

การออกแบบและสร้างเครื่องแยกเส้นใยลูกตาลสุก Design and Fabrication of Palmyra Fruit Fibre Separating Machine

จตุรงค์ ลังกาพันธุ์^{1*} สุนัน ปานสาคร¹ รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์¹

อโณทัย นานบุญ¹ และณัฐพงษ์ ดอกกะฐิน¹

บทคัดย่อ

เครื่องแยกเส้นใยลูกตาลสุกถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อลดเวลาและแรงงานในการแยกเส้นใยจากเมล็ดตาลสุก เครื่องต้นแบบประกอบด้วย โครงสร้างเครื่อง ชุดแยกเส้นใยลูกตาลสุก มีลักษณะเป็นตะแกรงหมุนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 400 มิลลิเมตร ระบบส่งกำลัง และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้าเป็นต้นกำลัง การทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ควบคุมเครื่องป้อนลูกตาลสุกที่ผ่านการยีเนื้อตาลแล้วลงในช่องป้อนทางด้านหน้าของเครื่องเข้าสู่ชุดแยกเส้นใย ซึ่งเมล็ดตาลจะหมุนทำให้เส้นใยที่ติดกับเมล็ดตาลถูกตัดด้วยใบมีดที่อยู่ภายในชุดแยกเส้นใย โดยเส้นใยที่ถูกตัดแยกแล้วจะไหลลงช่องทางออกทางด้านล่างของเครื่อง จากผลการทดสอบพบว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วรอบของชุดแยกเส้นใยลูกตาล 400 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์การแยกเส้นใยลูกตาลสุก $94.3 \pm 1.5\%$ ความสามารถในการทำงาน 4.8 ± 0.3 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.68 กิโลวัตต์-ชั่วโมง จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่าเมื่อใช้เครื่องต้นแบบทำงาน 1,440 ชั่วโมงต่อปี มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของเครื่อง 9 บาทต่อกิโลกรัมระยะเวลาคืนทุน 6 เดือน และการใช้งานที่คุ้มค่าคุ้มทุน 164 ชั่วโมงต่อปี

คำสำคัญ : ต้นตาล, ลูกตาลสุก, เส้นใยลูกตาลสุก, เครื่องแยก

ABSTRACT

This research was to design and fabricate a prototype of the Palmyra fruit fibre separating machine to minimize the time and labor requirements. The prototype consists of the main frame, separating unit which diameter of separating rotor was 400 mm, a power transmission unit and a 1 hp electric motor which was used as a prime mover. In the operation, the ripe palmyra fruit without pulp were fed manually into feeding chute in front of the machine towards the separating unit. Then the fibre of fruit were cut by cutting blade of separating unit, and fell through the chute at the

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;

bottom of the machine. According to the experimental results, the optimal performance was achieved when the machine was operated at 400 rpm of separating rotor speed. The percentage of separation was found to be $94.3 \pm 1.5\%$ at working capacity of 4.8 ± 0.3 kg/hour where the energy consumption was 0.68 kW-hour. Furthermore, an engineering economic analysis showed that, at an annual usage rate of 1,440 hours, the machine cost was on average THB 9 per kilogram, the payback period was 6 months and the breakeven point was 164 hours per year.

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

1. คำนำ

ตาลโตนดเป็นปาล์มชนิดหนึ่งพบได้ทั่วไปในประเทศไทย เช่น จังหวัดสงขลา เพชรบุรี ราชบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม ชัยนาท พิษณุโลก และ จังหวัดอื่น ๆ [1, 2] ผลผลิตจากต้นตาลเป็นสินค้าเกษตรที่ช่วยเพิ่มรายได้เสริมให้กลุ่มเกษตรกรที่ปลูกตาลไว้ตามคันนา หรือเป็นรายได้หลักให้แก่เกษตรกรที่ปลูกตาลในเชิงพาณิชย์ เช่น เกษตรกร อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี หรือกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร อำเภอดำรงวิทยะ จังหวัดพิษณุโลก [3]

ปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมสิ่งทอมีนโยบายเร่งส่งเสริมการศึกษาวิจัยในการหาวัสดุสิ่งทอที่เป็นธรรมชาติเพื่อทดแทนเส้นใยสังเคราะห์ ซึ่งเส้นใยลูกตาลเป็นส่วนที่เหลือทิ้งจากกระบวนการยีเนื้อตาลจากผลตาลโตนดสุก และมีปริมาณเหลือทิ้งในท้องถิ่นเป็นจำนวนมากในหลาย ๆ จังหวัด จากผลการวิจัยพบว่าเส้นด้ายผสมของเส้นใยลูกตาลและฝ้ายมีความแข็งแรงของความต้านแรงดึงและการยืดตัวขณะขาดดีกว่าเส้นด้ายฝ้าย จากการสัมผัสและการสังเกตด้วยตาพบว่าเส้นด้ายใยลูกตาลมีความเงามันของเส้นด้ายและผิวสัมผัสจึงมีการสะท้อนแสงได้ดีมาก ดังนั้นเส้นด้ายใยลูกตาลจึงถือได้ว่าเป็นนวัตกรรมเส้นด้ายใหม่ que แสดงถึงความเป็น

อัตลักษณ์และเอกลักษณ์ของความเป็นไทย มีความแปลกใหม่ และสร้างมูลค่าให้กับผ้าทอไทย อีกทั้งช่วยรักษาสืบสานภูมิปัญญาและการจัดการทรัพยากรเหลือทิ้งในท้องถิ่นที่ยั่งยืน [4, 5]

วิธีการตัดเส้นใยลูกตาลออกจากเต้าตาลสุกหลังการยีเนื้อตาลของเกษตรกร หรือผู้ประกอบการที่ยีเนื้อตาลขายในปัจจุบัน จะใช้กรรไกรตัดเส้นใยลูกตาลให้มีความยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร ล้างให้สะอาดด้วยน้ำสะอาดตากแดดให้แห้ง และอัดก้อนเส้นใยเพื่อเตรียมส่งโรงงานผลิตเส้นด้าย [6] ดังรูปที่ 1 ซึ่งจะเห็นว่าขั้นตอนดังกล่าวยังใช้แรงงานคนเป็นหลัก ทำให้เสียเวลาและแรงงานในการตัดเส้นใยลูกตาลสุกค่อนข้างมาก จากการสืบค้นข้อมูล พบว่ามีการประยุกต์ใช้เครื่องถอนขนไก่มาใช้ดึงเส้นใยลูกตาลสุกมีประสิทธิภาพในการดึงเส้นใยให้หลุดออกมาจากกะลาตาลประมาณ 95-98 % ใช้เวลาดึงเส้นใยออก 7 นาที โดยใน 1 ชั่วโมงเครื่องสามารถดึงเส้นใยแห้งได้ประมาณ 2.5 กิโลกรัม และเส้นใยเปียก 8 กิโลกรัม [7] ซึ่งในการทำงานของเครื่องดังกล่าวผู้ควบคุมเครื่องจะต้องคอยเก็บเส้นใยที่พันชุดดึงและเก็บเมล็ดตาลออกจากเครื่องก่อนที่จะบ่อนเมล็ดตาลชุดใหม่ทำให้ค่อนข้างเสียเวลาในการทำงาน ดังนั้นจึงควรวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องแยกเส้นใย

ลูกตาลสุกที่สามารถทำงานต่อจากเครื่องแยกเนื้อตาลสุก [8] เพื่อใช้ทดแทนแรงงานคน แก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น และช่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชนของประเทศไทยให้มีความเข้มแข็งต่อไป



รูปที่ 1 วิธีการตัดแยกเส้นใยลูกตาลสุกเพื่อจำหน่ายในปัจจุบัน [6]

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ศึกษาข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบ

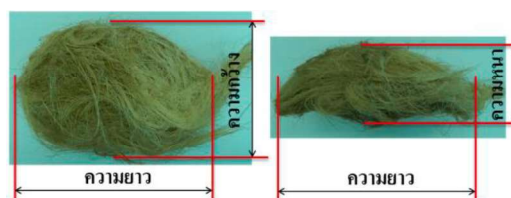
ก) ศึกษาปัญหาในขั้นตอนการแยกเส้นใยลูกตาลสุกในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและข้อมูลในการตัดแยกเส้นใยลูกตาลสุกของเกษตรกรหรือผู้ประกอบการ เพื่อใช้วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม จากการศึกษาพบว่าค่าแรงงานในการแยกเส้นใยลูกตาลสุก 13-15 บาทต่อกิโลกรัม เกษตรกรหนึ่งคนสามารถตัดเส้นใยตาลสุกได้ประมาณ 3 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ได้เส้นใยเปียกประมาณ 0.5-0.6 กิโลกรัม ขณะทำงานมีความเหนื่อยล้าและไม่ปลอดภัย เช่น เกิดอุบัติเหตุจากคมของกรรไกรที่ใช้ตัด

ข) การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเต้าตาลสุก

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงลักษณะทางกายภาพของเต้าตาลสุกหลังการยีเนื้อตาล

ได้แก่ ความยาว ความกว้าง และความหนาของเต้าตาลสุกที่มีขนาดใหญ่สุดและเล็กสุด ดังรูปที่ 2 สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชุดตัดแยกเส้นใยลูกตาลสุกและการปรับตั้งระยะต่าง ๆ ที่จำเป็นของเครื่องต้นแบบ จากการศึกษาโดยสุ่มวัดเต้าตาลสุกจำนวน 50 ลูก ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ พบว่าความกว้างของเต้าตาลสุกมีค่าระหว่าง 75-85 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ย 80.1 ± 3.4 มิลลิเมตร ความยาวของเต้าตาลสุกมีค่าระหว่าง 92-155 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ย 119.7 ± 19.8 มิลลิเมตร และความหนาของเต้าตาลสุกมีค่าระหว่าง 40-60 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ย 49.9 ± 5.8 มิลลิเมตร ซึ่งจากผลการวัดดังกล่าวจึงได้ออกแบบขนาดรูของถังตัดเส้นใยลูกตาลสุกให้มีขนาดเล็กกว่าความหนาของเต้าตาลสุก เพื่อไม่ให้เส้นใยตาลและเมล็ดตาลปะปนกันหลังจากการตัดแยกเส้นใย



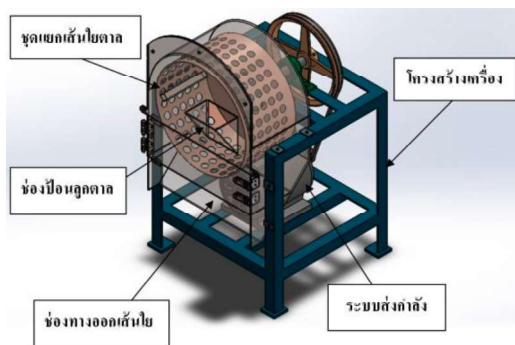
รูปที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของเต้าตาลสุก

2.2 ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

หลังจากการรวบรวมข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบ เครื่องต้นแบบได้ถูกออกแบบโดยใช้หลักการออกแบบทางวิศวกรรม [9, 10] และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและเขียนแบบ [11] ซึ่งเครื่องต้นแบบประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก คือ โครงสร้างเครื่อง ชุดตัดแยกเส้นใยลูกตาลสุกที่สร้างจากสแตนเลส ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 400 มิลลิเมตร เจาะรูขนาด 30 มิลลิเมตร โดยรอบพื้นผิวของทรงกระบอก และมีใบมีดตัด

ติดตั้งตามแนวรัศมี 3 ชุด ทำหน้าที่หมุนตัดเส้นใย ลูกตาลออกจากเมล็ด โดยใช้พูลเลย์และสายพาน เป็นอุปกรณ์ส่งกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า ไปยังชุดตัดแยกเส้นใยลูกตาลสุก ดังรูปที่ 3(ก)

การทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ควบคุม ป้อนลูกตาลสุกที่ผ่านการยีเนื้อตาลแล้วลงใน ช่องป้อนลูกตาลทางด้านหน้าของเครื่อง แล้วชุด ตัดแยกเส้นใยลูกตาลจะหมุนนำเมล็ดไปติดกับ ชุดใบมีดตัดเพื่อแยกเส้นใยตาลออกจากเมล็ด เส้นใยที่ถูกตัดแยกจะไหลออกจากช่องทางออก ลงสู่ภาชนะรองรับ เมื่อเส้นใยลูกตาลถูกตัดออก จากเมล็ดจนหมด ปิดเครื่องแล้วเปิดฝาทรงรับ และนำเมล็ดตาลออกจากเครื่อง ซึ่งเครื่องต้นแบบ ที่สร้างเสร็จแสดงดังรูปที่ 3(ข)



ก) แบบเครื่องต้นแบบด้วยโปรแกรมด้าน CAD



ข) เครื่องแยกเส้นใยลูกตาลสุกต้นแบบ รูปที่ 3 แบบและเครื่องแยกเส้นใยลูกตาลสุกต้นแบบ

2.3 ทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องต้นแบบ

เครื่องต้นแบบได้ถูกทดสอบและประเมิน สมรรถนะในการทำงาน รวมทั้งคุณภาพในการ แยกเส้นใยลูกตาลสุก โดยใช้เปอร์เซ็นต์การแยก เส้นใยลูกตาลสุก ความสามารถในการทำงาน และอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า เป็นค่าชี้ ผลการศึกษา ซึ่งคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$1) \text{ เปอร์เซ็นต์การแยกเส้นใยลูกตาลสุก (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักเส้นใยลูกตาลที่ได้จากการแยก}}{\text{น้ำหนักเส้นใยลูกตาลสุกทั้งหมด}} \quad (1)$$

$$2) \text{ ความสามารถในการทำงาน (kg/hr)} = \frac{\text{น้ำหนักเส้นใยลูกตาลที่แยกได้ทั้งหมด}}{\text{เวลาในการทำงานทั้งหมด}} \quad (2)$$

$$3) \text{ อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (kW-hr)}$$

อ่านค่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน ไฟฟ้าจากอุปกรณ์ กิโลวัตต์-ชั่วโมงมิเตอร์ที่ต่อกับ มอเตอร์ไฟฟ้าของเครื่องต้นแบบขณะทดสอบ

ใช้ลูกตาลสุกพันธุ์ผสมที่ผ่านการยี เนื้อตาลแล้วความกว้างเฉลี่ยของเต้าตาลสุก มีค่าเท่ากับ 80.2 ± 2.5 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย ของเต้าตาลสุกเท่ากับ 125 ± 18.5 มิลลิเมตร และความหนาเฉลี่ยของเต้าตาลสุกเท่ากับ 48 ± 6.1 มิลลิเมตร (สุ่มวัด 25 ลูก) ตลอดการ ทดสอบ จากการทดสอบเบื้องต้นพบว่าเมื่อ เติบโตเครื่องที่ความเร็วชุดแยกเส้นใยมากกว่า 400 รอบต่อนาที เครื่องจะเริ่มสั่นสะเทือน ดังนั้นจึงได้เลือกทดสอบเครื่องต้นแบบที่ความเร็ว ของชุดแยกเส้นใยลูกตาลสุกที่ 300, 350 และ 400 รอบต่อนาที ตามลำดับ โดยแต่ละการทดลอง จะใช้เต้าตาล 4 ลูก ทำซ้ำ 3 ซ้ำ ทำงานครั้งละ 3 นาที (จากการทดลองเมื่อเครื่องทำงานมากกว่า 3 นาทีไม่มีผลทำให้เส้นใยลูกตาลหลุดออกมา

มากกว่าเดิม) บันทึกน้ำหนักของเส้นใยลูกตาล
สุกที่ได้จากการแยกด้วยเครื่อง น้ำหนักเส้นใย
ที่ติดกับลูกตาลสุก น้ำหนักลูกตาลสุกทั้งหมด
และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ เพื่อคำนวณค่าซื้อผลการศึกษา
และหาค่าใช้จ่าย ระยะเวลาคืนทุน และจุดคุ้มทุน
ในการใช้เครื่องแยกเส้นใยลูกตาลสุก

2.4 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

2.4.1 การวิเคราะห์และประเมินค่าใช้จ่ายโดย เฉลี่ย

วิธีการประเมินค่าใช้จ่ายโดยรวมเกี่ยวกับ
ต้นทุนในการใช้งานเครื่องแยกเส้นใยลูกตาลสุก
สมมติว่าเกษตรกรซื้อเครื่องแยกเส้นใยลูกตาลสุก
แทนวิธีการใช้แรงงานคน ซึ่งค่าใช้จ่ายโดยรวมจะ
ประกอบด้วยต้นทุนคงที่ (Fixed cost) และต้นทุน
ผันแปร (Variable cost) โดยต้นทุนคงที่ได้แก่
ค่าเสื่อมราคาของเครื่อง (คิดค่าเสื่อมราคาโดยวิธี
เส้นตรงเมื่อประมาณอายุการใช้งานของเครื่อง
แยกเส้นใยลูกตาลสุกได้ 5 ปี) และค่าเสียโอกาส
ของเงินทุน (คิดอัตราดอกเบี้ย 10%) ซึ่งค่าใช้จ่าย
ที่เป็นต้นทุนคงที่จะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณ
ของการแยกเส้นใยลูกตาลสุก [12]

2.4.2 การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน (Pay- back period)

เป็นการคาดคะเนว่า เมื่อลงทุนใช้
เครื่องแยกเส้นใยลูกตาลสุกไปแล้ว จะได้รับ
ผลตอบแทนกลับคืนมาในจำนวนเงินเท่ากับ
ที่ลงทุนไปแล้วภายในระยะกี่ปี โดยคิดจากราคา
ในการลงทุนซื้อเครื่องแยกเส้นใยลูกตาลสุก
หารกับผลประโยชน์สุทธิที่คาดว่าจะได้รับ
ในการใช้งานเครื่องแยกเส้นใยลูกตาลสุก 5 ปี [12]

2.4.3 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break-even point)

เป็นการคำนวณหาจุดคุ้มทุนในการใช้
เครื่องแยกเส้นใยลูกตาลสุกต้นแบบ โดยการ

เปรียบเทียบระหว่างต้นทุนในการแยกเส้นใย
ลูกตาลสุกจากการใช้เครื่องต้นแบบและการ
แยกเส้นใยลูกตาลด้วยแรงงานคน

3. ผลการวิจัย

รูปที่ 4 แสดงเต้าตาลสุกหลังการยี
เนื้อตาลออกแล้วก่อนการทดสอบ (ก) ซึ่ง
หลังจากได้นำไปทดสอบโดยเครื่องแยกเส้นใย
ลูกตาลสุกต้นแบบแล้ว จะได้เส้นใยลูกตาลสุก
(ข) ที่พร้อมจะนำไปล้างให้สะอาด ตากแดดให้
แห้ง เพื่อเตรียมนำไปจำหน่ายต่อไป และยังได้
เมล็ดตาล (ค) ซึ่งเกษตรกรจะนำไปเพาะเพื่อให้
เกิดจาวตาลสำหรับนำไปทำขนมต่อไป



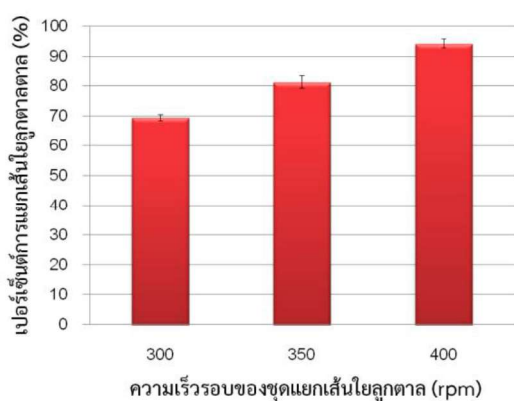
รูปที่ 4 ก) เต้าตาลสุกที่ใช้ทดสอบ
ข) เส้นใยลูกตาล
และ ค) เมล็ดตาลที่ได้จากการทดสอบ

ผลการทดสอบเครื่องแยกเส้นใยลูกตาล
สุกที่ความเร็วรอบของชุดแยกเส้นใยลูกตาลสุก
ต่าง ๆ จะนำเสนอตามค่าซื้อผลการศึกษา ดังนี้

3.1 เปอร์เซนต์การแยกเส้นใยลูกตาลสุก

จากการทดสอบเครื่องแยกเส้นใยลูกตาล
สุกที่ความเร็วรอบของชุดแยกเส้นใยลูกตาลสุก
ต่าง ๆ พบว่าที่ความเร็วรอบของชุดแยกเส้นใย

ลูกตาลูก 300, 350 และ 400 รอบต่อนาที เครื่องต้นแบบสามารถแยกเส้นใยลูกตาลูกได้ 69.5 ± 1.0 , 81.2 ± 2.0 และ $94.3 \pm 1.5\%$ ตามลำดับ ดังรูปที่ 5 ซึ่งผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์การแยกเส้นใยลูกตาลูกจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเร็วรอบของชุดแยกเส้นใยลูกตาลูก เนื่องจากแรงเหวี่ยงที่เพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบการหมุนของชุดแยกเส้นใยจะทำให้เมล็ดตาลูกมากขึ้นและเส้นใยที่ติดกับเมล็ดจะถูกตัดเฉือนด้วยแรงตัดเฉือนที่มากขึ้นเช่นกัน เป็นผลให้เส้นใยลูกตาลูกถูกตัดแยกออกจากเมล็ดได้มากขึ้นตาม อย่างไรก็ตาม ความเร็วในการทำงานของชุดแยกเส้นใยลูกตาลูกไม่ควรเกิน 400 รอบต่อนาที เนื่องจากเครื่องต้นแบบจะเกิดการสั่นสะเทือน ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุทำให้ชิ้นส่วนของเครื่องแยกเส้นใยลูกตาลูกเกิดความเสียหายได้

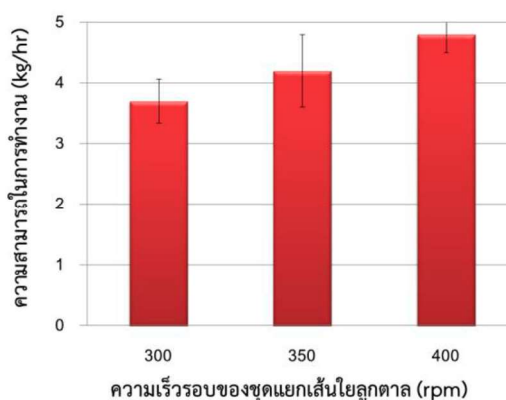


รูปที่ 5 เปอร์เซนต์การแยกเส้นใยลูกตาลูกที่ความเร็วรอบของชุดแยกเส้นใยลูกตาลูกต่าง ๆ

3.2 ความสามารถในการทำงานของเครื่อง

ผลการทดสอบ ดังรูปที่ 6 แสดงให้เห็นว่าที่ความเร็วรอบของชุดแยกเส้นใยลูกตาลูก 300, 350 และ 400 รอบต่อนาที เครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ 3.7 ± 0.4 , 4.2 ± 0.6 และ 4.8 ± 0.3 กิโลกรัมชั่วโมง ตามลำดับ

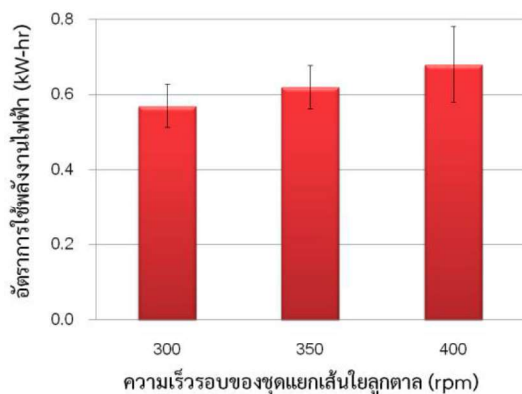
ความเร็วรอบของชุดแยกเส้นใยลูกตาลูกที่เหมาะสมในการทำงาน คือ 400 รอบต่อนาที มีความสามารถในการทำงานได้เส้นใยลูกตาลูกเปียกเฉลี่ย 4.8 กิโลกรัมชั่วโมง หรือคิดเป็น 38.4 กิโลกรัมต่อวัน (1 วันทำงาน 8 ชั่วโมง) เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องต้นแบบสามารถทำงานของเกษตรกรที่ทำงานได้เพียง 4.8 กิโลกรัมต่อวัน จะเห็นว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้มากกว่าเกษตรกรถึง 33.6 กิโลกรัมต่อวัน



รูปที่ 6 ความสามารถในการทำงานที่ความเร็วรอบของชุดแยกเส้นใยลูกตาลูกต่าง ๆ

3.3 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

จากผลการทดสอบดังรูปที่ 7 จะเห็นว่าช่วงความเร็วรอบที่ใช้ขับเคลื่อนชุดแยกเส้นใยลูกตาลูกทั้งสามความเร็ว มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามความเร็วการหมุนของชุดแยกเส้นใยลูกตาลูก มีค่าระหว่าง 0.57-0.68 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งจะนำค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ความเร็วการหมุนของชุดแยกเส้นใยลูกตาลูก 400 รอบต่อนาที เท่ากับ 0.68 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ไปเป็นค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมต่อไป



รูปที่ 7 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่ความเร็วรอบของชุดแยกเส้นใยลูกตาลต่าง ๆ

3.4 ผลการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยคิดที่ราคาเครื่องต้นแบบ 20,000 บาท อายุการใช้งาน 5 ปี อัตราดอกเบี้ย 10% ใช้ผู้ควบคุมเครื่อง 1 คน ความสามารถในการทำงาน 4.8 กิโลกรัมชั่วโมง อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.68 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เมื่อใช้เครื่องต้นแบบทำงาน 6 เดือน หรือ 1,440 ชั่วโมงต่อปี (ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง) มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของเครื่อง 9 บาทต่อกิโลกรัม ระยะเวลาคืนทุน 6 เดือน และการใช้งานที่จุดคุ้มทุน 164 ชั่วโมงต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคน 1 คน มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 15 บาทต่อกิโลกรัม

4. สรุปผลการทดลอง

การตัดแยกเส้นใยลูกตาลสุกออกจากเมล็ดเพื่อนำไปจำหน่ายของเกษตรกรเป็นขั้นตอนหนึ่งที่ใช้แรงงานคนเป็นหลัก ซึ่งมีปัญหาอยู่หลายประการ ได้แก่ ใช้เวลาในการทำงานมาก

ความเสี่ยงจากการเกิดอุบัติเหตุระหว่างปฏิบัติงาน เพื่อผ่อนคลายปัญหาดังกล่าวจึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องแยกเส้นใยลูกตาลสุกต้นแบบ โดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบจนได้เครื่องต้นแบบที่มีส่วนประกอบหลัก คือ โครงสร้างเครื่อง ชุดแยกเส้นใย ระบบส่งกำลัง และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้าเป็นต้นกำลัง จากการทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องต้นแบบ พบว่าสามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วรอบของชุดแยกเส้นใยลูกตาล 400 รอบต่อนาที มีเปอร์เซ็นต์การแยกเส้นใยลูกตาลสุก $94.3 \pm 1.5\%$ ความสามารถในการทำงาน 4.8 ± 0.3 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.68 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เมื่อใช้เครื่องต้นแบบทำงาน 1,440 ชั่วโมงต่อปี มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของเครื่อง 9 บาทต่อกิโลกรัม ระยะเวลาคืนทุน 6 เดือน และใช้งานที่จุดคุ้มทุน 164 ชั่วโมงต่อปี เครื่องต้นแบบใช้งานได้ดีกับเมล็ดตาลสุกเส้นใยสดที่ผ่านการยี้โดยเครื่องแยกเนื้อตาลสุก [8] หรือแรงงานคน แต่มีข้อจำกัดในการใช้งานกับเมล็ดตาลแห้งซึ่งต้องนำเมล็ดตาลไปแช่น้ำก่อนเพื่อให้เส้นใยอ่อนนุ่มอย่างน้อย 3-4 วัน ซึ่งเป็นประเด็นที่ควรจะนำไปพิจารณาในการพัฒนาเครื่องต้นแบบต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณรายได้ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร. ธัญบุรี ที่สนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์ในการสร้างและทดสอบต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

- [1] พจน์ สัจจะ, 2540. **ชุดสารคดีอาหาร :** โลกวัฒนธรรมของอาหาร. สำนักพิมพ์ แสงแดด, กรุงเทพฯ. 175 น.
- [2] Wikipedia. **ตาล**, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://th.wikipedia.org> (15 กุมภาพันธ์ 2558).
- [3] ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ, **ตาลโตนด**. เทคโนโลยีชาวบ้าน, หนังสือพิมพ์มติชน, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://info.matichon.co.th/techno/> (15 มีนาคม 2558).
- [4] พัทธกษ อนุญญ และ จันทรเพ็ญ อนุญญ. 2553. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ การพัฒนาเส้นใยตาลในเชิงอุตสาหกรรมสิ่งทอ. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ, กรุงเทพฯ.
- [5] พัทธกษ อนุญญ และ จันทรเพ็ญ ชุมแสง, 2554, รายงานการวิจัยการใช้เส้นด้ายใยลูกตาล มาพัฒนาคุณภาพผ้าทอพื้นบ้าน ทนอุณหภูมิการวิจัยประเภทโครงการสนับสนุนการวิจัยขยายผลสู่การปฏิบัติและพัฒนาต่อยอดงานวิจัยและสิ่งประดิษฐ์ จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
- [6] จันทรเพ็ญ ชุมแสง และพัทธกษ อนุญญ, 2556. รายงานการวิจัยการถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างมูลค่าเพิ่มวัสดุเหลือทิ้งจากตาลโตนดแบบมีส่วนร่วมของชุมชน โดยการจัดการองค์ความรู้ภาคปฏิบัติการชุมชน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.thai-explorer.net/file_upload/submitter/file_doc/.pdf (15 กุมภาพันธ์ 2558).
- [7] รัตนพล มงคลรัตนาสีธิ, 2558. การประยุกต์ใช้เส้นใยจากผลตาลสำหรับสิ่งทอเทคนิค, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.nstda.or.th/nac2015/download/presentation/April2/CC404-Rattanaphol.pdf> (15 ธันวาคม 2558).
- [8] จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, สุนัน ปานสาคร, ภูรินทร์ อัครกุลธร, สุกฤษฎี สร้อยแมน และ ศุภณัฐ สร้อยแมน. 2559. การออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อตาลสุก. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคล ัญบุรี ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน).
- [9] Krutz, G., Thomson, L., Claar, P. 1994. Design of Agricultural Machinery. John Wiley and Sons. New York Chichester Brisbane, Toronto, Singapore. 472 P.
- [10] Shigley, J.E., Mischke, C.R. 1989. Mechanical Engineering Design. 5th Edition, McGraw-Hill Book Company, USA. 779 P.
- [11] จตุรงค์ ลังกาพินธุ์. 2555. ออกแบบและเขียนแบบวิศวกรรมด้วยโปรแกรม SolidWorks (ฉบับเรียนได้ด้วยตัวเอง). สำนักพิมพ์ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น จำกัด. 192 น.
- [12] Hunt, D. 2001. Farm Power and Machinery. (10th Edition). Ames, Iowa, USA : Iowa State University Press.