Agricultural Sci. J. 43 : 3 (Suppl.) : 167-170 (2012) ว. วิทย. กษ. 43 : 3 (พิเศษ) : 167-170 (2555)

การออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อมังคุด

Design and Fabrication of Mangosteen Pulp Separating Machine

วิรัช แสงสุริยฤทธิ์ [1]
Wirat Sangsuriyarid [1]

Abstract

This research objective was to design and fabricate the mangosteen pulp separating machine. The prototype consisted of a machine frame, feeder, pulp separator and the distributor. The machine operation began from feed the pulp-seed of mangosteen into feeder of the machine. After that, the mangosteen pulp separated from seeds by the shearing force that was produced by the rotation of the perforated cylinder in the machine. The separated pulp moved through the perforated cylinder and flow out by the distributor of the machine. The hole of the perforated cylinder has a diameter of 12 mm. The perforated cylinder was driven by the 1 HP electric motor and speed adjustment by the electric Inverter. The pulp separating tests showed that the optimal separated shear occurred on the 8 mm of gap setting between the plates and the perforated cylinder. Speed of the perforated cylinder at 260 280 and 300 rpm were not significantly different ($p>0.05$) but feed of pulp-seed mangosteen at 1,000, 2,000 and 3,000 g were significantly different and the highest capacity of the machine was1,680 g (55.97% of separation) at 3,000 g of feeding ($p<0.05$). The payback of investment on this prototype was 34 days for the 4 hours time work per day and the cost of machine fabrication was 20,000 baht.

Keywords: separating machine, mangosteen, perforated cylinder

บทคัดย่อ

งานวิจัยต้องการที่จะออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อมังคุด เครื่องต้นแบบประกอบด้วย ส่วนโครงสร้าง ส่วนรับวัตถุดิบ ส่วนแยกเนื้อ-เมล็ด และส่วนทางออก การทำงานเริ่มจากใส่เมล็ดมังคุดที่แยกออกจากเปลือกแล้ว (วัตถุดิบ) เข้าที่ส่วนรับวัตถุดิบ จากนั้นกระบวนการแยกเนื้อออกจากเมล็ดด้วยแรงเฉือนจะเกิดขึ้นจากการหมุนของตะแกรงทรงกระบอกของเครื่อง โดยรูตะแกรงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร ตะแกรงนี้ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 1 แรงม้าเป็นต้นกำลังและมีอินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ เนื้อมังคุดที่แยกได้จะไหลไปยังส่วนทางออก การทดสอบพบว่าการเฉือนที่ทำให้แยกเนื้อ-เมล็ดได้ดีที่สุดเกิดจากการปรับระยะห่างระหว่างแผ่นกั้นกับตะแกรงทรงกระบอกที่ระยะ 8 มิลลิเมตร ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 จากการแยกเนื้อ-เมล็ดที่ความเร็วรอบของตะแกรงทรงกระบอก 260 280 และ 300 รอบต่อนาที แต่น้ำหนักวัตถุดิบที่ 1,000 2,000 และ 3,000 กรัม มีผลต่อการแยกเนื้อ-เมล็ดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยน้ำหนักวัตถุดิบต่อรอบการทำงานที่เหมาะสมคือ 3,000 กรัม ได้น้ำหนักเนื้อเฉลี่ย 1,680 กรัม (55.97% อิงน้ำหนักวัตถุดิบ) สามารถคืนทุนได้ในเวลา 34 วัน จากการทำงานวันละ 4 ชั่วโมง โดยมีต้นทุนในการสร้างเครื่อง 20,000 บาท

คำสำคัญ: เครื่องแยก มังคุด ตะแกรงทรงกระบอก

คำนำ

มังคุดเป็นผลไม้เมืองร้อนชนิดหนึ่ง ได้รับขนานนามว่า “ราชินีแห่งผลไม้” ผลแก่มีสีม่วงแดง เปลือกค่อนข้างแข็ง เนื้อในมีสีขาวฉ่ำน้ำ รสชาติหวานและกลมกล่อม กลิ่นหอม เมล็ดไม่สามารถรับประทานได้ มังคุดอุดมไปด้วยคุณประโยชน์มากมาย เป็นผลไม้ที่นิยมมากสำหรับคนไทยและชาวต่างชาติ ปัจจุบันผลผลิตและพื้นที่เพาะปลูกมังคุดในประเทศไทยมีมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก ทำให้ปริมาณผลผลิตล้นตลาดในฤดูเก็บเกี่ยว การส่งเสริมให้มีการแปรรูปมังคุด เช่น การทำน้ำมังคุด มังคุดกวน แยมมังคุด มังคุดอบแห้ง เป็นการแก้ปัญหาให้กับเกษตรกรผู้ผลิตมังคุด แต่การทำงานของเกษตรกรมักประสบปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ จากการแปรรูป ด้วยเหตุนี้ จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเทคโนโลยีที่ช่วยในการแยกเนื้อ-น้ำ-เมล็ดมังคุดเพื่อความสะดวก รวดเร็ว และถูกสุขลักษณะในการเตรียมวัตถุดิบเพื่อใช้ในการแปรรูป

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110
[1] Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathumthani 12110

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การออกแบบเครื่องแยกเนื้อมังคุดต้นแบบ

แนวคิดในการออกแบบเครื่องแยกเนื้อมังคุดต้นแบบ อาศัยหลักการแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของตะแกรงทรงกระบอกสร้างแรงเฉือนให้กับเนื้อมังคุดเพื่อให้เกิดการแยกเนื้อออกจากเมล็ด จากนั้นจึงออกแบบและจัดวางส่วนประกอบของเครื่องด้วยโปรแกรม SolidWorks บูรณาการความรู้ทางด้านการออกแบบเครื่องจักรกล การเขียนแบบวิศวกรรม วัสดุวิศวกรรม และความรู้จากการศึกษางานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยมีวัตถุประสงค์ให้เครื่องที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริงตามหลักเกณฑ์การผลิตที่ดีในการผลิตอาหารและถูกสุขอนามัย

2. การทดสอบการทำงานของเครื่องแยกเนื้อมังคุดต้นแบบ

แบ่งการทดสอบเป็น 2 ระยะ คือ

2.1 การทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาระยะห่างที่เหมาะสมของแผ่นกั้นซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการแยกน้ำ-เนื้อ-เมล็ดมังคุดออกจากกัน วิธีการทดสอบโดยการปรับความเร็วรอบของตะแกรงทรงกระบอกด้วยอินเวอร์เตอร์ และปรับระยะห่างของแผ่นกั้นให้มีระยะต่างๆ ซึ่งส่งผลต่อการแยก ใช้การสังเกตุและจดบันทึกลักษณะผลผลิตที่ได้ในขณะที่เครื่องทำงาน และเครื่องทำงานจนเสร็จ วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบของระยะห่างที่เหมาะสมเพื่อที่จะนำไปใช้เป็นค่าคงที่ในการทดสอบระยะที่ 2 ต่อไป

2.2 การทดสอบการทำงานของเครื่องแยกเนื้อมังคุดต้นแบบ เป็นการทดสอบเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ และประสิทธิภาพในการแยกน้ำ-เนื้อ-เมล็ดมังคุดออกจากกัน ใช้การศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบของตะแกรงทรงกระบอก 3 ระดับคือ 260 280 และ 300 รอบต่อนาที กับปริมาณวัตถุดิบที่ป้อนเข้า 3 ระดับคือ 1,000 2,000 และ 3,000 กรัมตามลำดับ ออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) มีค่าชี้ผลคือ ความสามารถและประสิทธิภาพในการแยกเนื้อมังคุด จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง และการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Scheffe และสรุปผลการทดลอง

ผล

1. ผลการออกแบบเครื่องแยกเนื้อมังคุดต้นแบบ

ส่วนประกอบหลักของเครื่องแยกเนื้อมังคุดต้นแบบ แบ่งเป็น ส่วนโครงสร้างหลัก ส่วนรับวัตถุดิบ ส่วนแยกเนื้อ-เมล็ด และส่วนทางออก ดังแสดงไว้ใน Figure 1 และผลการออกแบบแต่ละส่วน มีรายละเอียดดังนี้

ส่วนโครงสร้างหลัก วัสดุทำจากเหล็กกล่องขนาด 1 ¼ x 1 ¼ นิ้ว เหล็กฉากขนาด 1 นิ้ว (ทำความสะอาดพื้นผิวชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กพร้อมทั้งทาสีกันสนิมและทับหน้าด้วยสีอีพร็อกซี่) และสแตนเลสแผ่นหนา 1 มิลลิเมตร มาประกอบร่วมกันทำหน้าที่เป็นฐาน และรองรับอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด

ส่วนรับวัตถุดิบ วัสดุทำจากแผ่นสแตนเลสหนา 1 มิลลิเมตร พับขึ้นรูปสี่เหลี่ยมขนาด $170^{ก}$ x $200^{ย}$ x $80^{ส}$ มิลลิเมตร ติดตั้งอยู่ด้านหน้าตรงกลางของตะแกรงทรงกระบอก

ส่วนแยกเนื้อ-เมล็ด (ส่วนการหมุน) เป็นส่วนสำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดการแยกน้ำ-เนื้อ-เมล็ดมังคุดออกจากกันด้วยแรงเฉือน วัสดุทั้งหมดทำจากสแตนเลส ประกอบด้วยตะแกรงทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 320 มิลลิเมตร เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตรตลอดทั้งแผ่น ทำงานร่วมกับแผ่นกั้น ขนาด $80^{ก}$ x $290^{ย}$ x $2^{ส}$ มิลลิเมตร ใช้สำหรับปรับระยะห่างระหว่างแผ่นกั้นกับตะแกรงทรงกระบอก มังคุดที่ป้อนเข้าจะติดที่แผ่นกั้น และถูกแรงเฉือนกระทำจากรูของตะแกรงทรงกระบอกซึ่งหมุนอยู่

ส่วนทางออก วัสดุทำจากแผ่นสแตนเลสหนา 1 มิลลิเมตร ขึ้นรูปครอบบนตะแกรงทรงกระบอก ด้านหน้าและด้านบนติดแผ่นอะคริลิคใส สามารถเปิดออกล้างทำความสะอาดได้ ส่วนด้านล่างเป็นช่องเปิดสำหรับให้เนื้อและน้ำมังคุดที่ได้จากการแยกไหลออกมายังถาด

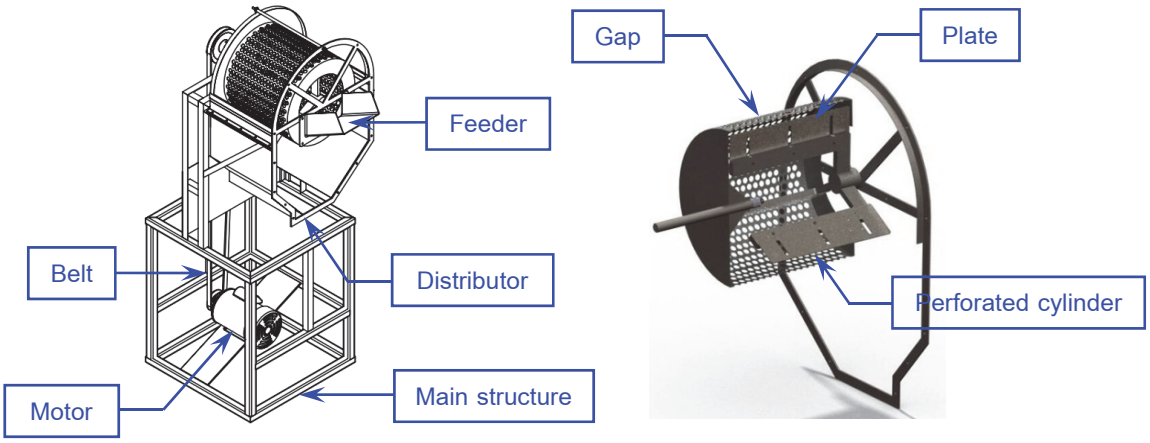
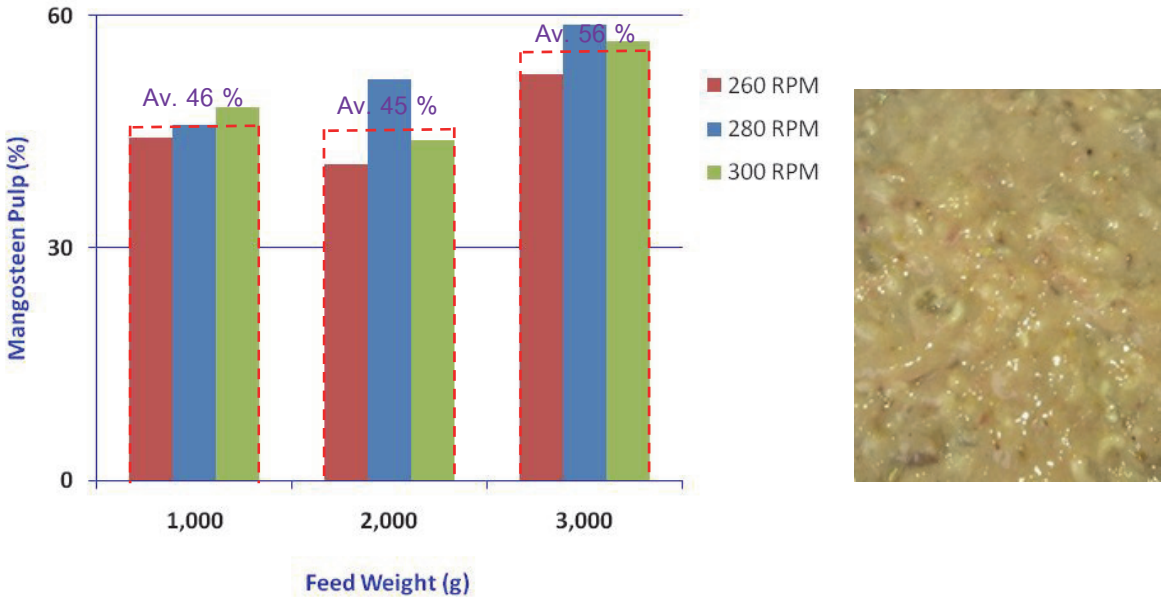


Figure 1 Mangosteen pulp separating machine

2. ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องแยกเนื้อมังคุดต้นแบบ

2.1 การทดสอบเพื่อหาระยะห่างที่เหมาะสมของแผ่นกั้นต่อความสามารถในการแยกเนื้อมังคุด พบว่า ระยะห่างที่เหมาะสมคือ 8 มิลลิเมตร โดยระยะห่างที่มีขนาดน้อยกว่า 8 มิลลิเมตร เกิดการเสียดสีระหว่างแผ่นกั้นกับตะแกรงทรงกระบอก ขณะที่ระยะห่างที่มีขนาดมากกว่า 8 มิลลิเมตร มังคุดจำนวนมากไม่ถูกแยกเนื้อเนื่องจากหลุดลอดผ่านแผ่นกั้นออกไปในขณะตะแกรงทรงกระบอกหมุน

2.2 การทดสอบเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ และประสิทธิภาพในการแยกเนื้อมังคุด การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง พบว่า ปัจจัยของความเร็วรอบของตะแกรงทรงกระบอกไม่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการแยกเนื้อมังคุดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในขณะที่ปัจจัยของน้ำหนักมังคุดที่ป้อนเข้า (วัตถุดิบ) ส่งผลต่อความสามารถในการแยกเนื้อมังคุด เมื่อนำไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของน้ำหนักมังคุดที่ป้อนเข้าด้วยวิธี Scheffe พบว่า เครื่องแยกเนื้อมังคุดต้นแบบมีความสามารถในการแยกเนื้อมังคุดแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยสามารถแยกเนื้อมังคุดที่ป้อนเข้าขนาด 3,000 กรัมได้ดีที่สุดคือ ได้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเนื้อมังคุดที่แยกได้สมบูรณ์ 1,670 กรัม หรือคิดเป็น 55.97 เปอร์เซ็นต์จากวัตถุดิบ ดังแสดงใน Figure 2



(a) (b)

Figure 2 (a) Comparison of Mangosteen pulp percentage and feed weight on various speed of machine (b) Mangosteen pulp

วิจารณ์ผล

ในการทดสอบการทำงานของเครื่องแยกเนื้อมังคุดต้นแบบ น้ำหนักเนื้อมังคุดที่แยกได้มีค่าแปรผันตามน้ำหนักมังคุดที่ป้อนเข้า เนื่องจากแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางกระทำกับน้ำหนักเนื้อมังคุดที่ป้อนเข้า ทำให้แรงกดที่กระทำกับตะแกรงทรงกระบอกมีค่าสูงขึ้น ทำให้แรงเฉือนมีค่ามากขึ้น การแยกเนื้อจึงสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังพบข้อจำกัดของความเร็วรอบของตะแกรงทรงกระบอก ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการแยกเนื้อมังคุด คือ ถ้าความเร็วรอบของตะแกรงทรงกระบอกมีค่าน้อยกว่า 260 รอบต่อนาที มังคุดที่ป้อนเข้าจะหลุดเข้าไปในตะแกรงทรงกระบอกก่อนที่การแยกเนื้อจะทำสำเร็จ สันนิษฐานได้ว่า ตะแกรงทรงกระบอก น่าจะมีรูปแบบหรือลักษณะของรู หรือขนาดของรูที่ต้องศึกษาต่อไป เพื่อเพิ่มความสามารถและประสิทธิภาพในการแยกเนื้อมังคุดให้ดีที่สุด

สรุป

เครื่องแยกเนื้อมังคุดต้นแบบสามารถแยกเนื้อมังคุดได้ตามวัตถุประสงค์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสะอาด ถูกสุขลักษณะตามหลัก GMP และระยะห่างระหว่างแผ่นกั้นกับตะแกรงทรงกระบอกที่ทำให้การแยกเนื้อมังคุดที่ดีที่สุดคือ 8 มิลลิเมตร เครื่องสามารถแยกเนื้อมังคุดได้สูงสุด 1.68 กิโลกรัมจากเนื้อมังคุดที่แยกเปลือกออก (วัตถุดิบ) 3 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการแยกของเครื่อง 55.97 % จากน้ำหนักวัตถุดิบ รอบเวลาการทดลอง 30 วินาที คิดเป็นสมรรถนะการแยกเนื้อมังคุดเฉลี่ย 200 กิโลกรัมต่อชั่วโมง นอกจากนี้การทำงานวันละ 4 ชั่วโมง สามารถคืนทุนได้ภายในเวลา 34 วัน จากต้นทุนในการสร้างเครื่อง 20,000 บาท

เนื่องจากการทดลองนี้ไม่ได้แยกเนื้อส่วนที่ติดกับเมล็ดซึ่งมีจำนวนน้อยมากออก ทำให้การรายงานประสิทธิภาพของเครื่องในการแยกเนื้อมังคุดอิงฐานน้ำหนักเนื้อมังคุดไม่สามารถทำได้ แต่ได้รายงานอิงน้ำหนักเนื้อมังคุดที่แยกเปลือกออกแทน สำหรับเนื้อมังคุดซึ่งมีจำนวนน้อยที่ติดอยู่กับเมล็ด เปลือก เมล็ด และยางสีเหลืองที่ผิวเปลือกมังคุด สามารถนำไปทำประโยชน์อื่นได้ด้วยการสกัดสารกลุ่มแซนโทน (Xanthones) ซึ่งมีคุณประโยชน์อย่างมากทั้งในด้านเวชกรรม อุตสาหกรรม เครื่องสำอาง และนำไปเป็นส่วนประกอบอาหารที่ให้ประโยชน์อย่างมากทั้งในด้านโภชนาการและสมุนไพร

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

รัตนาพร ศรีม่วงกลาง, สุภาพร พานสัมฤทธิ์ และนงนุช ประสพเย็น. 2553. การออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อมังคุด. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี.