

การออกแบบและสร้างเครื่องสไลด์แห้งผ้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร

มานพ แยมแพง^{1*} และบุญฤทธิ์ ประสาทแก้ว²
manop.y@en.rmutt.ac.th^{1*}, boonrit.p@en.rmutt.ac.th²

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Received: March 16, 2018
Revised: March 30, 2018
Accepted: July 4, 2018

บทคัดย่อ

การออกแบบและสร้างเครื่องสไลด์แห้งผ้าเพื่อนำไปเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการแปรรูปให้กับกลุ่มเกษตรกร โดยเครื่องสไลด์แห้งผ้าประกอบด้วย กระจบอกใส่แห้งผ้า ชุดสไลด์แห้งผ้า และชุดต้นกำลังใช้มอเตอร์ขนาด 1/2 แรงม้า การออกแบบและสร้างเครื่องจะใช้หลักทางกลเป็นส่วนสำคัญ การทำงานของเครื่องโดยผู้ทำงานจะป้อนแห้งผ้าลงในกระจบอก ซึ่งกระจบอกที่ใส่มีมุมให้เล็อก 45 และ 90 องศา โดยปัจจัยที่ศึกษาคือความเร็วรอบของชุดสไลด์แห้งผ้าที่เหมาะสม จากผลการทดสอบพบว่า สมรรถนะสูงสุดของเครื่องสไลด์แห้งผ้าอยู่ที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที สามารถสไลด์แห้งผ้าได้ 55 และ 60 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่กระจบอกใส่แห้งผ้ามุม 45 และ 90 องศา ตามลำดับ และเครื่องสามารถสไลด์แห้งผ้าได้มากกว่าการสไลด์ด้วยแรงงานคน 2.4 เท่า มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.373 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งเครื่องสไลด์แห้งผ้าสามารถสไลด์แห้งผ้าได้สม่ำเสมอและมีอัตราการผลิตคงที่ถึงแม้ว่าจะทำงานเป็นระยะเวลานาน และเมื่อเกษตรกรนำเครื่องสไลด์แห้งผ้าไปใช้จะมีระยะเวลาการคืนทุน 3.2 เดือน

คำสำคัญ: ผ้าแห้งผ้า เครื่องสไลด์

Design and Construction of the Lotus Root Slicing Machine to Increase the Efficiency of the Agricultural Product Process

Manop Yamfang^{1*} and Boonrit Prasartkaew²
manop.y@en.rmutt.ac.th^{1*}, boonrit.p@en.rmutt.ac.th²

^{1*,2} Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Received: March 16, 2018
Revised: March 30, 2018
Accepted: July 4, 2018

Abstract

Design and construction of the lotus root slicing machine are to increase the efficiency of the agricultural product process for the farmer sector. The lotus root slicing machine consists of the lotus root feeding pipe, the lotus root slicing unit and the motor power unit 1/2 hp. The design and construction of this machine use the mechanical principles as the important parts. For the operation of the machine, the operator brings the lotus root into the lotus root feeding pipe that is composed of two angle choices: 45 and 90 degrees. The studied parameter is the suitable speed for the lotus root slicing unit. From the experiment, it is found that the maximum efficiency of the lotus root slicing machine occurs at speed 200 rpm. The machine can slice the lotus root 55 kg/h and 60 kg/h at the angle 45 and 90 degrees, respectively. Furthermore, the machine can slice the lotus root more than 2.4 times the labor force does. The power consumption is 0.373 kW-h. The lotus root slicing machine can cut the lotus root regularly and has a constant production rate despite working for long periods of time. When the farmers use the lotus root slicing machine, the payback period is 3.2 month.

Keywords: lotus, lotus root, slicing machine

1. บทนำ

บัว ถือเป็นพืชของขบวนการด้านอาหาร และสมุนไพรที่สำคัญอย่างหนึ่งของมนุษยชาติ เพราะเป็นอาหารและยารักษาโรค เมื่อครั้งอดีตกาลคนในแถบเอเชียและอเมริกาเหนือต่างรู้จักใช้เมล็ดบัว และเหง้าบัวเป็นอาหารโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งที่อาหารขาดแคลน คุณค่าโภชนาการของบัวนั้นสูงมากเมื่อเทียบกับพืชดอกอีกหลายชนิด เหง้าบัวหรือรากบัวมีลักษณะเป็นปล้องๆ สีขาวอมเหลือง เมื่อตัดตามขวางจะเห็นรูกลวงเป็นช่อง รากบัวที่ดีต้องเป็นสีขาว อวบ และใหญ่ รากบัวกินได้ทั้งดิบและสุก โดยทั่วไปแล้วจะนำรากบัวมาเชื่อมเพื่อรับประทานหรือนำไปปรุงยาช่วยในการบำรุงกำลัง แก้อ่อนใน กระจายน้ำ แก้เสมหะ แก้พุพอง [1-3] การสไลด์เหง้าบัวในปัจจุบันนั้นยังคงต้องใช้แรงงานคนในการสไลด์อยู่ซึ่งต้องใช้เวลาและแรงงานคนเป็นจำนวนมากในขั้นตอนนี้รวมทั้งผู้ที่สไลด์เหง้าบัวได้นั้นจะต้องมีความชำนาญจึงจะได้เหง้าบัวที่มีลักษณะสวย เหมาะแก่การนำไปเชื่อมเพื่อการบริโภค ถึงแม้ว่าผู้สไลด์จะมีความชำนาญแต่ในการสไลด์ในระยะเวลาสั้นๆ นั้นอาจจะเกิดความเมื่อยล้า ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุด้วยเช่นกัน มีผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง ซึ่งมีงานวิจัยที่สร้างเครื่องสไลด์ฝือกที่มีลักษณะใกล้เคียงกับเหง้าบัว โดยทำการออกแบบและสร้างเครื่องสไลด์ฝือกโดยการหยอดหัวฝือกลงในช่องด้านบนของเครื่องแบบต่อเนื่องกันจนหมด ซึ่งมีช่องหยอดอยู่ 2 ช่อง มีขนาด 120 และ 80 มิลลิเมตร เครื่องจะทำการสไลด์เป็นแผ่นบางๆ ตามแนวนอนของหัวฝือก โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ช่วยกด ความหนาบางของแผ่นที่ทำได้ตั้งแต่ 0.3 ถึง 1.7 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับการตั้งใบมีด ขนาดโตสุดของหัวฝือกเส้นผ่านศูนย์กลาง 120 มิลลิเมตร ซึ่งใช้ความเร็วรอบตั้งแต่ 10 ถึง 200 รอบต่อนาที จากการทดลองเครื่องสไลด์ฝือกโดยเฉลี่ยการสไลด์ต่อหัวประมาณ 30 วินาที ได้ 60 ถึง 80 แผ่น ขึ้นอยู่กับความหนาบาง

[4] และมีการสร้างเครื่องสำหรับสไลด์กล้วยดิบที่ปอกเปลือกแล้วที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของผลไม่เกิน 3 และ 10 เซนติเมตรตามลำดับ โดยใช้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 210 วัตต์ จากการทดลองสามารถสไลด์กล้วยดิบให้เป็นชิ้นบาง ตลอดแนวยาวของผลได้ในอัตรา 160 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือสไลด์ได้ไม่น้อยกว่า 26,000 ชิ้นต่อชั่วโมง สามารถปรับความหนาบางของการสไลด์ได้ตั้งแต่ 1 ถึง 2 มิลลิเมตร ง่ายต่อการลำเลียงออกและบรรจุภัณฑ์ [5] จากงานวิจัยที่ผ่านมาผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างเครื่องสไลด์เหง้าบัว เพื่อนำไปเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการแปรรูปเหง้าบัวของกลุ่มเกษตรกร จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีความคิดที่จะนำเครื่องจักรมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อช่วยเกษตรกร จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการสไลด์เหง้าบัวให้ได้ผลดีและรวดเร็ว สามารถลดระยะเวลาในการทำงานและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต เพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ปฏิบัติงานและเครื่องจักรสามารถสไลด์เหง้าบัวได้สม่ำเสมอทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานไม่ลดลงแม้จะทำงานเป็นระยะเวลานาน ๆ

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ

2.1.1 ศึกษาปัญหาและขั้นตอนในการสไลด์เหง้าบัวของกลุ่มเกษตรกร

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและข้อมูลในการสไลด์เหง้าบัวของเกษตรกรหรือผู้ประกอบการ เพื่อใช้วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม จากการศึกษาข้อมูลจากเกษตรกรพบว่าค่าแรงงานในการสไลด์เหง้าบัว 2 บาทต่อกิโลกรัม ปัจจุบันกลุ่มเกษตรกรใช้แรงงานคนในการสไลด์เหง้าบัวอยู่ ซึ่งเมื่อทำงานไปเป็นระยะเวลานานจะเกิดการเมื่อยล้าทำให้

เกิดอุบัติเหตุจากใบมีดที่สไลด์เหง้าบัว ทำให้ไม่ปลอดภัยในขณะที่ปฏิบัติงาน

2.1.2 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเหง้าบัว

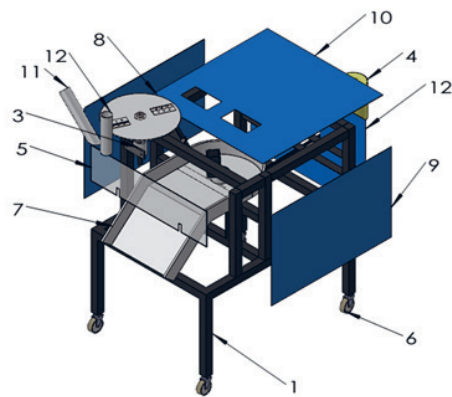
วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงลักษณะทางกายภาพของเหง้าบัวจะมีลักษณะเป็นท่อนยาว แบ่งเป็นปล้องๆดังรูปที่ 1 เมื่อหันตามขวางจะเห็นรูกลวงเรียงตัวเป็นรัศมี เนื้อเหง้าบัวฉ่ำกรอบ สีขาวอมเหลืองหรือสีเหลืองนวลข้างมีกลิ่นหอมอ่อนๆ คล้ายดอกบัว สามารถกินได้ทั้งแบบดิบและแบบสุก การศึกษาทางกายภาพของเหง้าบัวได้แก่ ความกว้าง ความยาว ที่มีขนาดใหญ่สุดและเล็กสุดสำหรับใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบและสร้างเครื่อง จากการศึกษาจะใช้เหง้าบัวที่จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งพบว่าความกว้างและความยาวของเหง้าจะขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์และฤดูกาล ซึ่งจากการสังเกตเหง้าบัวและสอบถามเกษตรกรที่แปรรูปเหง้าบัว ซึ่งการสไลด์ส่วนใหญ่จะสไลด์เหง้าบัวตามขวาง คือมุมเอียง 45 และ 90 องศา ซึ่งข้อมูลนี้จะนำไปใช้ในการออกแบบเครื่องและสร้างเครื่อง



รูปที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของเหง้าบัว [1]

2.2. วิธีการออกแบบและสร้างเครื่องสไลด์เหง้าบัว

จากการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ เครื่องต้นแบบจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบก่อนที่จะทำการสร้างเพื่อหาขนาดและความเหมาะสมในการติดตั้งชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องก่อนที่จะนำไปสร้างตามแบบที่ได้ทำการออกแบบไว้ดังรูปที่ 2

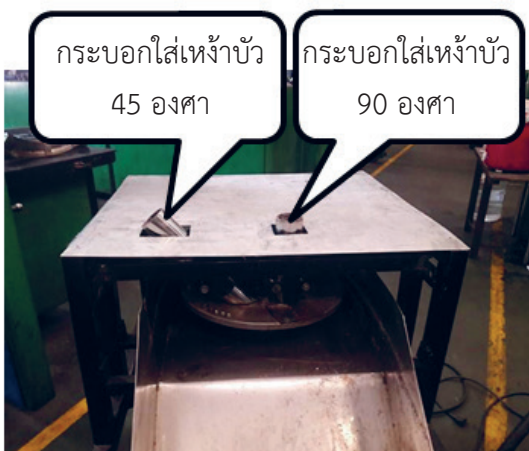


รูปที่ 2 เครื่องสไลด์เหง้าบัวที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

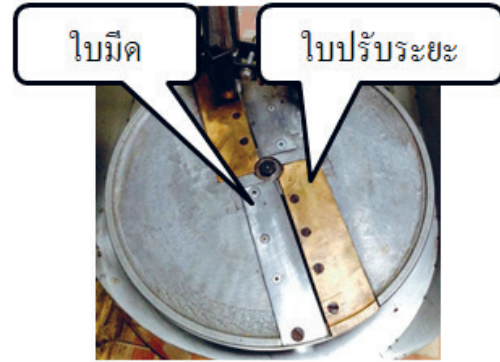
ตารางที่ 1 ชิ้นส่วนเครื่องสไลด์เหง้าบัว

หมายเลข	ชิ้นส่วน
1	โครงสร้าง
2	ฝาครอบบน
3	เพลาคูเกตา
4	มอเตอร์
5	การ์ด Safety
6	ล้อ PVC
7	ถาดรอง
8	ชุดใบมีด
9	ฝาครอบข้าง
10	ฝาครอบหลัง
11	กระบอกลใส่เหง้าบัวมุม 45 องศา
12	กระบอกลใส่เหง้าบัวมุม 90 องศา

เนื่องจากเหง้าบัวส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นทรงกระบอกเมื่อนำมาแปรรูปผู้ประกอบการจะนำเหง้าบัวมาปอกเปลือกออกก่อนที่จะนำไปแปรรูป โดยทั่วไปการนำเหง้าบัวมาแปรรูปผู้ประกอบการจะทำการสไลด์เหง้าบัวสองแบบคือ แบบแรกจะสไลด์ตามแนวขวางของเหง้าบัวซึ่งจะได้เหง้าบัวที่มีลักษณะเป็นวงกลม แบบที่สองจะสไลด์ตามแนวเฉียงของเหง้าบัวซึ่งจะได้เหง้าบัวที่มีลักษณะเป็นวงรี ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกมุมของกระบอกที่จะลำเลียงเหง้าบัวไปยังชุดใบมีดสองมุม คือมุม 90 และมุม 45 องศา เพื่อที่จะได้เหง้าบัวตามที่ต้องการผู้ประกอบการต้องการดังรูปที่ 3 ขึ้นอยู่กับการนำไปแปรรูป ซึ่งการออกแบบชุดใบมีดจะออกแบบเป็นลักษณะจานหมุนและสามารถปรับใบมีดได้เพื่อที่จะได้เลือกความหนาของชิ้นเหง้าบัวดังรูปที่ 4 ส่วนช่องใส่เหง้าบัวจะออกแบบให้ใหญ่กว่าเหง้าบัว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.6 เซนติเมตรยาว 28 เซนติเมตรเพื่อที่จะใส่เหง้าบัวได้ถึงแม้ว่าเหง้าบัวจะมีลักษณะไม่ตรง



รูปที่ 3 กระบอกใส่เหง้าบัวมุม 45° และ 90°



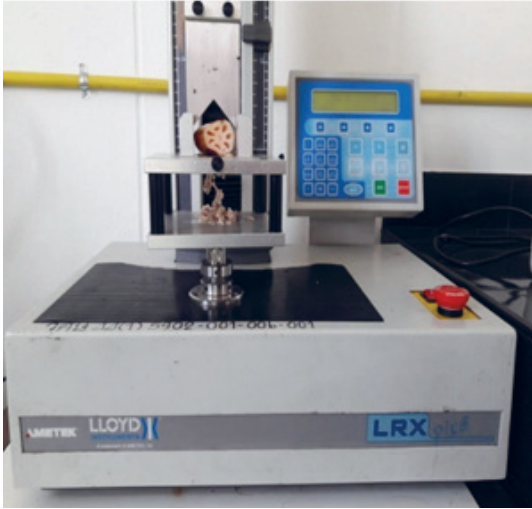
รูปที่ 4 ชุดใบมีดของเครื่องสไลด์เหง้าบัว

สำหรับการออกแบบชุดใบมีดสไลด์เหง้าบัวจะมีลักษณะเป็นจานกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 เซนติเมตร หนา 0.5 เซนติเมตร มีใบมีดสองใบติดตั้งตรงกันข้าม มุมของใบมีดจะทำมุม 90 องศา กับแกนเพลลาซึ่งมุมของใบมีดจะไม่ส่งผลต่อการตัดเฉือนเหง้าบัวเพราะความแข็งของเหง้าบัวมีค่าน้อย และที่ชุดใบมีดจะมีอุปกรณ์ที่สามารถปรับระยะระหว่างจานและใบมีดเพื่อที่จะสามารถสไลด์เหง้าบัวได้ตามความต้องการ

การทำงานของเครื่องสไลด์เหง้าบัวเหง้าบัวที่ปอกเปลือกแล้วจะถูกใส่ลงในกระบอกโดยต้นกำลังจะมาจากมอเตอร์ขนาด 1/2 แรงม้าส่งกำลังผ่านสายพานไปยังชุดใบมีด เมื่อเครื่องทำงานชุดใบมีดจะหมุนและสไลด์เหง้าบัวที่อยู่ในกระบอกออกมาเป็นชิ้นบางตกลงไปในถาดรองรับด้านล่างของเครื่อง

การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ [6]

การหาแรงเฉือนจะทำการทดสอบโดยเหง้าบัวไปทดสอบหาแรงที่ใช้ในการเฉือนจากเครื่องทดสอบแรงเฉือนรุ่น LRX plus ดังรูปที่ 5 ได้ $F = 74.47 \text{ N}$ การออกแบบใช้ค่า safety factor = 1.5 จะได้ $F = 74.47 \times 1.5 = 111.7 \text{ N}$



รูปที่ 5 เครื่องทดสอบแรงเฉือนรุ่น LRX plus

หาขนาดของมอเตอร์จากแรงกดตัด $F=74.47 \text{ N}$

$$\text{จาก} \quad T = Fr \quad (1)$$

เมื่อ

$$T = \text{แรงบิด (N-m)}$$

$$F = \text{แรงที่ใช้สไลด์เห่าบัว (N)}$$

$$r = \text{รัศมีของชุดไบมีด (m)}$$

การออกแบบใช้ความเร็วรอบไม่เกิน 250 รอบ/นาที่ เลือกอัตราทดมอเตอร์ 8 : 1 และรัศมีของชุดไบมีดคือ 0.175 m

$$\text{จะได้} \quad T = 1.6 \text{ N-m}$$

$$\text{จาก} \quad P = \frac{2\pi TN}{60} \quad (2)$$

เมื่อ

$$P = \text{กำลังมอเตอร์ (W)}$$

$$N = \text{ความเร็วรอบมอเตอร์ (1450 รอบ/นาที่)}$$

ซึ่งได้มอเตอร์ขนาด 242.9 วัตต์ ซึ่งเป็นกำลังทางกลที่คำนวณได้ ในงานวิจัยเลือกใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง สมมติให้มอเตอร์มีประสิทธิภาพ 70% จะได้กำลังทางไฟฟ้างี้

$$70\% \text{ ของกำลังไฟฟ้า} = \text{กำลังทางกลที่คำนวณได้}$$

$$\text{ซึ่งจะต้องใช้กำลังทางไฟฟ้า} = (242.9/0.7)$$

$$= 347 \text{ W หรือ } 0.46 \text{ HP}$$

ดังนั้นเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 1/2 HP



รูปที่ 6 ลักษณะเครื่องสไลด์เห่าบัว

6. วิธีการทดสอบ

การทดสอบเครื่องสไลด์เห่าบัวจะเป็นการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะสูงสุดของเครื่องในการสไลด์เห่าบัวจริง เพื่อที่จะได้ผลการสไลด์เห่าบัวที่ดี และมีการสูญเสียขณะทำการสไลด์เห่าบัวน้อยที่สุด โดยทำการทดสอบความเร็วรอบของเพลาชับที่ 150 200 และ 250 รอบต่อนาที โดยทดสอบที่ความเร็วรอบต่างๆ จำนวน 3 ครั้ง ซึ่งมีวิธีการทดสอบดังนี้

ขั้นตอนในการทดสอบเครื่องสไลด์เห่าบัวสด

1) เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทดสอบ

2) เดินเครื่องสไลด์เห่าบัว ใช้เครื่องวัดความเร็วรอบ (Hand tachometer) วัดความเร็วรอบที่เพลาชับ ปรับอินเวอร์เตอร์เพื่อให้ได้ความเร็วรอบที่ต้องการ

3) นำเห่าบัวที่ปอกเปลือกแล้วใส่ลงในเครื่องสไลด์เห่าบัว ขณะทดสอบทำการจับเวลา

4) ทำการตรวจสอบคุณภาพของเห่าบัวและบันทึกผล

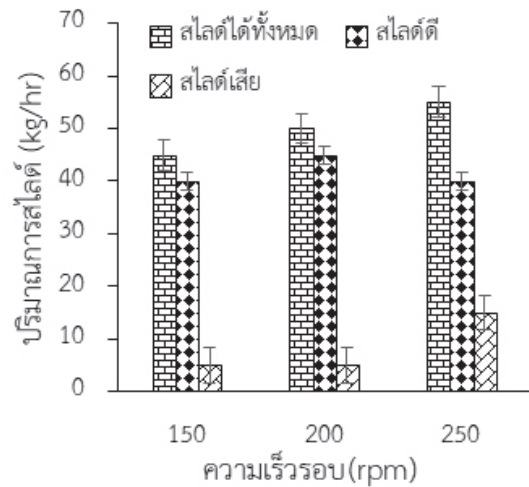
5) ทำการทดสอบตามข้อ 2-4 ปรับความเร็วรอบเป็น 150 200 และ 250 รอบต่อนาที ตามลำดับ

6) นำค่าที่ได้คำนวณหาสมรรถนะของเครื่องสไลด์เหง้าบัว และเปรียบเทียบกับการสไลด์เมื่อใช้แรงงานคน

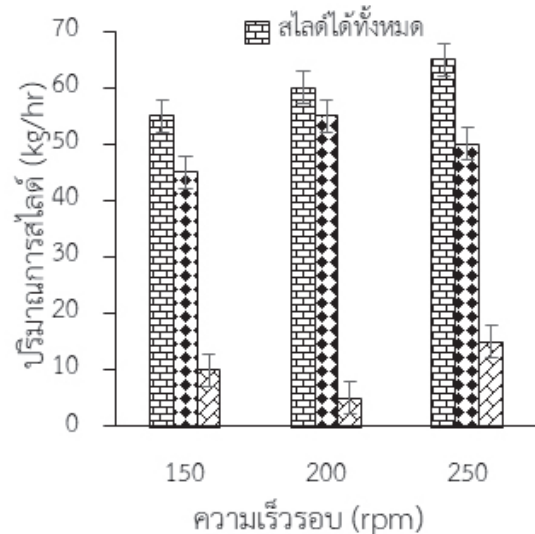
7. ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง พบว่า ปริมาณเหง้าบัวที่สไลด์ด้วยเครื่องมีลักษณะเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบ ทำให้ได้อัตราการผลิตมากขึ้นตามความเร็วรอบ เมื่อจับเวลาทุกความเร็วรอบพบว่า เมื่อนำเหง้าบัวใส่ลงในกระบอกที่ทำมุม 90 องศา เปลี่ยนแปลงความเร็วรอบ 150 200 และ 250 รอบต่อนาที ตามลำดับ จากรูปที่ 7 เครื่องสามารถสไลด์เหง้าบัวได้ 55 60 และ 65 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ และเมื่อมุมกระบอกที่ใส่เหง้าบัวมุม 45 องศา ปริมาณการสไลด์ที่เครื่องสไลด์คือ 45 50 และ 55 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ ถึงแม้ว่าอัตราการสไลด์จะเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบก็ตาม แต่เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นการสไลด์มีปริมาณขึ้นเสียเพิ่มขึ้นเช่นกัน เป็นผลเนื่องมาจากเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น จะทำให้ชิ้นเหง้าบัวที่สไลด์มีการฉีกหรือแตกไม่เป็นชิ้นเป็นผลมาจากเหง้าบัวที่อยู่ในกระบอกลงมาไม่ทันทำให้ชิ้นเหง้าบัวที่สไลด์ได้มีขนาดบางและไม่ได้ขนาดส่งผลต่อการเสียหายที่เกิดขึ้น จึงทำให้การสไลด์เสียเพิ่มขึ้นโดยพบว่ากระบอกใส่เหง้าบัวมุม 45 องศา ปริมาณการสไลด์ด้วยเครื่องจะสามารถสไลด์เหง้าบัวได้ทั้งหมด 45 50 และ 55 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่มีปริมาณเหง้าบัวที่เสีย 5 5 และ 15 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ ดังรูปที่ 7 และเมื่อกระบอกใส่เหง้าบัวมุม 90 องศา เครื่องสไลด์เหง้าบัวได้ทั้งหมด 55 60 และ 65 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่มีปริมาณเหง้าบัวที่เสีย 10 5 และ 15 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ ดังรูปที่ 8 จากผลการทดลองจะเห็นว่าเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นอัตราการสไลด์เหง้าบัวที่ได้ขึ้นดีมีแนวโน้มปริมาณลดลงทั้งกระบอกที่ใส่เหง้าบัวมุม 45 และ 90

องศา จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเหง้าบัวที่สไลด์ด้วยเครื่องที่กระบอกใส่เหง้าบัวมุม 45 และ 90 องศา มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของชิ้นเหง้าบัวคือความเร็วรอบของเครื่องสไลด์



รูปที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณเหง้าบัวที่เครื่องสไลด์ได้ที่กระบอกใส่ทำมุม 45 องศา



รูปที่ 8 เปรียบเทียบปริมาณเหง้าบัวที่เครื่องสไลด์ได้ที่กระบอกใส่ทำมุม 90 องศา

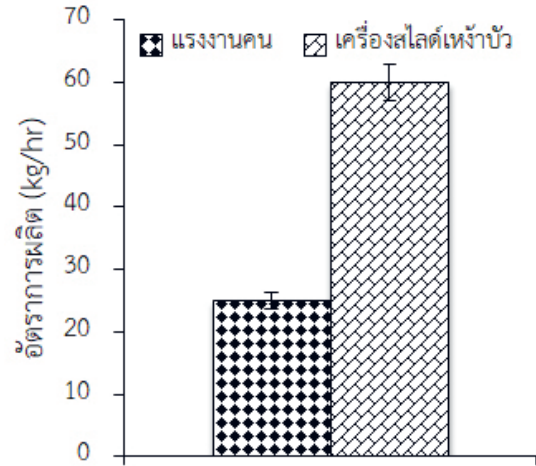


รูปที่ 9 ชิ้นเหง้าบัวที่ดีที่เครื่องสไลด์ได้



รูปที่ 10 ชิ้นเหง้าบัวที่เสียหลังการสไลด์ด้วยเครื่อง

เมื่อเปรียบเทียบการสไลด์เหง้าบัวด้วยเครื่องและแรงงานคนจากรูปที่ 11 พบว่าการสไลด์เหง้าบัวด้วยเครื่องจะสามารถสไลด์เหง้าบัวได้ 60 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และเมื่อใช้แรงงานคนสไลด์จะสามารถสไลด์เหง้าบัวได้ 25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ดังนั้นการสไลด์ด้วยเครื่องจะสามารถสไลด์ได้มากกว่าแรงงานคนถึง 2.4 เท่า และเมื่อใช้แรงงานคนสไลด์เป็นระยะเวลานานๆ จะทำให้เกิดการอ่อนล้าทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง



รูปที่ 11 เปรียบเทียบการสไลด์เหง้าบัวด้วยเครื่องและแรงงานคน

8. การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม [7]

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของเครื่องสไลด์เหง้าบัวที่ออกแบบและสร้างขึ้นโดยใช้แรงงานคนปฏิบัติงาน 1 คน กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยใช้งาน 0.373 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ความสามารถในการสไลด์เหง้าบัวด้วยเครื่อง 60 กิโลกรัมต่อชั่วโมง กำหนดให้เครื่องทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ทำงานปีละ 180 วัน สามารถนำมาหาระยะเวลาคืนทุนของเครื่องสไลด์เหง้าบัวได้ดังนี้

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์และประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ต้นทุนคงที่ (Fixed cost)	
ราคาเครื่องสไลด์เหง้าบัว	30,000 บาท
มูลค่าซากเครื่องสไลด์เหง้าบัวเมื่อสิ้นปีที่ 5 มีมูลค่าคงเหลือ 10 เปอร์เซ็นต์ของราคาต้นทุนเครื่อง (S) = (10/100) × (30,000)	3,000 บาท
ค่าเสื่อมราคา (DP) = (P-S)/L = (30,000 - 3,000) / 5	5,400 บาท

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ต้นทุนคงที่ (Fixed cost)	
ดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาส (Interest on investment, I) $I = ((P+S)/2) \times (i/100)$ กำหนดให้ อัตราดอกเบี้ย ต่อปีเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ จะได้ $((30,000+3,000)/2)$ $\times (10/100)$	1,650 บาท ต่อปี
รวมต้นทุนคงที่ (Fixed cost)	7,050 บาท ต่อปี
ต้นทุนแปรผัน (Variable cost)	
ค่าบำรุงรักษาคิดเฉลี่ย ประมาณวันละ 10 บาท ทำงาน 180 วันต่อปี	1,800 บาท ต่อปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยใช้งาน 0.373 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ราคาไฟฟ้า หน่วยละ 3.5 บาท ใน 1 ปี ทำงาน 180 วัน วันละ 8 ชั่วโมง ดังนั้นจะเสียค่าไฟฟ้า $0.373 \times 3.5 \times 180 \times 8$	1,890 บาท ต่อปี
ค่าจ้างแรงงานวันละ 300 บาท จำนวน 1 คน ทำงาน 180 วัน	54,000 บาท ต่อปี
รวมต้นทุนแปรผัน (Variable cost)	57,690 บาท ต่อปี
ค่าใช้จ่ายในการทำงาน (บาทต่อกิโลกรัม) ของเครื่อง สไลด์แห้งข้าวในเวลา 1 ปี เวลาทำงาน 1,440 ชั่วโมง ความสามารถในการทำงาน 60 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ดังนั้น จะได้ $57,690 / (1,440 \times 60)$ ชั่วโมง	0.67 บาทต่อ กิโลกรัม

ต้นทุนคงที่ (Fixed cost)	
ค่าแรงงานสไลด์แห้งข้าว 2 บาทต่อกิโลกรัม ทำงาน 60 กิโลกรัมต่อชั่วโมง	120 บาท ต่อชั่วโมง
ชั่วโมงการทำงาน	1,440 ชั่วโมง ต่อปี
ดอกเบี้ย	1,650 บาท ต่อปี
ต้นทุนแปรผัน	57,690 บาท ต่อปี
ต้นทุนรวม $57,690+1,650$	59,340 บาท ต่อปี
ผลประโยชน์ที่ได้รับ $1,440 \times 120$	172,800 บาท ต่อปี
ผลประโยชน์สุทธิ $172,800-59,340$	113,460 บาท ต่อปี
ระยะเวลาคืนทุน $(30,000/113,460) \times 12$	3.2 เดือน

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง
การสไลด์แห้งข้าวด้วยเครื่องและการสไลด์
แห้งข้าวด้วยแรงงานคน

หัวข้อในการเปรียบเทียบ	เครื่อง สไลด์ แห้งข้าว	แรงงานคน
1. ความสามารถ ในการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	60	25
2. ค่าใช้จ่าย ในการทำงาน (บาทต่อกิโลกรัม)	0.67	2

จากการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าเครื่องสไลด์แห้งข้าวสามารถสไลด์แห้งข้าวได้ 60 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ต้นทุนการสไลด์ด้วยเครื่อง 0.67 บาทต่อกิโลกรัม มีระยะเวลาคืนทุน 3.2 เดือน ซึ่งการสไลด์แห้งข้าวด้วยเครื่องจะเป็นการลดระยะเวลาในการทำงานและเพิ่มความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงาน

9. สรุปผลการทดลอง

จากการวิจัยพบว่าสมรรถนะสูงสุดของเครื่องสไลด์แห้งข้าวอยู่ที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที สามารถสไลด์แห้งข้าวได้ 55 และ 60 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่กระบอกใส่แห้งข้าวมุม 45 และ 90 องศา ตามลำดับ ซึ่งสมรรถนะของเครื่องสไลด์แห้งข้าวจะไม่แปรผันตามความเร็วรอบ เพราะถ้าความเร็วรอบเพิ่มขึ้นปริมาณการสไลด์แห้งข้าวเสียจะเพิ่มขึ้นตาม และเครื่องสามารถสไลด์แห้งข้าวได้มากกว่าการแรงงานคน 2.4 เท่า ซึ่งเครื่องสไลด์แห้งข้าวสามารถสไลด์แห้งข้าวได้สม่ำเสมอและมีอัตราการผลิตคงที่ ถึงแม้ว่าจะทำงานเป็นระยะเวลานาน ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเข้ามาช่วยในกระบวนการผลิตให้กับเกษตรกร ซึ่งเมื่อเกษตรกรนำเครื่องสไลด์แห้งข้าวไปใช้จะมีระยะเวลาการคืนทุน 3.2 เดือน

10. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหน่วยวิจัยการออกแบบและสร้างเครื่องจักรเพื่อแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ สถานที่ในการทำวิจัย และโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี มทร.ธัญบุรี ที่สนับสนุนทุนวิจัย

11. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] Siriluk P. Lotus. [Internet]. 2016 [cited 2016 Oct 20]. Available from: <https://www.gotoknow.org/posts/463537>
- [2] Hiruntacho S. properties. [Internet]. 2016 [cited 2016 Sep 3]. Available from: <https://www.tnews.co.th/contents/469673>
- [3] Homhual S. Properties. [Internet]. 2016 [cited 2016 Sep 3]. Available from: <https://medthai.com/lotus/>
- [4] Perapuschara J. Taro slide machine. [Internet]. 2016 [cited 2016 Sep 13]. Available from: http://clinictech.rmutp.ac.th/decade1/wp-content/uploads/2013/06/taro_slide_machine.pdf
- [5] Wikipedia. Banana slide machine. [Internet]. 2016 [cited 2016 Sep 13]. Available from: http://clinictech.rmutp.ac.th/decade1/wp-content/uploads/2013/06/banana_slide_machine.pdf
- [6] Tantipisalkul C. Mechanical engineering design 2. 2nd ed. Bangkok: 1999.
- [7] Yaemphuan P. Engineering Economy. 2nd. Bangkok: 2000.