5 เมตรต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์ในการแกะเมล็ดบัว 79.8% เมล็ดบัวไม่มีความเสียหาย มีความสามารถในการ ทำงาน 2±0.21 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.8 กิโลวัตต์-ชั่วโมง จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ วิศวกรรมพบว่าเมื่อใช้เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง 1,440 ชั่วโมงต่อปี มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของเครื่อง 6.9 บาทต่อกิโลกรัม ระยะคืนทุน 11.4 เดือน และจุดคุ้มทุน 185.3 ชั่วโมงต่อปี

คำสำคัญ: เมล็ดบัวหลวง, เครื่องแกะ, บัวหลวง

Abstract

This research was to design and fabricate of a lotus seed peeling machine prototype to minimize the peeling time and number of labor requirement in the fresh lotus seed shell removing. The prototype consisting of main frame, cutting blade unit, Scotch Yoke mechanism, the power transmission unit and 0.25 hp electric motor was used as a prime mover. In the operation, the lotus seeds were fed manually into feeding chute at the top of machine. Then the lotus seeds were conveyed to cutting blade unit by Scotch Yoke mechanism, and left through in outlet chute of the machine after peeling. Results of testing at the average speed of blade 7.5, 8.5 and 9.5 m/min respectively, indicated that the optimal performance was achieved when

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ 1 ต. คลองหก อ. ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์: +66(2)-549-3328
โทรสาร: +66(2)-549-3581 E-mail: * jaturong.l@en.rmutt.ac.th;

the machine was operated at average speed of blade 7.5 m/min. The percentage of peeling were 79.8%, no percentage of damaged seeds, working capacity was found to be 2 ± 0.21 kg/hour and consumed 0.8 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 THB 6.9 per kilogram, payback period 11.4 months and the break-even point of the machine was 185.3 hours per year.

Keywords: Lotus seed, Peeling Machine, Lotus

1. บทนำ

ส่วนประกอบของบัว เช่น รากบัว ไหลบัว เมล็ดบัว ดอกบัว และ ใบบัว ยังมีสรรพคุณใช้เป็นส่วนผสมสำคัญในตำรับยาจีนโบราณเป็นยาอายุวัฒนะ [1] จึงทำให้ประเทศจีนสนับสนุนให้บัวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศ สำหรับประเทศไทยได้มีการสนับสนุนให้ปลูกบัวเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังไม่สามารถปลูกพืชชนิดอื่นได้ โดยมีพื้นที่ปลูกบัวประมาณ 5,000 ไร่ กระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ เช่น นครปฐม สุพรรณบุรี อุบลราชธานี ขอนแก่น พิจิตร พะเยา นครสวรรค์ พิษณุโลก และพัทลุง [2] นาบัวสามารถดูแลรักษาง่ายกว่านาข้าว มีโรคและแมลงรบกวนน้อยใช้น้ำน้อยกว่า สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งในรูปดอกตูมและเก็บเมล็ด ซึ่งผลผลิตทั้งสองรูปแบบนี้ยังเป็นที่ต้องการของทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังนั้นจากสภาพปัจจุบันที่เกษตรกรผู้ทำนาประสบปัญหาทั้งในเรื่องการขาดน้ำและราคาข้าวไม่แน่นอน นาบัวจึงเป็นทางเลือกใหม่ทางหนึ่งที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่นาข้าว [3, 4, 5] ปัจจุบันเมล็ดบัวยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นสินค้าโอท็อปของจังหวัดที่มีการทำนาบัว เช่น วิสาหกิจชุมชนกลุ่มสตรีสหกรณ์บึงสีไฟ อ.เมือง จ.พิจิตร ผลิตเมล็ดบัวอบกรอบบรรจุกล่องพลาสติกและดีบัวแคปซูลจำหน่ายเป็นสินค้าโอท็อป ซึ่งมียอดจำหน่ายแต่ละปีกว่า 1.2 ล้านบาท [6] นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบหลักของไส้ขนมไหว้พระจันทร์ไส้ลูกบัวของโรงงานผลิตขนมไหว้พระจันทร์ต่าง ๆ สำหรับส่งขายทั่วประเทศ เช่น โรงงานผลิตขนมไหว้พระจันทร์ เอส แอนด์ พี เป็นต้น

วิธีการเก็บเมล็ดบัวหลวงสดเพื่อจำหน่ายในปัจจุบันเกษตรกรจะเก็บฝักบัวแล้วนำมาแกะหรือนวดเอาเมล็ดออกจากฝัก [7] จากนั้นใช้มีดกรีดรอบเมล็ดบัว แล้วใช้มือแกะเปลือกออกดังรูปที่ 1 ลอกเยื่อและแทงดีบัวออก [8] เตรียมที่จะแปรรูปต่อไป จะเห็นว่าขั้นตอนการแกะเปลือก ยังใช้แรงงานคนเป็นหลักทำให้เกษตรกรเสี่ยงต่อการถูกมีดบาด และใช้เวลาในการแกะสูง ส่วนเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงที่มีใช้ในต่างประเทศ เช่น ในประเทศจีนนั้นไม่เหมาะที่จะนำมาใช้แกะเมล็ดบัวพันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยเนื่องจากเมล็ดบัวมีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันยังมีข้อจำกัดที่ควรนำมาพัฒนาต่อไป เช่น การบ่อนเมล็ดบัวเข้าช่องบ่อนจะต้องบ่อนทีละเมล็ดและเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากการแกะของเครื่องค่อนข้างสูง [9, 10] ดังนั้นจึงควรทำการวิจัยเพื่อลดปัญหาดังกล่าวข้างต้น เพื่อให้ได้เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงที่ทำงานได้อย่างดีต่อไป



ก) การใช้มีดกรีดรอบเมล็ดบัว



ข) การใช้มือแกะเปลือกออก

รูปที่ 1 การแกะเมล็ดบัวหลวงด้วยแรงงานคน

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องการออกแบบ

ก) ศึกษาปัญหาในขั้นตอนการแกะเมล็ดบัวหลวงในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบข้อมูลและปัญหาการแกะเมล็ดบัวหลวงของเกษตรกร เพื่อใช้วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม จากการศึกษาโดยสัมภาษณ์วิสาหกิจชุมชนกลุ่มสตรีสหกรณ์บึงสีไฟ อ.เมือง จ.พิจิตร พบว่า แรงงานในกระบวนการผลิตมาจากแรงงานในกลุ่มสหกรณ์ในชุมชนซึ่งมีสมาชิก 30 คน วัตถุประสงค์ในการผลิตบัวหลวงในท้องถิ่น บางช่วงในกรณีตลาดมีความต้องการสูงจะหาวัตถุดิบเพิ่มจากแหล่งอื่นเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ ปกติจะทำการผลิตต่อเนื่องทุกวัน มีกำลังผลิตเมล็ดบัวอบกรอบโดยเฉลี่ย 1,000 กิโลกรัมต่อเดือน ค่าแรงงาน 300 บาทต่อวัน ปัญหาในกระบวนการผลิตที่พบ คือ แรงงานในการผลิตไม่เพียงพอโดยเฉพาะช่วงที่ต้องการผลผลิตสูงเนื่องจากใช้แรงงานคนเป็นหลัก มีความเหนื่อยยากและความไม่ปลอดภัยในการทำงาน เช่น อุบัติเหตุจากมีดแกะเปลือกบาดมือ นอกจากนั้นยังขาดแคลนเครื่องจักรสำหรับช่วยในการผลิต เช่น เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง เครื่องทอดอัตโนมัติ เป็นต้น รวมทั้งต้องการพัฒนารูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่น่าสนใจมากขึ้น

ข) การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัวหลวง

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัวหลวง ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลาง ความยาวของเมล็ดบัวหลวง และความหนาของเปลือกเมล็ดบัวหลวง ดังรูปที่ 2 สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชุดใบมีดและการปรับตั้งต่าง ๆ ที่จำเป็นในการออกแบบเครื่องจากการศึกษาโดยสุ่มวัดเมล็ดบัวหลวงจำนวน 100 เมล็ด ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ดบัวหลวงมีค่าระหว่าง 13-15 mm มีค่าเฉลี่ย 14.6 ± 0.6 mm ความยาวมีค่าระหว่าง 20-22 mm มีค่าเฉลี่ย 21.3 ± 0.8 mm และความหนาของเปลือกมีค่าระหว่าง 0.9-1.2 mm มีค่าเฉลี่ย 1.1 ± 0.2 mm ซึ่งเส้นผ่านศูนย์กลางและความ

ยาวของเมล็ดบัวหลวงได้ถูกนำไปใช้ออกแบบความกว้างและความสูงของช่องป้อนเมล็ดบัวหลวงของชุดใบมีดกรีด ส่วนความหนาของเปลือกใช้กำหนดความลึกในการตัดของใบมีดกรีด

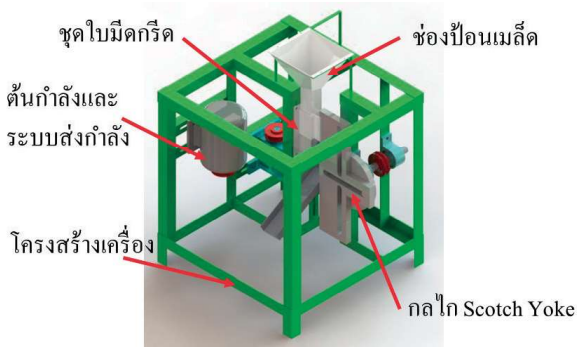


รูปที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบัวหลวง

2.2 ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

หลังจากการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องการออกแบบเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบได้ถูกออกแบบโดยใช้หลักการออกแบบทางวิศวกรรม และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและเขียนแบบ [11] มีส่วนประกอบหลักคือ โครงสร้างเครื่อง ช่องป้อนเมล็ด ชุดใบมีดกรีดซึ่งประกอบด้วยใบมีด 2 ชุด ใบมีดชุดแรกยึดอยู่กับที่ในเรือนใบมีดที่ติดตั้งกับโครงสร้างเครื่อง ใบมีดชุดที่ 2 จะยึดติดกับกลไก Scotch Yoke [12] เพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ขึ้น-ลงได้ และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.25 แรงม้า เป็นต้น กำลัง ซึ่งส่งกำลังไปขับเคลื่อนกลไก Scotch Yoke โดยใช้ฟุเลย์และสายพาน [13, 14] เนื่องจากออกแบบง่าย ไม่เกิดเสียงดังขณะทำงาน ราคาถูก และหาซื้อง่าย ดังรูปที่ 3 (ก)

การทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ควบคุมเครื่องป้อนเมล็ดบัวหลวงลงในช่องป้อนเมล็ดทางด้านบนของเครื่อง หลังจากนั้นเมล็ดบัวหลวงจะถูกลำเลียงเข้าไปในชุดใบมีดกรีดโดยการเคลื่อนที่ของกลไก Scotch Yoke ซึ่งใบมีดที่ติดกับเรือนใบมีดและกลไก Scotch Yoke จะทำหน้าที่กรีดตัดเปลือกตามแนวเส้นรอบวงของเมล็ดบัวหลวง และปล่อยให้เมล็ดบัวหลวงร่วงสู่ช่องทางออกทางด้านล่างของเครื่อง ซึ่งเครื่องต้นแบบที่สร้างเสร็จแสดงดังรูปที่ 3(ข)



1) แบบเครื่องต้นแบบด้วยโปรแกรมด้าน CAD



2) เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ

รูปที่ 3 แบบและเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ

2.3 ทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องต้นแบบ

เครื่องต้นแบบได้ถูกทดสอบและประเมินสมรรถนะในการทำงาน รวมทั้งคุณภาพในการแกะเมล็ดบัวหลวง โดยใช้เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ด เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ด ความสามารถในการทำงาน และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า เป็นค่าชี้ผลการศึกษา ซึ่งคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

1) เปอร์เซ็นต์การแกะเมล็ด (%)

$$\frac{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงที่แกะเปลือกได้}}{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงทั้งหมด}} \times 100 \quad (1)$$

2) เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ด (%)

$$\frac{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงที่เสียหาย}}{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงทั้งหมด}} \times 100 \quad (2)$$

3) ความสามารถในการทำงาน (kg/hr)

$$\frac{\text{น้ำหนักของเมล็ดบัวหลวงที่แกะเปลือกได้ทั้งหมด}}{\text{เวลาในการทำงานทั้งหมด}} \quad (3)$$

4) อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (kW-hr)

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

เมื่อ I = กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)

V = แรงเคลื่อนไฟฟ้า (โวลต์)

t = เวลา (ชั่วโมง)

การทดสอบใช้เมล็ดบัวหลวงปทุมแสนผ่านศูนย์กลางของเมล็ดบัวหลวงมีค่าระหว่าง 12.5-15 mm มีค่าเฉลี่ย 14.5 ± 0.5 mm ความยาวมีค่าระหว่าง 20-22 mm มีค่าเฉลี่ย 21.4 ± 0.7 mm และความหนาของเปลือกมีค่าระหว่าง 0.9-1.2 mm มีค่าเฉลี่ย 1.1 ± 0.15 mm (สุ่มวัด 50 เมล็ด) ตลอดการทดสอบ จากการทดสอบเบื้องต้นพบว่าเมื่อเดินเครื่องที่ความเร็วเฉลี่ยของชุดใบมีดกรีดมากกว่า 9.5 m/min ชุดใบมีดที่ยึดติดกับกลไก Scotch Yoke จะเคลื่อนที่เร็วเกินไปไม่สามารถทำให้เมล็ดบัวหลวงหมุนกลิ้งในเรือนใบมีดเพื่อให้เปลือกถูกตัดฉีกครบรอบตามเส้นรอบวงได้ ดังนั้นจึงได้เลือกทดสอบที่ความเร็วเฉลี่ยของชุดใบมีดกรีดที่ 7.5, 8.5 และ 9.5 m/min ตามลำดับ โดยแต่ละการทดลองใช้เมล็ดบัวหลวง 0.5 kg ทำซ้ำ 3 ซ้ำ และบันทึกเวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมด กระแสไฟฟ้า น้ำหนักเมล็ดบัวที่แกะได้ น้ำหนักเมล็ดบัวที่แกะไม่ได้ และน้ำหนักเมล็ดบัวที่เสียหาย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณค่าชี้ผลการศึกษา และวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เช่น ค่าใช้จ่าย ระยะเวลาคืนทุน และ จุดคุ้มทุน ในการใช้เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง

2.4 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

2.4.1 การวิเคราะห์และประเมินค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย

วิธีการประเมินค่าใช้จ่ายโดยรวมเกี่ยวกับต้นทุนในการใช้งานเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง สมมติว่าเกษตรกรซื้อเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงแทนวิธีการใช้แรงงานคน ซึ่งค่าใช้จ่ายโดยรวมจะประกอบด้วยต้นทุนคงที่ (Fixed cost) และต้นทุนผันแปร (Variable cost) โดยต้นทุนคงที่ได้แก่ค่าเสื่อมราคาของเครื่อง (คิดค่าเสื่อมราคาโดยวิธีเส้นตรงเมื่อประมาณอายุการใช้งานของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงได้ 5 ปี) และค่าเสียโอกาสของเงินทุน (คิดอัตราดอกเบี้ย 10%) ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของการแกะเมล็ดบัวหลวง [15]

2.4.2 การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน (Pay-back period)

เป็นการคาดคะเนว่า เมื่อลงทุนใช้เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงไปแล้ว จะได้รับผลตอบแทนกลับคืนมาในจำนวนเงินเท่ากับที่ลงทุนไปแล้วภายในระยะกี่ปี โดยคิดจากราคาในการลงทุนซื้อเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงหารกับผลประโยชน์สุทธิที่คาดว่าจะได้รับในการใช้งานเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง 5 ปี [15]

2.4.3 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break-even point)

เป็นการคำนวณหาจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ โดยการเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนในการแกะเมล็ดบัวหลวงจากการใช้เครื่องต้นแบบและการแกะเมล็ดบัวหลวงด้วยแรงงานคน

3. ผลการวิจัย

ในการทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ ผลแสดงดังรูปที่ 4 โดยรูปที่ 4 (ก) แสดงเมล็ดบัวหลวงที่ใช้ทดสอบ หลังจากได้นำไปทดสอบโดยเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงแล้ว จะได้เมล็ดบัวหลวงที่ถูกชุดใบมีดกรีดเปลือกโดยรอบเมล็ด ดังรูปที่ 4 (ข) เกษตรกรสามารถใช้มือดึงเมล็ดในออกจากเปลือกได้โดยง่าย หรือใช้ภาชนะใส่น้ำรองที่ช่องทางออกของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงจะทำให้เปลือกแยกออกจากเมล็ด

บัวหลวง โดยเปลือกจะลอยน้ำส่วนเมล็ดในสีขาวจะจมน้ำ ซึ่งเมล็ดในบัวหลวงที่ได้พร้อมที่จะนำไปแปรรูปผลิตเป็นเมล็ดบัวอบกรอบต่อไปดังรูปที่ 4 (ค) ทั้งนี้รูปที่ 4 (ง) แสดงเมล็ดบัวหลวงที่เสียหายจากการทดสอบ โดยพิจารณาจากเมล็ดบัวที่มีรอยแตกเสียหายทุก ๆ แบบจากเมล็ดเต็ม ซึ่งจะถือว่าเป็นเมล็ดบัวที่เสียหาย



ก)



ข)



ค)



ง)

รูปที่ 4 การทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ:

ก) เมล็ดบัวหลวงที่ใช้ทดสอบ

ข) เมล็ดบัวหลวงที่ได้จากการทดสอบ

ค) เมล็ดบัวหลวงที่ไม่เสียหาย

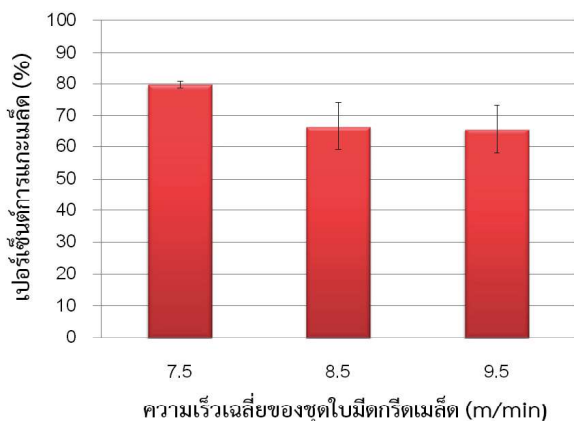
และ ง) เมล็ดบัวหลวงที่เสียหาย

ผลการทดสอบเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงที่ความเร็วเฉลี่ยของชุดมีดใบกรีดต่าง ๆ จะนำเสนอตามค่าชี้ผลการศึกษา ดังนี้

3.1 เปอร์เซนต์การแกะเมล็ด

จากการทดสอบเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงที่ความเร็วของชุดใบมีดกรีดต่าง ๆ พบว่าที่ความเร็วเฉลี่ยของชุดใบมีดกรีด 7.5, 8.5 และ 9.5 m/min เครื่องต้นแบบสามารถแกะเมล็ดบัวหลวงได้ 79.8, 66.6 และ 65.6% ตามลำดับ ดังรูปที่ 5 ซึ่งผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า เปอร์เซนต์การแกะเมล็ดบัวหลวงจะลดลงเมื่อเพิ่มความเร็วของชุดใบมีดกรีด เนื่องจากเมื่อชุดใบมีดที่ยึดติดกับกลไก

Scotch Yoke เคลื่อนที่เร็วขึ้นใบมีดจะฉีกเปลือกของ เมล็ดบัวหลวงในลักษณะของการไถมากกว่าการเฉือน ที่ทำให้เมล็ดบัวหลวงหมุนกลิ้งไปติดกับใบมีดอีกชุดที่ติดตั้ง ในเรือนใบมีด จึงทำให้ใบมีดไม่สามารถตัดเปลือก ได้ครบรอบตามเส้นรอบวงของเมล็ดและนำเมล็ดในออกมาจากเปลือกได้ ในทางกลับกันเมื่อลดความเร็วของชุด ใบมีดกรีดลงจะส่งผลกระทบต่อความสามารถในการทำงานของ เครื่องเช่นกัน เนื่องจากจำนวนของเมล็ดบัวที่กลไก Scotch Yoke ลำเลียงเข้าไปตัดเฉือนในชุดใบมีดจะน้อยลงตาม ดังนั้นความเร็วของชุดใบมีดกรีดที่เหมาะสมที่ทำให้เมล็ดกลิ้ง ตัดเฉือนกับใบมีดได้ดี คือ 7.5 m/min มีเปอร์เซ็นต์การแกะ เมล็ดบัวหลวง 79.8% ซึ่งเมล็ดบัวที่ตัดเปลือกได้ไม่ครบรอบ และไม่มี ความเสียหายอีก 19-20% จากการทดสอบสามารถ นำกลับมาป้อนเข้าเครื่องซ้ำได้จนกว่าใบมีดจะกรีดจนรอบ เมล็ดและสามารถนำเมล็ดในออกมาจากเปลือกได้

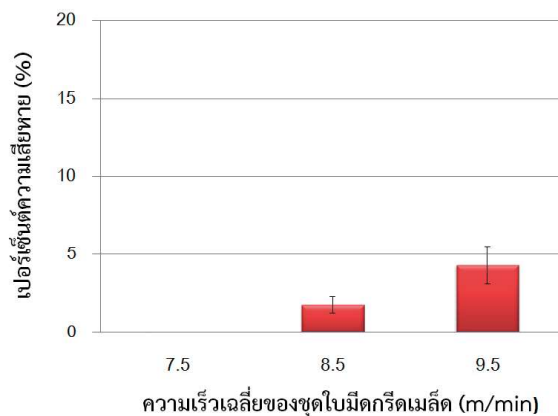


รูปที่ 5 เปอร์เซนต์การแกะเมล็ดบัวหลวงที่สมบูรณ์ที่ความเร็วชุด ใบมีดกรีดต่าง ๆ ของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ

3.2 เปอร์เซนต์ความเสียหายของเมล็ด

ผลการทดสอบ ดังรูปที่ 6 แสดงให้เห็นว่าที่ ความเร็วเฉื่อยของชุดใบมีดกรีด 7.5, 8.5 และ 9.5 m/min มีเปอร์เซนต์ความเสียหายของเมล็ด 0, 1.8 และ 4.3% ตามลำดับ ซึ่งผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า เมล็ดบัวหลวงไม่เกิดความเสียหายเมื่อทดสอบที่ความเร็ว เฉื่อยของชุดใบมีดกรีดที่ 7.5 m/min และมีความเสียหาย

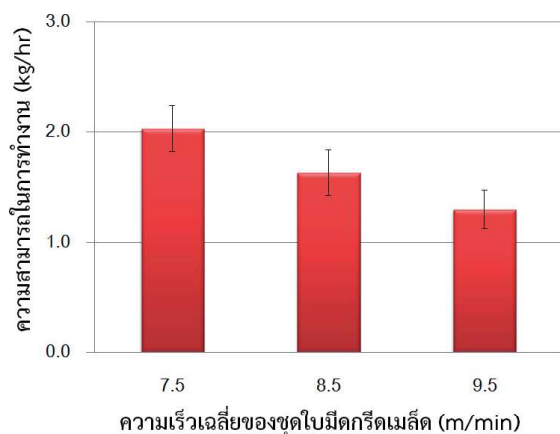
เพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วของชุดใบมีดกรีดเพิ่มขึ้น เนื่องจาก เมื่อชุดใบมีดที่ยึดติดกับกลไก Scotch Yoke เคลื่อนที่ เร็วขึ้นแรงเฉือนของใบมีดที่ตัดเฉือนเปลือกของเมล็ดบัว จะมากขึ้นเป็นผลทำให้เนื้อในของเมล็ดบัวหลวงบางส่วน แตกเสียหายจากแรงดังกล่าว ดังนั้นความเร็วของชุดใบมีด กรีดที่เหมาะสม คือ 7.5 m/min ซึ่งเป็นความเร็วที่ทำให้ แรงเฉือนของใบมีดไม่ทำให้เมล็ดบัวแตกเสียหาย



รูปที่ 6 เปอร์เซนต์ความเสียหายของเมล็ดบัวหลวงที่ความเร็วชุด ใบมีดกรีดต่าง ๆ ของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ

3.3 ความสามารถในการทำงานของเครื่อง

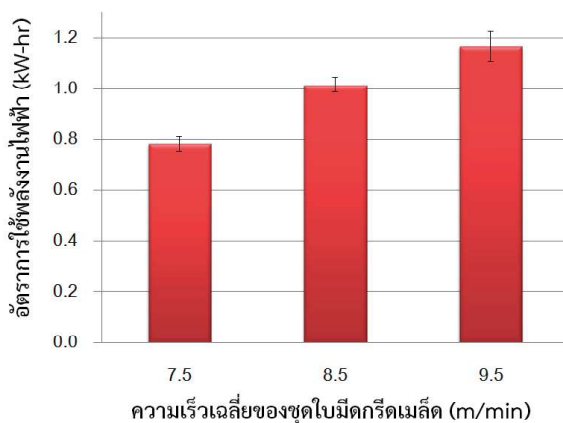
ผลการทดสอบ ดังรูปที่ 7 แสดงให้เห็นว่าความเร็ว เฉื่อยของชุดใบมีดกรีดที่ 7.5, 8.5 และ 9.5 m/min เครื่องต้นแบบสามารถแกะเมล็ดบัวหลวงได้ 2 ± 0.21 , 1.6 ± 0.21 และ 1.3 ± 0.17 กิโลกรัมชั่วโมง ตามลำดับ เห็นได้ว่าความสามารถในการแกะเมล็ดบัวหลวงลดลง เมื่อเพิ่มความเร็วของชุดใบมีดกรีด เนื่องจากเมื่อ เพิ่มความเร็วของชุดใบมีดที่ยึดติดกับกลไก Scotch Yoke เปอร์เซนต์การแกะเมล็ดบัวหลวงลดลง และ เปอร์เซนต์ความเสียหายของเมล็ดเพิ่มขึ้นดังที่ได้กล่าวไว้ ข้างต้น ดังนั้นจึงเลือกใช้ความสามารถในการทำงานที่ชุด ใบมีดกรีดมีความเร็วเฉื่อย 7.5 m/min ไปใช้ในการ วิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมต่อไป ซึ่งมีความ สามารถในการทำงานเท่ากับ 2 ± 0.21 กิโลกรัมชั่วโมง



รูปที่ 7 ความสามารถในการทำงานที่ความเร็วชุดใบมีดกรีดต่าง ๆ ของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ

3.3 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

จากผลการทดสอบ ดังรูปที่ 8 พบว่าช่วงความเร็วที่ใช้ขับเคลื่อนชุดใบมีดกรีดทั้งสามความเร็ว มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามความเร็วการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ามีค่าระหว่าง 0.8-1.2 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งจะนำค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ขับที่ทำให้ชุดใบมีดกรีดที่ความเร็วเฉลี่ย 7.5 m/min เท่ากับ 0.8 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ไปเป็นค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมต่อไป



รูปที่ 8 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่ความเร็วชุดใบมีดกรีดต่าง ๆ ของเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ

3.4 ผลการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยคิดที่ราคาเครื่องต้นแบบ 10,800 บาท อายุการใช้งาน 5 ปี อัตราดอกเบี้ย 10% ใช้ผู้ควบคุมเครื่อง 1 คน ความสามารถในการทำงาน 2 ± 0.21 กิโลกรัมข้าวโมง อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.8 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เมื่อใช้เครื่องต้นแบบทำงาน 6 เดือน หรือ 1,440 ชั่วโมงต่อปี (ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง) มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของเครื่อง 6.9 บาทต่อกิโลกรัม ระยะเวลาคืนทุน 0.95 ปี หรือ 11.4 เดือน จุดคุ้มทุน 185.3 ชั่วโมงต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคน 1 คน ที่มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 10 บาทต่อกิโลกรัม

4. สรุปผลการทดลอง

การแกะเมล็ดบัวหลวงเป็นขั้นตอนที่ใช้แรงงานคนเป็นหลัก ซึ่งมีปัญหายุ่งยากหลายประการได้แก่ ใช้เวลาในการปฏิบัติงานมาก เกิดความเมื่อยล้าในการทำงาน ความไม่ปลอดภัยในการปฏิบัติงานอันเกิดจากอุบัติเหตุระหว่างการแกะเมล็ดบัว รวมทั้งเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายสูง จึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง โดยศึกษาสมบัติต่าง ๆ ของเมล็ดบัวหลวง และวิธีการแกะเมล็ดบัวที่เหมาะสมจนได้เครื่องต้นแบบที่มีส่วนประกอบหลักคือ โครงสร้างเครื่อง ชุดใบมีดกรีด กลไก Scotch Yoke ระบบส่งกำลัง และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง จากการทดสอบเครื่องสามารถทำงานได้ดีที่สุดที่ชุดใบมีดกรีดมีความเร็วเฉลี่ย 7.5 m/min มีเปอร์เซ็นต์ในการแกะเมล็ดบัว $79.8 \pm 1.1\%$ เมล็ดบัวไม่มีความเสียหาย มีความสามารถในการทำงาน 2 ± 0.21 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.8 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวงที่ได้วิจัยนี้ได้แก้ปัญหการบ่อนเมล็ดบัวโดยผู้ใช้เครื่องไม่จำเป็นต้องบ่อนเมล็ดบัวทีละเมล็ดเข้าช่องบ่อน และยังช่วยลดเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ดบัวหลวงที่แกะโดยเครื่องจักรกลได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นอกจากนั้นยังสามารถพัฒนาเครื่องต้นแบบให้มีความสามารถในการงานมากขึ้นโดยการเพิ่มจำนวนของชุดใบมีดกรีด

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปี 2559 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) รวมทั้งภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่สนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์ในการทดสอบต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

- [1] กมลวรรณ เตชะวณิช. 2554. คู่มือปลูกและดูแลดอกบัว ราชนิไม้น้ำ-ประดับสวนสวย. กรุงเทพฯ : ไทยควอลิตี้บุ๊คส์ 128 หน้า
- [2] กรมส่งเสริมการเกษตร. 2554. สถานการณ์การผลิตบัว. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.doae.go.th/LIBRARY/>. (24 มกราคม 2555).
- [3] ทวีพงศ์ สุวรรณโร. 2550. การทำนาบัว. เอกสารอิเล็กทรอนิกส์. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 12 หน้า
- [4] นิรนาม. 2559. นครพนมพลิกวิกฤต ทำนาบัวพืชศก. ขยายดีไถยรายได้เดือนละ 3-4 หมื่นบาท. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.matichon.co.th/news>. (23 เมษายน 2559).
- [5] สุจิต เมืองสุข. 2559. กว่าจะมีวันนี้ ชาวปากคาด บึงกาฬ สู่วิถีปลูกบัวปลุกบัวเก็บผักขาย ผักละบาท กำละสิบ เป็นอาชีพภาคภูมิใจ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://www.khaosod.co.th/view_newsonline.php?newsid. (25 พฤษภาคม 2559).
- [6] พรพรรณ วิจิตรวิทยาพงศ์. 2552. เมล็ดบัวแปรรูปที่พิจิตร สร้างงานเงิน ให้ชาวบึงสีไฟ. คอแลมน์ ชุมชน เข้มแข็ง หนังสือพิมพ์มติชน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.matichon.co.th/matichon/view_news. (24 มกราคม 2555).
- [7] จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ สุนัน ปานสาคร และ ภูรินทร์ อัครกุลธร. 2558. การศึกษาและทดสอบเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวง. วารสารแก่นเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีที่ 43 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม-มีนาคม 2558.
- [8] จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ สุนัน ปานสาคร และ ภูรินทร์ อัครกุลธร. 2557. การพัฒนาเครื่องแท่งบัว. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ปีที่ 20 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2557).
- [9] จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ ภูรินทร์ อัครกุลธร ประมวล สุขพัฒน์ ลือชา เนตรศรีไพบูลย์ และธัมจักร พูลประเสริฐ. 2552. การออกแบบและพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัวหลวง, เอกสารรวบรวมผลงานโครงการที่ได้รับทุนวิจัยโครงการ IRPUS ประจำปี 2552.
- [10] ประเสริฐ วิโรจน์ชีวัน, สมใจ เพียรประสิทธิ์ และ นนท โชติ อุดมศรี. 2557. การพัฒนาเครื่องแกะเมล็ดบัว. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 28 (15-17 ตุลาคม 2557).
- [11] จตุรงค์ ลังกาพินธุ์. 2555. ออกแบบและเขียนแบบวิศวกรรมด้วยโปรแกรม SolidWorks (ฉบับเรียนได้ด้วยตัวเอง). สำนักพิมพ์ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น จำกัด. 192 หน้า.
- [12] จตุรงค์ ลังกาพินธุ์. 2558. ทฤษฎีของเครื่องจักรกลเกษตร. สำนักพิมพ์ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ. 320 หน้า.
- [13] Krutz, G., Thomson, L. and Claar, P. 1994. Design of Agricultural Machinery. John Wiley and Sons. New York Chichester Brisbane, Toronto, Singapore. 472 P.
- [14] Shigley, J.E. and Mischke, C.R. 1989. Mechanical Engineering Design. 5th Edition, McGraw-Hill Book Company, USA. 779 P.
- [15] Hunt, D. 2001. Farm Power and Machinery. (10th Edition). Ames, Iowa, USA: Iowa State University Press. 360 P.