

การสร้างต้นแบบและทดสอบสมรรถนะเครื่องกะเทาะผลหมากแห้ง

จักรวาล บุญหวาน¹ มานพ แยมแพง¹ อภิสกดิ์ ภัคดีแก้ว¹ อธิพนธ์ เวศพันธุ์¹ และมนพร คุปตาสา^{1*}
chakkawan.b@en.rmutt.ac.th¹, manop.y@en.rmutt.ac.th¹, aphisik.p@en.rmutt.ac.th¹,
teerapot_w@rmutt.ac.th¹, manaporn_g@rmutt.ac.th^{1*}

¹ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Received: March 10, 2025 Revised: June 6, 2025 Accepted: June 9, 2025

บทคัดย่อ

การออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะผลหมากแห้งมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญคือ ชุดกะเทาะแบบหมุนาร่วมกับชุดกะเทาะแบบร่อนเพื่อทำให้เปลือกและเนื้อหลุดออกจากกัน โดยมีสายพานลำเลียงผลหมากแห้งไปยังชุดกะเทาะทั้งสอง ซึ่งสมรรถนะสูงสุดของเครื่องกะเทาะผลหมากแห้งใช้ขนาดมอเตอร์ 1 แรงม้า มีอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างตัวขับและตัวตามของชุดกะเทาะแบบหมุนารและชุดกะเทาะแบบร่อน คือ 1:1.5 และ 1:3 ตามลำดับ สามารถกะเทาะเปลือกมีลักษณะผลดี ผลที่แตก และผลที่กะเทาะไม่ออก 9.7 5.5 และ 0.8 กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ หรือ 63 36 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อมีการนำเครื่องกะเทาะผลหมากแห้งไปใช้จะมีระยะเวลาการคืนทุน 3.8 เดือน

คำสำคัญ: หมาก หมากแห้ง เครื่องกะเทาะ

Prototype and performance testing of the dried betel nut peeling machine

Chakkawan Boonwan¹, Manop Yamfang¹, Aphisik Pakdeekaew¹, Teerapot Wessapan¹,
and Manaporn Guptasa^{1*}

chakkawan.b@en.rmutt.ac.th¹, manop.y@en.rmutt.ac.th¹, aphisik.p@en.rmutt.ac.th¹,
teerapot_w@rmutt.ac.th¹, manaporn_g@rmutt.ac.th^{1*}

¹Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Received: March 10, 2025 Revised: June 6, 2025 Accepted: June 9, 2025

Abstract

The design and construction of the dried betel nut peeling machine consists of the main components including a thorn peeler and a groove peeler to separate husk and kernel. There is a conveyor belt for dried betel nut to both peelers. The maximum performance of the dried betel nut peeling machine uses a 1 hp motor. The appropriate ratio between the driver and the follower of the thorn peeler and the groove peeler is 1:1.5 and 1:3, respectively. It can peel 9.7, 5.5, and 0.8 kg/hour of good-quality betel nut, broken betel nut, and incomplete-peeling betel nut, respectively, or 63, 36, and 1 percent, respectively. When the dried betel nut peeling machine is used, the payback period is 3.8 months.

Keywords: Betel, Dried betel, Peeling machine

1. บทนำ

หมาก เป็นพืชที่เกี่ยวข้องกับชนบทธรรมเนียม ประเพณีและวัฒนธรรมพื้นบ้าน แต่ในปัจจุบันหมาก เปลี่ยนเข้าไปมีบทบาทในด้านอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น อุตสาหกรรมทำสีต่างๆ สกัดเป็นน้ำยาฟอกหนังใช้ ย้อมแห อวน เพื่อให้มันและอ่อนตัว หมากยังใช้เป็น สมุนไพรในการรักษาโรค เช่น ยารักษาโรคผิวหนัง (ยาสมานแผล ยาแก้อาการคัน) ยารักษาโรคภายใน (ยารักษาอาการท้องเสียอันเนื่องมาจากอาหารเป็นพิษ ยาถ่ายพยาธิในเด็ก) ยารักษาโรคในช่องปาก (ยาแก้ ปากเปื่อย ยาขัดฟัน) และยังมีมูลค่าการส่งออกหมาก แห่งไปจำหน่ายต่างประเทศ 1,043.57 ล้านบาท การปลูกหมากกระจายทั่วทุกภาคของประเทศไทย รวมพื้นที่ปลูกทั่วประเทศกว่าแสนไร่ ประเทศไทยมี พื้นที่ปลูกหมาก 22,806 ไร่ โดยเฉพาะทางพื้นที่ภาคใต้ ของประเทศไทย เช่น ชุมพร นครศรีธรรมราช ระนอง พัทลุง ตรัง มีเกษตรกรปลูกหมากจำนวน 6,835 ครัวเรือน [1] การที่จะนำผลหมากแห้งไปขายนั้น จะต้องทำการกะเทาะเพื่อเอาเปลือกผลหมากออกแล้ว นำไปตากให้แห้งเพื่อทำเป็นหมากแห้งจะขายได้ราคา ดีกว่าการนำหมากไปขายในรูปของหมากสด ที่ผ่านมามี การสร้างเครื่องผ่าผลหมาก โดยที่หลักการเครื่องผ่าผล หมากเป็นเครื่องกดผ่าผลหมากแบบแบ่งครึ่งสมรรถนะ ของเครื่องผ่าผลหมากที่ความเร็วรอบที่เหมาะสม คือ 27 รอบ/นาที สมรรถนะในการทำงานของเครื่องอยู่ที่ 1,272 ผล/ชั่วโมง และมีประสิทธิภาพในการผ่าผล หมากอยู่ที่ 83.6 เปอร์เซ็นต์ [2] จากนั้นมีการพัฒนา เครื่องผ่าผลหมาก ซึ่งมีหลักการการทำงานของเครื่องผ่าผล หมากจะใช้ลูกสูบที่อยู่ในกระบอกสูบต้นผลหมากผ่าน ใบมีดที่วางตามแนวตั้งตรงด้านหน้าของกระบอกสูบผล หมากจะถูกผ่าออกเป็นสองซีก ซึ่งสมรรถนะในการ ทำงานของเครื่องอยู่ที่ ความเร็วรอบ 90 รอบ/นาที สามารถผ่าผลหมากได้ 156 ผล/ชั่วโมง [3] อีกทั้งยังมึ การสร้างเครื่องที่มีลักษณะใกล้เคียงคือเครื่องผ่าเมล็ด ตาลเพื่อแยกจาวตาลออกจากเมล็ด โดยใช้เลื่อยวง เตือนเป็นชุดผ่าจากการทดสอบพบว่า เครื่องต้นแบบ สามารถทำงานได้ดีที่สุดเมื่อใช้ใบเลื่อยวงเดือนของชุด ผ่าขนาด 4 นิ้ว มีฟัน 40 ฟัน ทำงานที่ความเร็วรอบ 1,450 รอบ/นาที มีความสามารถในการทำงาน 46 เมล็ด/ชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.99 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ระยะเวลาคืนทุน 2 เดือน [4] มีการ สร้างเครื่องผ่าผลหมากสดแล้วนำไปตากแห้งเพื่อแปร รูปเป็นหมากแห้งขาย ซึ่งเครื่องประกอบด้วย ชุด ลำเลียงผลหมาก ชุดผ่าผลหมาก การทำงานของเครื่อง

โดยใส่ผลหมากลงในภาชนะด้านบนของเครื่องโดยไม่ ต้องคัดขนาด ผลหมากสดจะถูกลำเลียงไปยังชุดผ่าทำ ให้ผลหมากถูกผ่าออกเป็นสองซีกตามแนวยาวของผล จากการวิจัยพบว่าสมรรถนะของเครื่องสูงสุด 95 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเร็วรอบ 14 รอบ/นาที สามารถผ่า ผลหมากได้ 670 กิโลกรัม/ชั่วโมง และเครื่องสามารถ ผ่าผลหมากได้มากกว่าการผ่าด้วยแรงงานคน 9.57 เท่า [5] การผ่าผลหมากสดแล้วนำไปตากแห้งเพื่อแปรรูป เป็นหมากแห้งเป็นซีกขายเกษตรกรทางภาคใต้ของ ประเทศไทยประสบปัญหา จากฤดูแล้งระยะเวลาสั้น ฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้งจึงส่งผลกระทบต่อการตากผล หมาก เกษตรกรส่วนใหญ่จะเก็บผลหมากที่ตกจากต้น จนแห้งแล้วนำมากะเทาะ ซึ่งเมื่อผลหมากอยู่ในเปลือก ถึงแม้ว่าจะเปียกฝนก็ไม่เกิดการเสียหาย เมื่อมีเวลาว่าง เกษตรกรจึงนำผลหมากมากะเทาะเอาเปลือกออกซึ่ง การกะเทาะเอาเปลือกออกในปัจจุบันยังคงต้องใช้ แรงงานคนในการกะเทาะอยู่ซึ่งต้องใช้เวลาและ แรงงานคนจำนวนมากในขั้นตอนนี้ รวมทั้งผู้ที่กะเทาะ ผลหมากแห้งจึงต้องมีความชำนาญ การทำหมากแห้ง ของเกษตรกรนั้นไม่มีเครื่องจักรเข้ามาช่วยใน กระบวนการกะเทาะ ทำให้เกษตรกรไม่สามารถแปรรูป ผลหมากได้เพียงพอกับความต้องการของตลาด จากเหตุผลดังกล่าวจึงได้ทำการศึกษาเครื่องจักรเพื่อ นำมาสร้างเครื่องกะเทาะผลหมากแห้ง โดยมีการศึกษา เครื่องปอกเปลือกมะพร้าวเพื่อเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการ พัฒนาอุตสาหกรรมทางการเกษตรและใช้สอยใน ครัวเรือน โดยอาศัยหลักการทำงานของมอเตอร์เปลี่ยน รูปพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลทำให้ชุดเฟืองที่ต่อกับ ระบบการปอกเปลือกมะพร้าว การย่อยเปลือกมะพร้าว และการชุดมะพร้าว สามารถทำงานได้ทั้ง 3 ระบบ จาก การทดสอบประสิทธิภาพพบว่าเครื่องปอกเปลือก มะพร้าวสามารถปอกเปลือกมะพร้าวได้ 1ลูกใช้เวลา 5 วินาที ย่อยเปลือกมะพร้าวเป็นชิ้นเล็กได้ 1ลูก/30วินาที และชุดมะพร้าวได้ 1ลูก/50วินาที [6] มีการออกแบบ และสร้างเครื่องปอกเปลือกหมากแห้ง ซึ่งเครื่อง ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ถังป้อนสำหรับใส่ หมากแห้ง ชุดปอกเปลือก และระบบส่งกำลังที่ควบคุม การทำงานของเครื่องจักร การปอกเปลือกอยู่ที่ชุดปอก เปลือก ซึ่งประกอบด้วยล้อยาง 2 ล้อ วางอยู่บน โครสร้างเหล็กที่แข็งแรง ล้อทั้งสองถูกจัดวางให้อยู่ใกล้ กันและหมุนไปในทิศทางเดียวกัน ช่วยกันดึงผลหมาก แห้ง ใต้อ้อยแต่ละล้อยังมีตะแกรงเหล็ก ซึ่งเป็นส่วน สำคัญที่ช่วยให้เปลือกหมากหลุดออกได้อย่างง่าย การทำงานของเครื่องเริ่มต้นจากการป้อนหมากแห้งเข้า

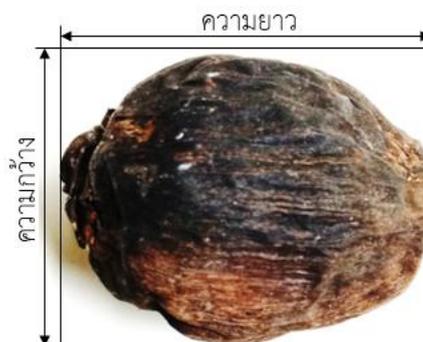
สู่ถึงป้อน จากนั้นล้อยางจะหมุนดึงหมากแห้งเข้าไปบีบอัดกับตะแกรงเหล็กด้วยแรงเสียดทานจนที่แตกต่างกันระหว่างล้อยางกับผลหมาก และผลหมากกับตะแกรงเหล็ก เปลือกหมากจะถูกแรงเฉือนและแรงบีบกระทำ ทำให้แตกออกอย่างรวดเร็วในช่วงล้อยางแรก และแรงเหวี่ยงของล้อแรกจะส่งลงมายังล้อยางที่สองที่ออกแบบให้ทำงานเหมือนกันทำการปอกเปลือกอีกครั้งเพื่อให้เปลือกแตกและแยกออกจากเมล็ดโดยสมบูรณ์ ผลการวิจัยพบว่า สภาพการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องคือ ใช้แรงดัน 138 กิโลพาสกาล รอบหมุนของล้อยาง 440 รอบ/นาที และช่องว่างระหว่างตะแกรงกับล้อยาง 15 มิลลิเมตร ผลหมากแห้งที่เหมาะสมในการปอกเปลือกควรมีความชื้น 6.31 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานเปียกสมรรถนะของเครื่องสามารถปอกเปลือกผลหมากแห้งแบบคละขนาดได้เมล็ดหมากเต็ม 64.4 เปอร์เซ็นต์ แม้จะมีเมล็ดหมากแตกเสียหาย 15.2 เปอร์เซ็นต์ และผลหมากที่ปอกไม่ออก 20.5 เปอร์เซ็นต์ แต่ประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมก็ยังสูงถึง 76.9 เปอร์เซ็นต์ [7] ซึ่งมีการพัฒนาแนวคิดดังกล่าวนำไปกะเทาะผลหมากแห้งเพื่อที่จะออกแบบเครื่องที่มีสมรรถนะสูงขึ้น พบว่าความชื้นมีอิทธิพลต่อการทำงานของเครื่องกะเทาะผลหมากแห้ง ความชื้นที่เหมาะสมของผลหมากควรอยู่ระหว่าง 7 เปอร์เซ็นต์ ถึง 13.21 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) เพื่อให้เครื่องทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เครื่องกะเทาะผลหมากแห้งแบบ 2 ล้อยางในแนวระดับ ความสามารถในการกะเทาะเฉลี่ยสูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และผลิตหมากเต็มเมล็ดได้เฉลี่ย 60 เปอร์เซ็นต์ พร้อมความสามารถในการผลิตสูงสุดถึง 102 กิโลกรัม/ชั่วโมง และประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ 29.38 กิโลกรัม/กิโลวัตต์-ชั่วโมง เพื่อความสะดวกและปลอดภัย เครื่องกะเทาะผลหมากแห้งแบบล้อยางในแนวระดับจึงได้รับการพัฒนาขึ้น ด้วยความสามารถในการกะเทาะ 69.16 เปอร์เซ็นต์ และผลิตหมากเต็มเมล็ดได้ 96.42 เปอร์เซ็นต์ พร้อมความสามารถในการผลิตสูงสุด 61.05 กิโลกรัม/ชั่วโมง และประสิทธิภาพการใช้พลังงาน 42.24 กิโลกรัม/กิโลวัตต์-ชั่วโมง ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุนพบว่า ต้องผลิตหมากเต็มเมล็ดแห้งปีละ 2,704 กิโลกรัม [8] ซึ่งจากการศึกษา งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าลักษณะทางกายภาพของผลหมากนั้นส่วนใหญ่ผลหมากจะมีลักษณะเป็นวงรีและมีขนาดไม่เท่ากันการกะเทาะผลหมากแห้งอาจจะต้องใช้แรงเสียดทานเพื่อที่จะสามารถกะเทาะผลหมากได้ทุกขนาดโดยไม่ต้องมีการตัดขนาด

จากงานวิจัยที่ผ่านมาเป็นการออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะผลหมากแห้งโดยอาศัยแรงเสียดทานจนที่แตกต่างกันระหว่างล้อยางกับผลหมาก และผลหมากกับตะแกรงเหล็ก เพื่อแยกเปลือกให้หลุดออกจากเนื้อผลหมาก ซึ่งยังไม่มีการศึกษาหรือออกแบบและสร้างเครื่องที่อาศัยแรงเสียดทานระหว่างลูกกลิ้ง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะผลหมากแห้งโดยอาศัยแรงเสียดทานของลูกกลิ้งหมามและลูกกลิ้งแบบร่องเพื่อฉีกเปลือกผลหมากแห้งให้แยกออกจากเนื้อผลหมากแห้ง เพื่อลดระยะเวลาการกะเทาะผลหมากแห้ง

2. อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงลักษณะทางกายภาพของผลหมากแห้งได้แก่ ความกว้าง ความยาวของผลหมากแห้งที่มีขนาดใหญ่ที่สุดและเล็กที่สุด ดังรูปที่ 1 เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบและสร้างเครื่อง จากการวัดขนาดโดยสุ่มวัดผลหมากแห้งจำนวน 100 ผล ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ พบว่าความกว้างของผลหมากแห้งอยู่ระหว่าง 4 - 5 เซนติเมตร ความยาวของผลหมากแห้งอยู่ระหว่าง 6 - 7 เซนติเมตร จากค่าที่ได้จึงนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะผลหมากแห้ง

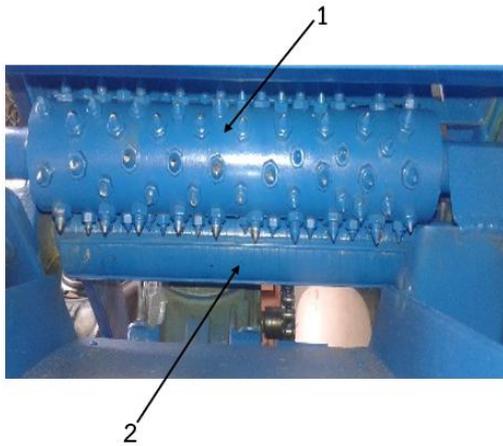
เนื่องจากในการทดลองผลิตผลที่ใช้ คือผลหมากพันธุ์กลมแป้นและพันธุ์กลมรีส่วนใหญ่จะมี 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ผลหมากมีขนาดใหญ่ที่สุดที่ความกว้าง 5.3 เซนติเมตร ความยาว 7.4 เซนติเมตร ในการออกแบบจะให้มีลักษณะการกะเทาะตามแนวนอนของผลหมาก โดยการใช้แรงกะเทาะจากเพลลาแบบหนามและเพลลากะเทาะแบบร่อง ดังรูปที่ 2 ทำให้เกิดแรงเฉือนหรือฉีกระหว่างเพลลา กับผลหมากแห้งเพื่อดึงเปลือกออกจากผลหมาก



รูปที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของผลหมากแห้ง

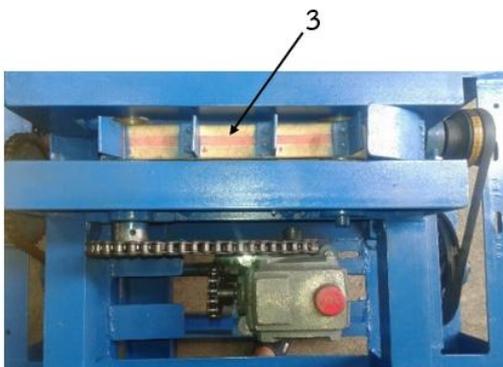
3. การออกแบบและสร้าง

การออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะผลหมากแห้งโดยใช้ชุดกะเทาะแบบหนามกับชุดกะเทาะแบบร่องในการฉีกเปลือกให้หลุดออกจากเมล็ดผลหมากที่อยู่ด้านใน



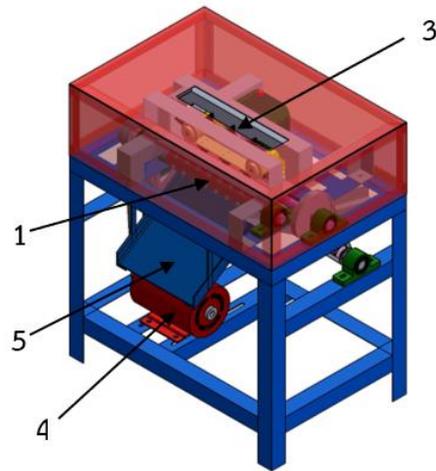
รูปที่ 2 ชุดกะเทาะแบบหนามและชุดกะเทาะแบบร่อง

การออกแบบชุดกะเทาะผลหมากแห้งโดยใช้ชุดกะเทาะแบบหนามกับชุดกะเทาะแบบร่อง เมื่อเครื่องทำงานผลหมากแห้งจะถูกถ้ำเลียงโดยสายพานที่อยู่ด้านบนตรงกลางระหว่างชุดกะเทาะแบบหนามและชุดกะเทาะแบบร่อง โดยชุดกะเทาะทั้งสองจะหมุนในทิศทางเดียวกันแต่ความเร็วรอบต่างกัน ชุดกะเทาะแบบหนามจะหมุนเร็วกว่าชุดกะเทาะแบบร่อง เพื่อให้หนามของชุดกะเทาะมีโอกาสสัมผัสกับผิวเปลือกผลหมากแห้งมากยิ่งขึ้น ชุดกะเทาะแบบหนามจะมีหน้าที่ฉีกเปลือกผลหมากแห้งเพื่อให้เมล็ดผลหมากแห้งหลุดออกจากเปลือก จากนั้นเมล็ดผลหมากแห้งและเปลือกถูกเคลื่อนที่ออกจากช่องทางออกโดยแยกส่วนกัน



รูปที่ 3 ระบบสายพานลำเลียง

การออกแบบสายพานลำเลียง ตามรูปที่ 3 โดยกันเป็นช่องไว้สำหรับให้ผลหมากแห้งตกลงมาในร่องระหว่างเหล็กกัน ซึ่งออกแบบให้มีขนาดกว้างกว่าความยาวของผลหมากแห้งขนาดใหญ่ที่สุดคือ 7.4 เซนติเมตร ที่ได้จากการวัดขนาดทางกายภาพของผลหมากแห้งก่อนที่จะนำมาออกแบบและสร้าง ซึ่งเมื่อทำการออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบแล้วจึงนำมาสร้างระบบลำเลียงผลหมากแห้งประกอบเข้าไปในเครื่องกะเทาะผลหมากแห้ง ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ส่วนประกอบเครื่องกะเทาะผลหมากโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

ตารางที่ 1 ชิ้นส่วนเครื่องกะเทาะผลหมากแห้ง

หมายเลข	ชื่อ
1	ชุดกะเทาะแบบหนามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร
2	ชุดกะเทาะแบบร่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร
3	สายพานลำเลียงขนาด 6.2x30 เซนติเมตร
4	มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า
5	ทางออกเปลือกผลหมากแห้ง

เมื่อใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบชิ้นส่วนแต่ละชิ้นแล้วประกอบเป็นเครื่องตามรูปที่ 4

4. เจือปนในการทดลอง

4.1 การคำนวณหาขนาดมอเตอร์ [9]

นำผลหมากแห้งใส่ลงไปในร่องของสายพานลำเลียง จากนั้นนำประแจมาสวมเข้ากับเพลาลูกกลิ้งหนาม ที่ปลายประแจนำตาชั่งสปริงมายึดโดยตาชั่งสปริงจะต้องติดตั้งให้ตั้งฉากกับแกนของประแจ จากนั้น

ดึงตาชั่งสปริงให้ชุดลูกกลิ้งหมุนเคลื่อนที่เพื่อฉีกเปลือกผลหมากแห้ง จากนั้นอ่านค่าแรงที่ตาชั่งสปริง ได้แรง $F = 30$ นิวตัน โดยมีระยะ $r = 0.2$ เมตร (ระยะจุดกึ่งกลางเพลาลูกกลิ้งหนามาจนถึงปลายประแจที่ยึดกับตาชั่งสปริง)

การหาแรงบิด [9]

$$T = F \times r \quad (1)$$

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

เมื่อ $T =$ แรงบิด (นิวตันเมตร)
 $F =$ แรงที่ใช้ฉีกผลหมากแห้ง (นิวตัน)
 $r =$ ระยะที่มีระยะจุดกึ่งกลางเพลาลูกกลิ้งหนามาจนถึงปลายประแจที่ยึดกับตาชั่งสปริง (เมตร)
 $P =$ กำลังมอเตอร์ (วัตต์)
 $N =$ ความเร็วรอบมอเตอร์ที่ใช้ (รอบ/นาที)
 แทนค่าลงในสมการที่ (1) ได้ $T = 6$ นิวตันเมตร

จากการออกแบบอัตราทดของตัวขับเคลื่อนตัวตามเพื่อหาค่ากำลังมอเตอร์เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องกำลังไฟฟ้าสำหรับชุมชน ซึ่งควรใช้ขนาดมอเตอร์ไม่ควรเกิน 1 แรงม้า ดังนั้นการออกแบบอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างตัวขับและตัวตามของชุดเกะเทาะแบบหนามและชุดเกะเทาะแบบร่อง คือ 1:1.5 และ 1:3 ตามลำดับ

การหาค่ากำลังมอเตอร์ที่ต้องใช้จากสมการ (2) จะได้

$$P = \frac{2 \times 3.14 \times 6 \times 900}{60}$$

$$P = 607.6 \text{ วัตต์}$$

ซึ่งกำลังที่ได้เป็นกำลังทางกล ในงานวิจัยเลือกใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง กำหนดให้มอเตอร์มีประสิทธิภาพ 85 เปอร์เซ็นต์ จะได้กำลังทางไฟฟ้างี้

$$\begin{aligned} 85 \text{ เปอร์เซ็นต์ ของกำลังไฟฟ้า} &= \text{กำลังทางกลที่ได้} \\ \text{ซึ่งจะต้องใช้กำลังทางไฟฟ้า} &= (607.6/0.85) \\ &= 714.8 \text{ วัตต์} \end{aligned}$$

ดังนั้น จึงเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า

เมื่อออกแบบและสร้างชิ้นส่วนพร้อมทดสอบอุปกรณ์เพื่อหาค่าต่างตามที่ออกแบบไว้แล้วจึงประกอบ

เป็นเครื่องตามรูปที่ 5 การใช้งานของเครื่องผู้ใช้งานจะนำผลหมากแห้งใส่ลงในร่องสายพานลำเลียง สายพานลำเลียงจะลำเลียงผลหมากแห้งให้เคลื่อนที่ผ่านชุดเกะเทาะผลหมากแห้งแบบหนามและแบบร่อง ผลหมากแห้งจะถูกฉีกเปลือกโดยชุดเกะเทาะผลหมากแห้งทั้งสองเพื่อแยกเมล็ดหมากที่อยู่ด้านในเปลือกให้หลุด จากนั้นเมล็ดและเปลือกจะออกทางช่องทางออกโดยแยกกัน



รูปที่ 5 เครื่องแกะเทาะผลหมากแห้ง

4.2 ขั้นตอนในการทดสอบเครื่องแกะเทาะผลหมากแห้ง

การแกะเทาะ คือการทำให้เปลือกและเนื้อเมล็ดหมากที่อยู่ด้านในหลุดออกจากกัน โดยมีลำดับขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1) ทำการคัดขนาดของผลหมากแห้งให้มีขนาดที่ใกล้เคียงกัน ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผลหมากแห้งที่นำมาแกะเทาะ

2) นำผลหมากที่คัดแยกแล้วมาชั่งน้ำหนัก 1 กิโลกรัม และนับจำนวนผลหมาก

3) เตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆเพื่อทำการทดสอบ

4) ทำการเดินเครื่องกะเทาะผลหมากแห้ง พร้อมทั้งเริ่มจับเวลาเมื่อทำใส่ผลหมากแห้งลงบนสายพานลำเลียงของเครื่องกะเทาะผลหมากแห้ง เมื่อผลหมากกะเทาะหมด 1 กิโลกรัมให้หยุดเครื่องแล้วบันทึกและเก็บผลการทดลอง

5) นำผลหมากแห้งที่กะเทาะเสร็จแล้วมาแยกผลดี โดยลักษณะผลหมากที่กะเทาะออกจากเปลือกเป็นผลดี คือเมล็ดหมากสมบูรณ์ไม่มีการแตก ดังรูปที่ 7 ส่วนผลที่แตก คือผลหมากที่กะเทาะออกมาแล้วไม่สมบูรณ์ คือเมล็ดผลหมากมีการแตก ดังรูปที่ 8 และผลที่กะเทาะไม่ออก คือกะเทาะผลหมากแห้งแล้วไม่สามารถดึงเปลือกให้หลุดออกจากเมล็ดหมากได้ ดังรูปที่ 9 จากนั้นนำเปลือกผลหมาก และเมล็ดผลหมากที่ได้มาชั่งแล้วจดบันทึก

6) นับจำนวนผลหมากที่ชั่งแยกเป็นผลดี ผลที่แตก และผลที่กะเทาะไม่ออกมานับจำนวนผลทำการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดหมากว่ามีการแตกหรือไม่แล้วบันทึกผล

7) ทำการทดสอบข้อ 4-6 ซ้ำเพื่อหาค่าเฉลี่ยของผลหมากดี ผลหมากที่แตก และผลหมากที่กะเทาะไม่ออก

8) นำค่าที่ได้คำนวณหาความสามารถในการกะเทาะผลหมากด้วยเครื่องซึ่งจะทำให้ทราบสมรรถนะของเครื่อง



รูปที่ 7 ลักษณะเมล็ดหมากดี



รูปที่ 8 ลักษณะเมล็ดหมากแตก

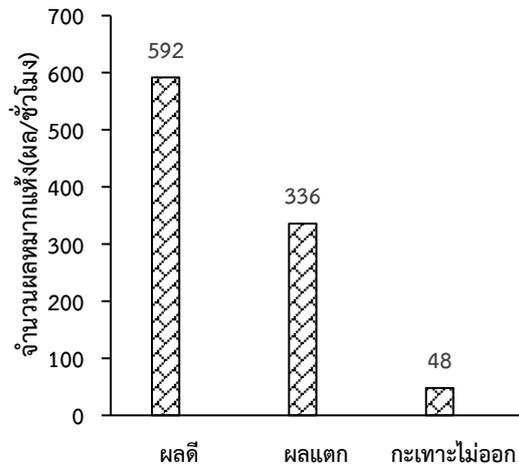


รูปที่ 9 ลักษณะเมล็ดหมากที่กะเทาะไม่ออก

5. ผลและวิจารณ์

5.1 การเปรียบเทียบจำนวนผลหมากแห้งที่ผ่านการกะเทาะโดยเครื่อง (ผล/ชั่วโมง)

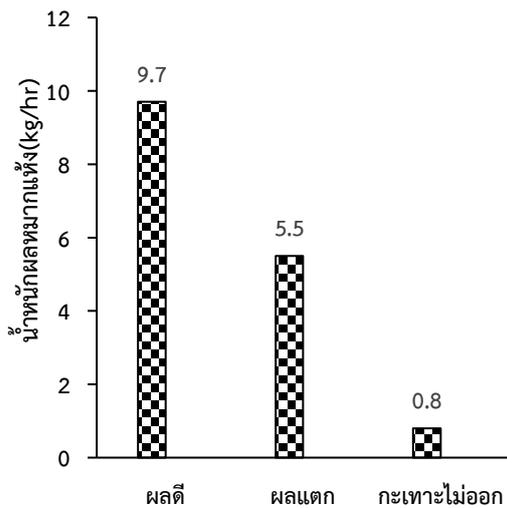
จากการทดลอง ตามรูปที่ 10 พบว่า ผลหมากแห้งที่ผ่านการกะเทาะเปลือกมีลักษณะผลดี ผลที่แตก และผลที่ กะเทาะไม่ออก 592 336 และ 48 ผลตามลำดับ ขนาดของผลหมากที่มีขนาดเหมาะสมในการกะเทาะโดยเครื่อง คือ 2 - 5 เซนติเมตร จึงจะทำให้การกะเทาะได้ผลหมากแห้งที่มีลักษณะตามที่ต้องการ



รูปที่ 10 อัตราการกะเทาะเปลือกโดยเครื่อง

5.2 การเปรียบเทียบจำนวนผลหมากแห้งที่ผ่านการกะเทาะโดยเครื่อง (กิโลกรัม/ชั่วโมง)

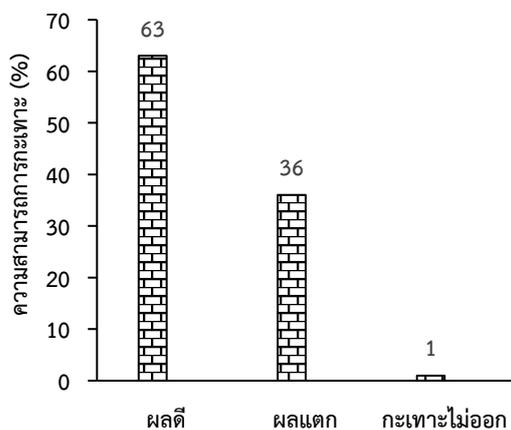
จากการทดลองพบว่า ผลหมากแห้งที่ผ่านการกะเทาะเปลือกมีลักษณะผลดี ผลที่แตก และผลที่กะเทาะไม่ออก 9.7 5.5 และ 0.8 กิโลกรัม/ชั่วโมงตามลำดับ ดังรูปที่ 11 ผลหมากที่แตกก็สามารถขายได้แต่ราคาจะถูกกว่าผลหมากดี



รูปที่ 11 ปริมาณผลหนักแห้งที่กะเทาะเปลือก โดยเครื่องกะเทาะ

5.3 การเปรียบเทียบจำนวนผลหนักแห้งที่กะเทาะโดยเครื่อง (เปอร์เซ็นต์)

จากการทดลองพบว่า ผลหนักแห้งที่ผ่านการกะเทาะเปลือกโดยเครื่องมีลักษณะผลดี ผลที่แตก และผลที่กะเทาะไม่ออก 63 36 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 สมรรถนะการกะเทาะเปลือก

ผลหนักที่กะเทาะเปลือกไม่ออกเกิดจากผลหนักที่มีความชื้นสูง ส่งผลให้ชุดกะเทาะแบบหนามกับชุดกะเทาะแบบร่องไม่สามารถดึงเปลือกผลหนักให้แยกออกเมล็ดหนักที่อยู่ด้านในได้

5.4 ลักษณะของเมล็ดหนักหลังจากผ่านการกะเทาะเปลือกโดยเครื่อง

การที่เมล็ดหนักแตกต่างจากการกะเทาะโดยเครื่องส่วนใหญ่เกิดจากผลหนักแห้งที่นำมากะเทาะอ่อนเกินไปและผลหนักมีขนาดเล็ก เมื่อผลหนักอยู่ระหว่างชุดกะเทาะแบบหนามและชุดกะเทาะแบบร่องผลหนักถูกชุดกะเทาะทั้งสองบีบจนเมล็ดแตก ส่วนการกะเทาะเปลือกไม่ออกมีสาเหตุมาจากผลหนักมีความชื้นมากเกินไปส่งผลให้ชุดกะเทาะแบบหนามไม่สามารถดึงหรือฉีกเปลือกออกได้หมด

6. การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม [10]

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของเครื่องกะเทาะผลหนักแห้งที่ออกแบบและสร้างขึ้นโดยประเมินจากกำลังการผลิตที่เครื่องทำได้และมูลค่าทางการตลาดซึ่งเมื่อใช้แรงงานคนปฏิบัติงาน 1 คน กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยใช้งาน 0.373 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ความสามารถในการกะเทาะผลหนักแห้งด้วยเครื่อง 9.7 กิโลกรัม/ชั่วโมง กำหนดให้เครื่องทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน ทำงานปีละ 365 วัน พบว่ามีระยะเวลาคืนทุนของเครื่องกะเทาะผลหนักแห้ง 3.8 เดือน

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบเครื่องกะเทาะผลหนักแห้งที่ออกแบบชุดกะเทาะโดยใช้ชุดกะเทาะแบบหนามร่วมกับชุดกะเทาะแบบร่องเพื่อทำให้เปลือกและเนื้อหลุดออกจากกัน ซึ่งสมรรถนะสูงสุดของเครื่องกะเทาะผลหนักแห้ง สามารถกะเทาะเปลือกมีลักษณะผลดี ผลที่แตก และผลที่กะเทาะไม่ออก 9.7 5.5 และ 0.8 กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ หรือ 63 36 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเครื่องกะเทาะผลหนักแห้งสามารถกะเทาะผลหนักแห้งได้สม่ำเสมอและมีอัตราการผลิตคงที่ถึงแม้ว่าจะทำงานเป็นระยะเวลาสั้น ซึ่งเมื่อเกษตรกรนำเครื่องกะเทาะผลหนักแห้งไปใช้จะมีระยะเวลาการคืนทุน 3.8 เดือน

ข้อเสนอแนะ: ในการปรับปรุงและทดสอบเมื่อมีการพัฒนาเครื่องควรมีการเพิ่มจำนวนชุดการทดสอบให้มากขึ้น และควรมีการทดสอบแปรค่าความเร็วรอบของชุดกะเทาะแบบหนามและแบบร่อง ระยะห่างระหว่างชุดกะเทาะทั้งสอง และความเร็วสายพานป้อนเพื่อจะได้ทราบอิทธิพลของตัวแปรเหล่านี้ต่อผลการกะเทาะได้ต่อไป

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ในการทำวิจัย

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Satsue P, Phitthayaphinant P. Status of dried betel nut production of farmers in Kong Ra District, Phatthalung Province. King Mongkut' s Agricultural Journal. 2016;34(3):22-32.
- [2] Suchatphong N, Muangkaew P. Design and construction of a betel nut cutting machine [Bachelor's thesis]. Pathum Thani: Rajamangala University of Technology Thanyaburi; 2011.
- [3] Seephunthong M, Ploikrajang A. Design and development of betel nut cutting machine [Bachelor's thesis]. Pathum Thani: Rajamangala University of Technology Thanyaburi; 2012.
- [4] Parnsakhorn S, Langkapin J, Kalsirisilp R. Design and fabrication of palmyra seed splitting machine. Khon Kaen Agriculture Journal. 2016; 44(3):451-60.
- [5] Yamfang M, Boonwan C, Preamjai N, Sukchana T, Guptasa M. Development of the fresh betel nut splitter with a semi-automatic operation for the betel nut processing. Area based development research journal. 2017; 9(6):420-9.
- [6] Poolsawat A. Coconut peeler 3 in 1 inch. [dissertation]. Surat Thani: Kanchanadit School Kanchanadit School Kanchanadit School; 2015.
- [7] Niamhom S. Development of betel peeling machine. [dissertation]. Bangkok: Kasetsart University; 2008.
- [8] Boonkrajang N. Horizontal rotating wheel type dry betel nut sheller. [dissertation]. Bangkok: Kasetsart University; 2007.
- [9] Ungbhakorn V, Thanadngarn C. Mechanical design. Bangkok: SE-Education; 2013. (In Thai)
- [10] Yaemphuan P. Engineering Economy. 2nd. Bangkok: SE-Education; 2000. (In Thai)