

การออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อตาลสุก

Design and Fabrication of A Ripe Palmyra Fruit Pulp Separating Machine

จตุรงค์ ลังกาพินธุ์^{1*} สุนัน ปานสาคร¹ ภูรินทร์ อัครกุลธรร² สุภฤกษ์ สร้อยแมน¹ และศุภณัฐ สร้อยแมน¹
jaturong.l@en.rmutt.ac.th¹, sunan.p@en.rmutt.ac.th¹, Purin4907@yahoo.com²

บทคัดย่อ

เครื่องแยกเนื้อตาลสุกถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อลดเวลาและแรงงานในการแยกเนื้อตาลสุก เครื่องต้นแบบประกอบด้วย โครงสร้างเครื่อง ชุดแยกเนื้อตาลมีลักษณะเป็นตะแกรงหมุนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 450 มิลลิเมตร ระบบส่งกำลัง และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้าเป็นต้นกำลัง การทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ทำงานป้อนลูกตาลสุกและน้ำสะอาดเข้าในช่องป้อนทางด้านหน้าของเครื่อง หลังจากนั้นลูกตาลสุกจะเข้าสู่ชุดแยกเนื้อตาล เนื้อตาลที่ผ่านการแยกเนื้อจะไหลลงสู่ช่องทางออกด้านหน้าของเครื่อง จากผลการทดสอบพบว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วรอบของชุดแยกเนื้อตาล 280 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์การแยกเนื้อตาลสุก $96.8 \pm 0.3\%$ ความสามารถในการทำงาน 37.9 ± 0.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.72 กิโลวัตต์-ชั่วโมง จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าเมื่อใช้เครื่องต้นแบบทำงาน 1,440 ชั่วโมงต่อปี มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของเครื่อง 3 บาทต่อกิโลกรัม ระยะเวลาคืนทุน 40 วัน และการใช้งานที่คุ้มค่าคุ้มทุน 32 ชั่วโมงต่อปี

คำสำคัญ : ต้นตาล, ลูกตาลสุก, เนื้อตาลสุก, เครื่องแยก

ABSTRACT

A ripe palmyra fruit pulp separating machine was designed and fabricated to reduce the separating time and the number of labor for the ripe palmyra fruit pulp separating. The prototype consisted of main frame, separating unit. Diameter of separating rotor was 450 mm. The power transmission unit and 1 Hp electric motor was used as a prime mover. The ripe palmyra fruit and fresh water were fed manually into feeding chute at the front of the machine. Then the pulp and other part of fruit were separated by separating unit, and the pulp fell through

¹ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร 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;

²ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

the chute in front of the machine. Testing results indicated that the best separating quality was obtained when the machine was operated at 280 rpm separating rotor speed. The percentage of separation was found to be $96.8 \pm 0.3\%$ at working capacity of 37.9 ± 0.6 kg/hour where the energy consumption was 0.72 kW-hour. Based on engineering economical analysis, the machine cost was found to be 3 Bath/kg, payback period was 40 days and the break-even point of the machine was 32 hour per year at the annual use of 1, 440 hour per year.

Keyword: Asian Palmyra Palm, Ripe Palmyrah Fruit, Palmyrah Fruit Pulp, Separating Machine

1. คำนำ

ตาลโตนดเป็นปาล์มชนิดหนึ่งพบได้ทั่วไปในประเทศไทย เช่น จังหวัดสงขลา เพชรบุรี ราชบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม ชัยนาท พิษณุโลก และจังหวัดอื่น ๆ [1, 2] ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของตาลโตนดมีมากมายตั้งแต่ ราก ลำต้น ใบ ดอก และผล โดยรากนำมาทำยา ลำต้นนำมาทำตะเกียบ ใบนำมาทำกระดาษ น้ำตาลจากงวงตาลนำมาทำน้ำตาลสด ผลตาลอ่อนนำมาใช้ในอุตสาหกรรมผลไม้ในน้ำเชื่อม บรรจุกระป๋อง ผลตาลสุกนำมาใช้กับน้ำหรือเรียกว่า เนื้อตาลยี ผลผลิตจากต้นตาลเป็นสินค้าเกษตรที่ช่วยเพิ่มรายได้เสริมให้กลุ่มเกษตรกรที่ปลูกตาลไว้ตามคันนา หรือเป็นรายได้หลักให้แก่เกษตรกรที่ปลูกตาลในเชิงพาณิชย์ เช่น เกษตรกร อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี หรือ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร อำเภอดำรงวิทยะ จังหวัดพิษณุโลก [3] เนื้อตาลยีจะนำไปใช้เป็นสัสมอาหารในขนมต่าง ๆ เช่น บัวลอยลูกตาล ขนมขี้หนู และไอศกรีม [2] โดยเฉพาะนำไปทำขนมตาล ซึ่งเป็นขนมพื้นบ้านของไทยที่มีจำหน่ายทั่วไป [4] ยังเป็นสินค้าโอท็อปชื่อดัง เช่น ขนมตาลป่าไผ่ [5] ของดิลาดน้ำดอนหวาย อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

วิธีการยีเนื้อตาลออกจากลูกตาลสุกของเกษตรกร หรือผู้ประกอบการที่ยีเนื้อตาลขายในปัจจุบัน จะใช้มีดหรือมือฉีกขั้วและเปลือกออกเพื่อเอาเต้าของลูกตาลสุก (แต่ละผลจะมี 1-4 เต้า) แล้วนำเต้าตาลสุกมาแยกเนื้อที่ติดอยู่ในเส้นใยของตาลโดยใช้ตะแกรงหรือตะกร้าเพื่อแยกเนื้อตาลสุกออกมามีรูปที่ 1 [6, 7] ต่อจากนั้นนำเนื้อตาลที่ได้ไปเทลงในผ้าขาวบาง ผูกเชือกแล้วก็นำแขวนทิ้งไว้ประมาณ 8-10 ชั่วโมง เพื่อให้ น้ำที่ปนอยู่ในเนื้อตาลหยดลงมาจนหมด เหลือแค่เพียงเนื้อตาลเพียงอย่างเดียว แล้วนำเนื้อตาลที่ได้ไปแปรรูปหรือจำหน่ายต่อไป ซึ่งจะเห็นว่าขั้นตอนดังกล่าวยังใช้แรงงานคนเป็นหลัก ทำให้เสียเวลาและแรงงานในการแยกเนื้อตาลสุกค่อนข้างมาก จึงทำให้ผู้ขายบางรายนำเนื้อมะละกอหรือเนื้อฟักทองมาผสมเนื้อตาลเพื่อเพิ่มปริมาณในการจำหน่าย ทำให้คุณภาพของเนื้อตาลต่ำลง และจะเกิดสีดำถ้าเก็บไว้นาน เมื่อนำไปทำขนมตาลรสชาติจะไม่อร่อยจากการสืบค้นข้อมูลและสอบถามจากผู้ประกอบการที่ยีเนื้อตาลสุกขาย ยังไม่พบว่ามีเครื่องจักรกลที่ใช้ในการยีตาลสุกโดยเฉพาะ แต่มีการประยุกต์ใช้เครื่องซักผ้า หรือเครื่องกวนซึ่งแยกเนื้อตาลได้ไม่ค่อยดีและไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการผลิต

วัตถุดิบที่นำไปทำอาหาร ดังนั้นจึงควรวิจัยเพื่อสร้างเครื่องแยกเนื้อตาลสุก สำหรับใช้ทดแทนแรงงานคน แก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น และช่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชนของประเทศไทยให้มีความเข้มแข็งต่อไป



รูปที่ 1 วิธีการแยกเนื้อตาลสุกของเกษตรกร

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ศึกษาข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบ

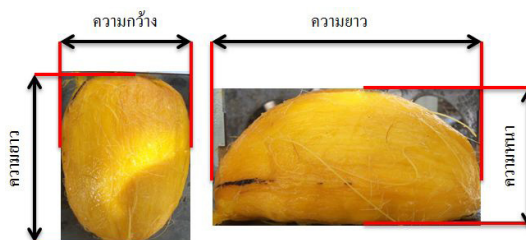
ก) ศึกษาปัญหาในขั้นตอนการแยกเนื้อตาลสุกในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและข้อมูลในการแยกเนื้อตาลสุกของเกษตรกรหรือผู้ประกอบการ เพื่อใช้วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม จากการศึกษาพบว่าค่าแรงงานในการแยกเนื้อตาลสุก 300 บาทต่อวัน เกษตรกรหนึ่งคนสามารถแยกเนื้อตาลสุกได้ 5.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ขณะทำงานมีความเหนื่อยล้าและไม่ปลอดภัย เช่น เกิดอุบัติเหตุจากคมของตะแกรงหรือตะกร้า

ข) การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเต้าตาลสุก

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงลักษณะทางกายภาพของเต้าตาลสุกได้แก่ ความยาว ความกว้าง และความหนาของเต้าตาลสุกที่มีขนาดใหญ่สุดและเล็กสุด ดังรูปที่ 2 สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชุดแยกเนื้อตาลสุกและการปรับตั้งระยะต่าง ๆ ที่จำเป็นของเครื่องต้นแบบ จากการศึกษาโดยสุ่มวัด

เต้าตาลสุกจำนวน 50 ลูก ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ พบว่าความกว้างของเต้าตาลสุกมีค่าระหว่าง 75-86 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ย 80.1 ± 3.2 มิลลิเมตร ความยาวของเต้าตาลสุกมีค่าระหว่าง 92-155 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ย 119.9 ± 18.5 มิลลิเมตร และความหนาของเต้าตาลสุกมีค่าระหว่าง 40-60 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ย 59.9 ± 6.1 มิลลิเมตร ซึ่งจากผลการวัดดังกล่าวจึงได้ออกแบบขนาดรูของถังแยกเนื้อตาลสุกให้มีขนาดเล็กกว่าความหนาของเต้าตาลสุก เพื่อไม่ให้เนื้อตาลสุกและเมล็ดตาลปะปนกันหลังจากที่ชุดแยกเนื้อตาลสุกได้แยกเนื้อตาลออกจากเมล็ดแล้ว



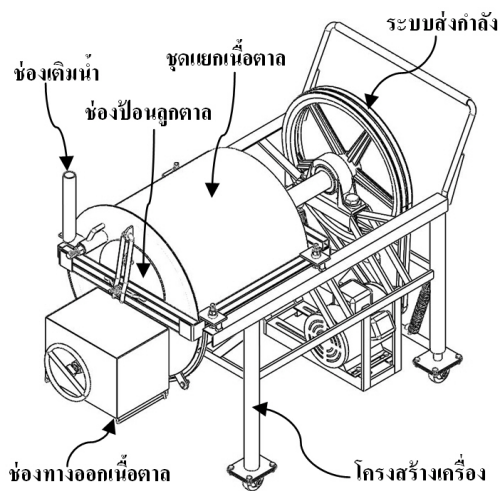
รูปที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของเต้าตาลสุก

2.2 ออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อตาลสุกต้นแบบ

หลังจากการรวบรวมข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบ เครื่องต้นแบบได้ถูกออกแบบโดยใช้หลักการออกแบบทางวิศวกรรม [8, 9] และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและเขียนแบบ [10] ซึ่งเครื่องต้นแบบประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก คือ โครงสร้างเครื่อง ชุดแยกเนื้อตาลสุกที่สร้างจากสแตนเลส ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกระบอกสองชั้นยาว 400 มิลลิเมตร ชั้นในมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 400 มิลลิเมตร และเจาะรูขนาด 25 มิลลิเมตรโดยรอบพื้นผิวของทรงกระบอกทำหน้าที่หมุนแยกเนื้อตาลสุกออกจากเมล็ด ส่วนชั้นนอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 450 มิลลิเมตร โดยใช้พูลเลย์และสายพานเป็นอุปกรณ์ส่งกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด

1 แร่งน้ำ ไปยังชุดแยกเนื้อตาล ดังรูปที่ 3 (ก)

การทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ควบคุมเครื่อง ป้อนลูกตาลสุกเข้าไปในช่องป้อนลูกตาลทางด้านหน้าของเครื่องและเติมน้ำสะอาดทางช่องเติมน้ำเข้าสู่ชุดแยกเนื้อตาลให้ท่วมลูกตาล แล้วเปิดเครื่อง ชุดแยกเนื้อตาลจะหมุนแยกเนื้อตาลสุกออกจากเมล็ด และเมื่อผู้ควบคุมเปิดช่องทางออกทางด้านหน้าของเครื่องเนื้อตาลที่ถูกแยกออกจากเมล็ดแล้วจะไหลลงสู่ภาชนะรองรับ ซึ่งเครื่องต้นแบบที่สร้างเสร็จแสดงดังรูปที่ 3 (ข)



ก) แบบเครื่องต้นแบบด้วยโปรแกรมด้าน CAD



ข) เครื่องแยกเนื้อตาลสุกต้นแบบ
รูปที่ 3 แบบและเครื่องแยกเนื้อตาลสุกต้นแบบ

2.3 ทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องต้นแบบ

เครื่องต้นแบบได้ถูกทดสอบและประเมินสมรรถนะในการทำงาน รวมทั้งคุณภาพในการแยกเนื้อตาลสุก โดยใช้เปอร์เซ็นต์การแยกเนื้อตาลสุก ความสามารถในการทำงาน และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า เป็นค่าชี้ผลการศึกษา ซึ่งคำนวณได้จากสมการดังนี้

1) เปอร์เซ็นต์การแยกเนื้อตาลสุก (%)

$$\frac{\text{น้ำหนักเนื้อตาลสุกที่ได้จากการแยก}}{\text{น้ำหนักของเนื้อตาลสุกทั้งหมด}} \times 100 \quad (1)$$

2) ความสามารถในการทำงาน (kg/hr)

$$\frac{\text{น้ำหนักของเนื้อตาลสุกที่แยกได้ทั้งหมด}}{\text{เวลาในการทำงานทั้งหมด}} \quad (2)$$

3) อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (kW-hr)

อ่านค่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ กิโลวัตต์-ชั่วโมงมิเตอร์ที่ต่อกับมอเตอร์ไฟฟ้าของเครื่องต้นแบบขณะทดสอบ

ใช้ลูกตาลสุกพันธุ์สมความกว้างเฉลี่ยของเต้าตาลสุกมีค่าเท่ากับ 80 ± 2.6 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ยของเต้าตาลสุกเท่ากับ 120 ± 19 มิลลิเมตร และความหนาเฉลี่ยของเต้าตาลสุกเท่ากับ 50 ± 6 มิลลิเมตร (สุ่มวัด 25 ลูก) ตลอดการทดสอบ จากการทดสอบเบื้องต้นพบว่าเมื่อเดินเครื่องที่ความเร็วชุดแยกมากกว่า 280 รอบต่อนาที เครื่องจะเริ่มสั่นสะเทือน ดังนั้นจึงได้เลือกทดสอบเครื่องต้นแบบที่ความเร็วของชุดแยกเนื้อตาลสุกที่ 220, 250 และ 280 รอบต่อนาที ตามลำดับ โดยแต่ละการทดลองจะใช้เต้าตาล 5-6 กิโลกรัม ทำซ้ำ 3 ครั้ง บันทึกเวลาในการทำงานทั้งหมด กำลังไฟฟ้าที่ใช้ น้ำหนักของเนื้อตาลสุกที่ได้จากการแยก

ด้วยเครื่องและน้ำหนักเนื้อตาลสุกทั้งหมด เพื่อคำนวณค่าชี้ผลการศึกษา และหาค่าใช้จ่ายระยะเวลาคืนทุน และจุดคุ้มทุน ในการใช้เครื่องแยกเนื้อตาลสุก

2.4 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

2.4.1 การวิเคราะห์และประเมินค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย

วิธีการประเมินค่าใช้จ่ายโดยรวมเกี่ยวกับต้นทุนในการใช้งานเครื่องแยกเนื้อตาลสุก สมมติว่าเกษตรกรซื้อเครื่องแยกเนื้อตาลสุกแทนวิธีการใช้แรงงานคน ซึ่งค่าใช้จ่ายโดยรวมจะประกอบด้วยต้นทุนคงที่ (Fixed cost) และต้นทุนผันแปร (Variable cost) โดยต้นทุนคงที่ได้แก่ ค่าเสื่อมราคาของเครื่อง (คิดค่าเสื่อมราคาโดยวิธีเส้นตรงเมื่อประมาณอายุการใช้งานของเครื่องแยกเนื้อตาลสุกได้ 5 ปี) และค่าเสียโอกาสของเงินทุน (คิดอัตราดอกเบี้ย 10%) ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนคงที่จะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของการแยกเนื้อตาลสุก [11]

2.4.2 การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน (Pay-back period)

เป็นการคาดคะเนว่า เมื่อลงทุนใช้เครื่องแยกเนื้อตาลสุกไปแล้ว จะได้รับผลตอบแทนกลับคืนมาในจำนวนเงินเท่ากับที่ลงทุนไปแล้วภายในระยะกี่ปี โดยคิดจากราคาในการลงทุนซื้อเครื่องแยกเนื้อตาลสุกหารกับผลประโยชน์สุทธิที่คาดว่าจะได้รับในการใช้งานเครื่องแยกเนื้อตาลสุก 5 ปี [11]

2.4.3 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break-even point)

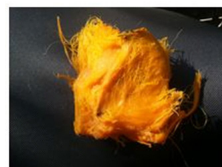
เป็นการคำนวณหาจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องแยกเนื้อตาลสุกต้นแบบ โดยการเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนในการแยกเนื้อตาลสุกจากการใช้เครื่องต้นแบบและการแยกเนื้อตาลด้วยแรงงานคน

3. ผลการวิจัย

รูปที่ 4 แสดงเมล็ดตาลสุกก่อนการทดสอบ

(ก) ซึ่งหลังจากได้นำเมล็ดตาลสุกไปทดสอบ โดยเครื่องแยกเนื้อตาลสุกต้นแบบแล้ว จะได้เนื้อตาลสุก (ข) ที่พร้อมจะนำไปจำหน่ายหรือแปรรูป และยังสามารถเมล็ดตาลที่มีเส้นใยเหลือติดอยู่ (ค) ซึ่งเกษตรกรจะนำไปเพาะเพื่อให้เกิดจาวตาลสำหรับนำไปทำขนมต่อไป

ผลการทดสอบเครื่องแยกเนื้อตาลสุก ที่ความเร็วรอบของชุดแยกเนื้อตาลสุกต่าง ๆ จะนำเสนอตามค่าชี้ผลการศึกษา ดังนี้



ก) เมล็ดตาลก่อนการทดสอบ



ข) เนื้อตาลสุกที่ได้หลังการทดสอบ



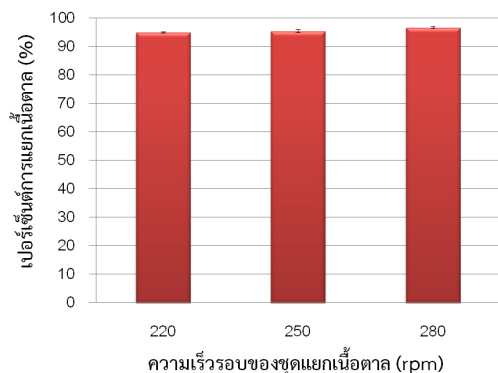
ค) เมล็ดตาลหลังการทดสอบ

รูปที่ 4 ลักษณะของลูกตาลสุกก่อนและหลังการทดสอบ

3.1 เพอร์เซ็นต์การแยกเนื้อตาลสุก

จากการทดสอบเครื่องแยกเนื้อตาลสุก ที่ความเร็วรอบของชุดแยกเนื้อตาลสุกต่าง ๆ พบว่าที่ความเร็วรอบของชุดแยกเนื้อตาลสุก 220, 250 และ 280 รอบต่อนาที เครื่องต้นแบบสามารถแยกเนื้อตาลสุกได้ 94.9 ± 0.2 , 95.5 ± 0.5 และ 96.8 ± 0.3 % ตามลำดับ ดังรูปที่ 5 ซึ่งผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า เพอร์เซ็นต์การแยกเนื้อตาลสุกจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเร็วรอบของชุดแยกเนื้อตาลสุก เนื่องจากแรงเหวี่ยงที่เพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบการหมุนของชุดแยกเนื้อตาล ทำให้เมล็ดตาลเกิดการขัดสี

กับถังแยกและระหว่างเม็ดตาลด้วยกันเองมากขึ้น เป็นผลให้เนื้อตาลแยกออกจากเม็ดได้มากขึ้นตาม อย่างไรก็ตาม ความเร็วในการทำงานของชุดแยกเนื้อตาลสูงไม่ควรเกิน 280 รอบต่อนาที เนื่องจากเครื่องต้นแบบจะเกิดการสั่นสะเทือน ซึ่งอาจจะเป็นต้นเหตุให้ชิ้นส่วนของเครื่องแยกเนื้อตาลสูงเกิดความเสียหายได้

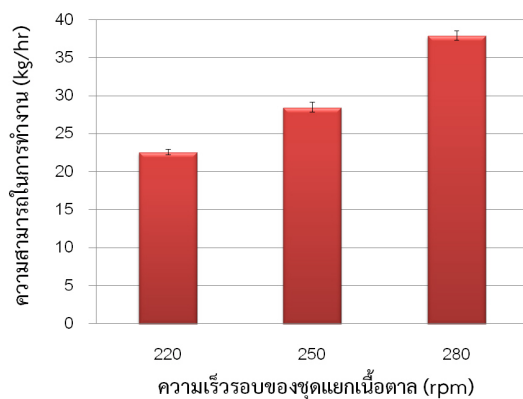


รูปที่ 5 เปอร์เซนต์การแยกเนื้อตาลที่ความเร็วรอบของชุดแยกเนื้อตาลต่าง ๆ

3.2 ความสามารถในการทำงานของเครื่อง

ผลการทดสอบ ดังรูปที่ 6 แสดงให้เห็นว่าที่ความเร็วรอบของชุดแยกเนื้อตาลสูง 220, 250 และ 280 รอบต่อนาที เครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ 22.6 ± 0.4 , 28.5 ± 0.7 และ 37.9 ± 0.6 กิโลกรัมชั่วโมง ตามลำดับ

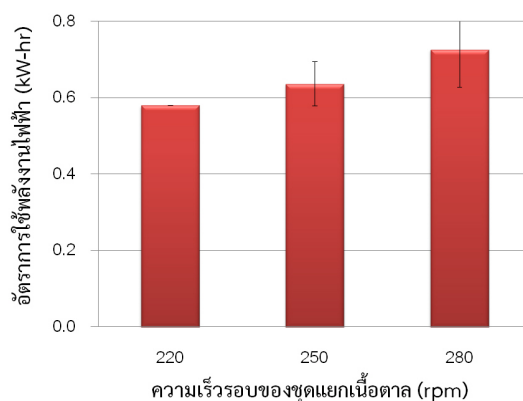
ความเร็วรอบของชุดแยกเนื้อตาลสูงที่เหมาะสมในการทำงาน คือ 280 รอบต่อนาที มีความสามารถในการทำงานของเครื่องเฉลี่ย 37.9 กิโลกรัมชั่วโมง หรือคิดเป็น 303.2 กิโลกรัมต่อวัน (1 วันทำงาน 8 ชั่วโมง) เมื่อเปรียบเทียบกับกรแยกเนื้อตาลสูงของเกษตรกรที่ทำงานได้เพียง 43.2 กิโลกรัมต่อวัน จะเห็นว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้มากกว่าเกษตรกรถึง 260 กิโลกรัมต่อวัน



รูปที่ 6 ความสามารถในการทำงานที่ความเร็วรอบของชุดแยกเนื้อตาลต่าง ๆ

3.3 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

จากการทดสอบดังรูปที่ 7 จะเห็นว่าช่วงความเร็วรอบที่ใช้ขับชุดแยกเนื้อตาลสูง ทั้งสามความเร็ว มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามความเร็วการหมุนของชุดแยกเนื้อตาลสูง มีค่าระหว่าง 0.57-0.72 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งจะนำค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ความเร็วการหมุนของชุดแยกเนื้อตาลสูง 280 รอบต่อนาทีเท่ากับ 0.72 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ไปเป็นค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมต่อไป



รูปที่ 7 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่ความเร็วรอบของชุดแยกเนื้อตาลต่าง ๆ

3.5 ผลการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์

จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยคิดที่ราคาเครื่องต้นแบบ 29,000 บาท อายุการใช้งาน 5 ปี อัตราดอกเบี้ย 10% ใช้ผู้ควบคุมเครื่อง 1 คน ความสามารถในการทำงาน 37.9 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.72 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เมื่อใช้เครื่องต้นแบบทำงาน 6 เดือน หรือ 1,440 ชั่วโมงต่อปี (ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง) มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของเครื่อง 3 บาทต่อกิโลกรัม ระยะเวลาคืนทุน 40 วัน และการทำงานที่จุดคุ้มทุน 32 ชั่วโมงต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคน 1 คน มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 8 บาทต่อกิโลกรัม

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบสมรรถนะของเครื่องแยกเนื้อตาลสุกโดยใช้ค่าชี้ผลการศึกษา คือ เปอร์เซ็นต์การแยกเนื้อตาลสุก ความสามารถในการทำงาน และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วรอบของชุดแยกเนื้อตาล 280 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์การแยกเนื้อตาลสุก $96.8 \pm 0.3\%$ ความสามารถในการทำงาน 37.9 ± 0.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.72 กิโลวัตต์-ชั่วโมง จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม พบว่าเมื่อใช้เครื่องต้นแบบทำงาน 1,440 ชั่วโมงต่อปี มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของเครื่อง 3 บาทต่อกิโลกรัม ระยะเวลาคืนทุน 40 วัน และการทำงานที่จุดคุ้มทุน 32 ชั่วโมงต่อปี สามารถที่จะพัฒนาเครื่องต้นแบบเพื่อนำไปใช้ทดแทนแรงงานคนได้ต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนงบประมาณและสถานที่ในการวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] พจน์ สัจจะ, 2540. **ชุดสารคดีอาหาร: โลกวัฒนธรรมของอาหาร**. สำนักพิมพ์แสงแดด, กรุงเทพฯ. 175 น.
- [2] Wikipedia. **ตาล**, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://th.wikipedia.org> (15 กุมภาพันธ์ 2557) .
- [3] ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ, **ตาลโดนด. เทคโนโลยีชาวบ้าน**, หนังสือพิมพ์มติชน, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://info.matichon.co.th/techno/> (15 มีนาคม 2557) .
- [4] เชาวลี ชุมขำ, **ขนมตาล ขนมใบทองยังขายดี**, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.dailynews.co.th/article> (15 กุมภาพันธ์ 2557) .
- [5] ขนมตาลป่าไข่. **ขนมตาลป่าไข่ของดีตลาดน้ำดอนหวาย อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม**, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://kanomthaipakhai.blogspot.com> (15 กุมภาพันธ์ 2557) .
- [6] ครั้วบ้านพิม. **วิธียี่ลูกตาล เพื่อไว้ทำขนมตาล**, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://pim.in.th/tip-in-kitchen> (15 กุมภาพันธ์ 2557) .
- [7] ศิรินันท์. **วิธีทำขนมตาล**, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.bansuanpor-peang.com> (15 กุมภาพันธ์ 2557) .

- [8] Krutz, G., Thomson, L., Claar, P. 1994. **Design of Agricultural Machinery.** John Wiley and Sons. New York Chicheter Brisbane, Toronto, Singapore. 472 P.
- [9] Shigley, J.E., Mischke, C.R. 1989. **Mechanical Engineering Design.** 5th Edition, McGraw-Hill Book Company, USA. 779 P.
- [10] จตุรงค์ ลังกาพินธุ์. 2555. **ออกแบบและเขียนแบบวิศวกรรมด้วยโปรแกรม SolidWorks** (ฉบับเรียนได้ด้วยตัวเอง). สำนักพิมพ์ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น จำกัด. 192 หน้า.
- [11] Hunt, D. 2001. **Farm Power and Machinery.** (10th Edition). Ames, Iowa, USA: Iowa State University Press.