

การพัฒนาเครื่องฝานกล้วยแบบ 2 ทิศทางแบบอัตโนมัติ Development of Two-way Putty Banana Slicer Auto-Machine

¹*สมชาย อินทหา, ¹ปิยะพล สีหาบุตร, ¹เจษฎ์ศิริ เกื้อนมูลละ, ¹ธน สุปัด และ ²พิพรรณ อินปลัด

¹Somchai Inthata, ¹Piyaphon Srihabutra, ¹Jetsiri Thuanmunla, ¹Thana Supad and ¹Pipat Inpalad

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

¹Faculty of Engineering, Rajabhat Maha Sarakham University

²KS Construction Khonkaen Ltd., Part.

*ผู้นิพนธ์หลัก: somchai.in@rmu.ac.th

*Corresponding author: somchai.in@rmu.ac.th

Received	Reviewed	Revised	Accepted
25/08/2022	17/10/2022	17/12/2022	30/12/2022

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาเครื่องฝานกล้วยแบบ 2 ทิศทาง ทั้งแนวตั้งและแนวนอน สามารถปรับความหนาของชิ้นกล้วยระหว่าง 3 - 10 มิลลิเมตร โดยทำการทดสอบที่ความเร็ว 180, 220 และ 240 รอบต่อนาที ตามลำดับ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกล้วยแปรรูป และลดเวลาในการทำงานให้เหมาะสมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่ม OTOP และชุมชน และแก้ปัญหาในการลดอุบัติเหตุมีดบาดอยู่บ่อยครั้ง จากผลการทดสอบการวัดประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องฝานกล้วยด้วยระบบป้อนอัตโนมัติในแนวนอน พบว่า ที่ความหนาของชิ้นกล้วย 3 มิลลิเมตร ความเร็วรอบที่มีร้อยละของเสียที่น้อยที่สุด คือ 240 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่ดีที่สุด มีปริมาณของเสียเท่ากับร้อยละ 12.36 และการวัดประสิทธิภาพของเครื่องฝานกล้วยในแนวตั้ง ที่ความเร็วรอบ 240 รอบต่อนาที ความหนาของกล้วย 10 มิลลิเมตร มีของเสียที่น้อยที่สุด คือร้อยละ 10.32 เครื่องฝานกล้วยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานฝานกล้วยในแนวนอนได้ประมาณ 5.18 เท่า และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในแนวตั้งได้ประมาณ 6.07 เท่า เมื่อเทียบกับแรงงานคน อีกทั้งยังมีอัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.25 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือคิดเป็นค่าไฟฟ้า 242.85 บาทต่อเดือน ต่อการใช้งาน 8 ชั่วโมง

คำสำคัญ: เครื่องฝานกล้วยในแนวนอน, เครื่องฝานกล้วยในแนวตั้ง, การวัดประสิทธิภาพการผลิต

Abstract

The purposes of this research were to develop the two-way putty banana slicer auto-machine with vertical and horizontal turret able to slice banana in thicknesses between 3 - 10 mm. The production efficiency was tested at cutting speed of 180, 220 and 240 rpm, respectively. This research was also aimed to improve work efficiency of processed bananas and reduce the working time and suitable for a community enterprise, OTOP group and village community and reduce often cut accidents. Experimental results show that the production efficiency of the longitudinally aligned banana slicer at the cutting speed of 240 rpm for slicing of 3 mm thicknesses performed the best cutting speed. The percentage of quality loss banana slices was 12.36. At the cutting speed of 240 rpm for slicing of 10 mm thicknesses, the production efficiency of the horizontally aligned banana slicer performed the lowest of percentage of quality loss banana slices that was 10.32. The banana slicer was increased work efficiency 5.18 times (horizontal axis) and 6.07 times (vertical axis) as compared to human performance. In addition, the average electrical consumption of the machine was 0.25 kWh or the cost of electricity in 8 hours was 242.85 bath/months.

Keyword: Longitudinal aligned banana slicer, horizontally aligned banana slicer, production efficiency testing

บทนำ

ประเทศไทยสามารถปลูกกล้วยได้ทั่วทุกภาคของประเทศ โดยวัตถุประสงค์ของการปลูกกล้วยจะมีอยู่ 2 ประเด็นหลัก คือ 1) การปลูกไว้รับประทานเอง (ปลูกหลังบ้าน) ส่วนใหญ่พื้นที่การเพาะปลูกจะไม่มากนัก มักปลูกเป็นพืชหลังบ้านไว้รับประทาน และใช้ประโยชน์จากส่วนอื่น ๆ ของกล้วย เช่น ใช้ใบตองมาห่ออาหาร ประเภทของกล้วยที่นิยมปลูก ได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม เป็นต้น 2) การปลูกเชิงการค้า ปัจจุบันมีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกกล้วยเชิงการค้ามากขึ้น เพื่อรองรับความต้องการของประเทศนำเข้าที่สำคัญอย่างญี่ปุ่น ซึ่งมีปริมาณความต้องการนำเข้าจากไทยในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก กล้วยที่นิยมปลูก ได้แก่ กล้วยไข่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม เป็นต้น (สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า, 2563; เบญจมาศ, ฉลองชัย และกัลยาณี, 2551)

ปัจจุบันการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่ม OTOP และชุมชน ยังพบอุปสรรคในการพัฒนาอยู่มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการผลิตที่ต้องใช้แรงงานคนมาก เช่น กระบวนการผลิตทำกล้วยฉาบต้องใช้แรงงานคนและมิดฝานเพื่อทำการฝานกล้วยให้เป็นชิ้นบาง ๆ จึงทำให้เกิดอุบัติเหตุ (มิดบาด) อยู่บ่อยครั้ง การควบคุมคุณภาพของการผลิตผล (ความหนาของกล้วย) อาจผิดพลาดขึ้นได้

หากมีตลาดเกิดขาดเสียรูปเนื่องจากการใช้งานและการกระทบกระเทือนที่อาจเกิดขึ้นได้จากการใช้งาน อีกทั้งการมีวัตถุดิบจำนวนมาก ก็จะใช้แรงงานคนมากขึ้นด้วย ซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานเพิ่มขึ้น หรือถ้าหากใช้แรงงานคนน้อยเกินไปก็จะทำให้ผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด

สมาคม TIA เมือง Catbalogan ประเทศฟิลิปปินส์ ได้มีการสนับสนุนรณรงค์ให้สมาคมแม่บ้านใช้เครื่องฝานกล้วยฉาบ ซึ่งมีจำนวนสมาชิก 24 คน พบว่ามีการสร้างรายได้จากเดิม 66.64 บาทต่อคน (100 เปโซฟิลิปปินส์) เพิ่มขึ้นเป็น 666.40 บาทต่อคน (1,000 เปโซฟิลิปปินส์) โดยใช้ระยะเวลาการทำงานเท่าเดิม (Bollido, & Cebu, 2020) จากสำรวจความต้องการร่วมกับสมาชิกชุมชนเศรษฐกิจพอเพียงบ้านเหล่าน้อย หมู่ที่ 10 ตำบลเขวาสินรินทร์ อำเภอมืองจังหวัดมหาสารคาม (ภาพที่ 1) ซึ่งมีประชากร 340 คน จำนวน 84 ครัวเรือน อาชีพหลัก คือ การทำนา อาชีพรอง คือ การปลูกพืชผัก กล้วย และเลี้ยงสัตว์ แต่มีสมาชิกกลุ่มในชุมชนเศรษฐกิจพอเพียง จำนวน 30 คน ดังนั้นผู้วิจัย จึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องฝานกล้วยฉาบแบบ 2 ทิศทางทั้งแนวตั้งและแนวนอน สามารถปรับความหนาของชิ้นกล้วยให้มีความหนาตามที่ต้องการได้ โดยมีขนาดความหนาประมาณ 3 - 10 มิลลิเมตร และกล้วยต้องผ่านการปอกเปลือกแล้ว เครื่องหั่นกล้วยนี้ต้องมีราคาไม่สูง ซึ่งเหมาะสมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่ม OTOP และชุมชนเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตในการเพิ่มผลผลิต และสามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชนอย่างน้อยเฉลี่ยวันละ 200-300 บาทต่อคน และประหยัดเวลาในการทำกล้วยแปรรูปแทนการใช้มือฝานกล้วยฉาบ

จากงานวิจัยเครื่องฝานกล้วยที่ใช้ใบมีดแบบจานหมุน 2, 3 และ 4 ใบ และใบมีดเป็นแบบตรงและแบบมีโค้งด้านหน้า ทดสอบที่ความเร็ว 100, 500 และ 1,000 รอบต่อนาที พบว่า การใช้ใบมีดแบบจานหมุน 4 ใบ ที่ความเร็วรอบ 1,000 รอบต่อนาที ทั้งแบบตรงและแบบมีโค้งด้านหน้า ให้ผลผลิตมากที่สุด และอัตราการสิ้นเปลืองของใบมีดแบบจานหมุน 2, 3 และ 4 ใบ ไม่มีนัยสำคัญซึ่งแตกต่างกันน้อยมาก (Thangdee, & Thangdee, 2019) และงานวิจัยเครื่องฝานกล้วยแบบโรตารี มีหลักการหมุนกล้วยเข้าหาใบมีด ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/2 แรงม้า (0.37 กิโลวัตต์) ความเร็วรอบที่ใช้เท่ากับ 100 - 800 รอบต่อนาที พบว่า ความเร็วที่เหมาะสม คือ 300-600 รอบต่อนาที ที่ทำให้ชิ้นกล้วยฝานมีความสมบูรณ์และสามารถได้ผลผลิต 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีร้อยละการสูญเสียเท่ากับ 3.4 และมีประสิทธิภาพร้อยละ 95.86 แต่ชิ้นกล้วยกระจัดกระจายเก็บยากขึ้น ต้องใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ในการผลิต (Athira, Cinu, & Haritha, 2015)

นักวิจัยอินเดียได้พัฒนาเครื่องฝานกล้วยแพลนเทน ซึ่งมีผลขนาดใหญ่ โดยเปลี่ยนใช้มอเตอร์ 3 เฟส (0.735 กิโลวัตต์) ความเร็วรอบที่ใช้ 360 รอบต่อนาที และใช้ใบมีดแบบจานหมุน 3 ใบ สามารถเพิ่มผลผลิตได้ 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความหนาของชิ้นกล้วยที่ได้ 2.00 ± 0.194 มิลลิเมตร ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 93-94 งบประมาณเครื่องเดิม 4,539 บาท (US 133.50) เพิ่มขึ้นเป็น 7,820 บาท (US 230) (Sonawane, Sharma, & Pandya, 2011)

ประเทศไนจีเรีย ออกแบบโดยใช้สายพานในการป้อนกล้วยแพลนเทน เข้าเครื่องสำหรับโรงงานมอเตอร์ไฟฟ้า 2 แรงม้า (1.49 กิโลวัตต์) สามารถได้ผลผลิต 1,026 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความหนาของชิ้นกล้วยที่ได้ 2.2 มิลลิเมตร ประสิทธิภาพร้อยละ 81.93 (Usman, & Bello, 2017)



ภาพที่ 1 ลงพื้นที่สำรวจความต้องการของสมาชิกชุมชนบ้านเหล่าน้อย

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาเครื่องผ่านกล้วยฉาบแบบ 2 ทิศทางแบบอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการแปรรูปกล้วย ลดอุบัติเหตุ เพิ่มรายได้ และลดความสูญเสียเวลาในการปฏิบัติงาน อีกทั้งยังเป็นทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่านกล้วยที่สร้างขึ้น ให้เหมาะสมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่ม OTOP และชุมชน

วิธีดำเนินการวิจัย

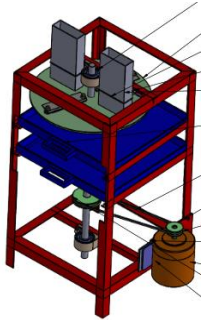
1. ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบวางแผน เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งาน โดยต้องมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และราคาต้องไม่สูง จากสำรวจความต้องการร่วมกับสมาชิกชุมชนเศรษฐกิจพอเพียง บ้านเหล่าน้อย หมู่ที่ 10 ตำบลเขวาสี อำเภอมือ จังหวัดมหาสารคาม จึงได้ศึกษาข้อมูลของเครื่องผ่านกล้วยที่มีขายในท้องตลาดและจากงานวิจัยที่ผ่านมา โดยการสร้างเครื่องเน้นทางด้านเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากสร้างเครื่องเพื่อทดแทนการผ่านกล้วยด้วยมือ และแก้ปัญหาการของชุมชนในการสร้างรายได้เพิ่มของชุมชน

2. ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องผ่านกล้วย

2.1 โครงสร้างของเครื่องผ่านกล้วยใช้โครงเหล็กฉาก 1 1/2 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร และเหล็กกล่อง 1x1 นิ้ว โดยมีขนาด กว้าง 40 x ยาว 40 x สูง 70 เซนติเมตร (ภาพที่ 2 ก) เพื่อให้มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้ง่าย

2.2 เลือกมอเตอร์ขนาด 1 เฟส กำลัง 1/3 แรงม้า (0.25 กิโลวัตต์) ใช้เป็นต้นกำลังโดยมีความเร็วรอบสูงสุด 1,450 รอบต่อนาที เนื่องจากเป็นมอเตอร์ที่ขนาดเล็กที่สุดที่สามารถให้ความเร็วที่สามารถผ่านกล้วยได้ และเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ทางด้านราคาที่จะต้องถูกที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ โดยผู้วิจัยอ้างอิงจากเครื่องผ่านกล้วยที่มีขายตามท้องตลาดและจากงานวิจัยที่ผ่านมา นอกจากนี้ยังติดตั้งตู้ควบคุมสามารถปรับความเร็วรอบได้ มีชุดป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร (ภาพที่ 2 ข)



(ก)



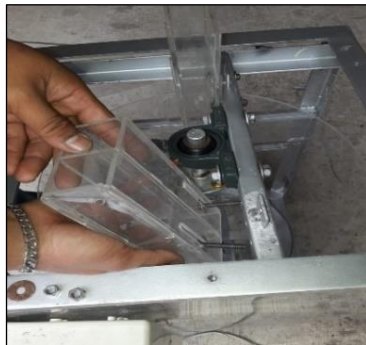
(ข)

ภาพที่ 2 โครงสร้างของเครื่องฝานกล้วย (ก) และชุดตู้ควบคุมสามารถปรับความเร็วรอบ (ข)

2.3 ชุดส่งกำลัง ประกอบด้วย พูลเลย์ขนาด 3 นิ้ว ไปขับพูลเลย์ตามขนาด 6 นิ้ว มีลิ้มล็อกพูลเลย์เพื่อไม่ให้ขยับได้

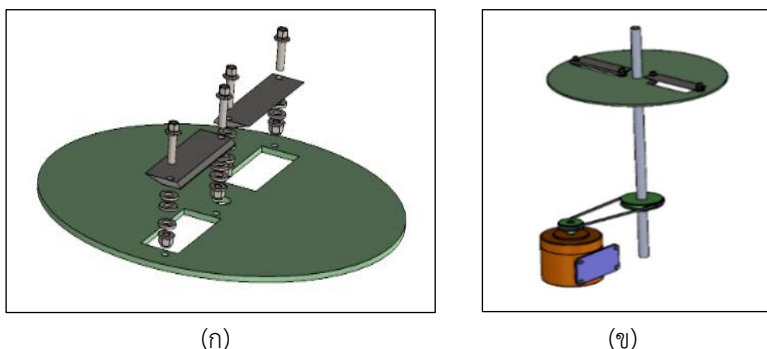
2.4 เฟลา ทำจากเหล็กเพลาดำ ขนาดของเฟลามีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว เฟลาจะยึดติดกับชุดใบมีดตัดกล้วย และชุดส่งกำลัง

2.5 ชุดป้องกันกล้วยและถาดรองกล้วย ใช้แผ่นอะคริลิก เพื่อให้มีน้ำหนักเบา และทำความสะอาดได้ง่าย ใช้สปริงขนาดรูใน 8 มิลลิเมตร ยาว 10 เซนติเมตร เป็นตัวควบคุมขาเหล็ก เพื่อป้องกันกล้วยเข้าสู่เครื่อง (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ชุดป้องกันกล้วยทั้งแนวตั้งและแนวนอน

2.6 ชุดใบมีด ได้เลือกใช้ใบมีดแบบจานหมุนแบบ 2 ใบมีดแบบตรงที่ทำมาจากสแตนเลส เนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้ให้ความเร็วรอบไม่สูงเท่ากับงานวิจัยที่ผ่านมา (Thangdee, & Thangdee, 2019) และมีชุดแหวนรองขนาด 1-10 มิลลิเมตร ให้เลือกใช้งาน และใช้น็อตสกรูเบอร์ 8 เพื่อยึดกับใบมีดและแหวนรองใบมีด (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ชุดใบมีด (ก) และชุดส่งกำลัง (ข)

3. การทำงานของเครื่องฟานกล้วยแบบ 2 ทิศทาง

หลักการทำงานของเครื่องฟานกล้วย โดยการป้อนกล้วยเป็นระบบป้อนแบบ 2 ทิศทาง ได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน ซึ่งจะถูกหย่อนผ่านช่องสำหรับป้อนกล้วยลงมายังแผ่นรองกล้วยที่อยู่ด้านล่างของใบมีดตัด ใบมีดจะหมุนเหวี่ยงกล้วย แล้วลอดผ่านช่องที่อยู่ด้านล่างใบมีดกล้วยจะตกลงมายังถาดที่เตรียมไว้ด้านล่างสำหรับรองกล้วย กล้วยที่ถูกตัดจะมีขนาด 3 มิลลิเมตร หากต้องการให้กล้วยมีความหนา มากกว่านี้ จะเพิ่มอุปกรณ์ขึ้นมา คือ แหวนรองที่อยู่ด้านล่างใบมีดซึ่งจะเพิ่มขนาดความหนาได้ถึง 10 มิลลิเมตร

4. การคำนวณหาระยะสายพาน

คำนวณค่า C จากสูตร (วริทธิ์ และชาญ, 2556)

$$C = d1 + 3d2 \quad (1)$$

L = ความยาวสายพาน (มิลลิเมตร) C = ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเพลาล้อสายพาน (มิลลิเมตร)

d1 = เส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานเล็ก (มิลลิเมตร) d2 = เส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพานใหญ่ (มิลลิเมตร)

5. การทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องฟานกล้วย

5.1 วัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องฟานกล้วยในแนวนอน เป็นร้อยละปริมาณของดีและของเสีย โดยเลือกที่ความหนาของกล้วย 3 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นที่นิยมในการแปรรูปกล้วยฉาบ และมีผลที่ดีต่อการหตั่วเมื่อนำไปทอด โดยอ้างอิงจากงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งใช้ความเร็วรอบ 180, 220 และ 240 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วที่น้อยสุด ค่ากลาง และความเร็วสูงสุด ของชุดมอเตอร์ที่เลือกใช้ โดยหาเฉลี่ยจากการทดสอบ 3 ค่า

5.2 วัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องฟานกล้วยในแนวตั้ง โดยเลือกใช้ความเร็วรอบที่มีร้อยละปริมาณของเสียที่น้อยที่สุดจากการทดสอบในแนวตั้ง และใช้ความหนาของกล้วย 3 มิลลิเมตร

(ใช้กับกล้วยผลทั่วไปที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร ขึ้นไป), 5 มิลลิเมตร (ใช้กับกล้วยผลเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 30 มิลลิเมตร) และ 10 มิลลิเมตร (ใช้กับกล้วยที่ผ่านในแนวตั้ง) ตามลำดับ โดยหาค่าเฉลี่ยจาก 10 ตัวอย่าง

5.3 การทดสอบการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของกล้วยแปรรูป โดยการเปรียบเทียบการผ่านกล้วยด้วยมือกับการใช้เครื่องผ่านกล้วยแบบ 2 ทิศทาง ซึ่งเก็บข้อมูลจากการผ่านกล้วยโดยกลุ่มแม่บ้านที่ผลิตกล้วยตากกล้วยขายที่มีความชำนาญในการผ่านกล้วยที่ทำเป็นประจำ

5.4 คำนวณหาอัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (หน่วย) และค่าไฟฟ้า (บาท)

5.5 การวิเคราะห์ต้นทุนในการสร้างเครื่องในเชิงเศรษฐศาสตร์

ผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบการวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องผ่านกล้วยในแนวนอน

ในการทดสอบต่อครั้ง เลือกใช้กล้วย 8 ลูก หรือคัต่อน้ำหนักประมาณ 500 กรัม ผลการทดสอบการวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องผ่านในแนวนอน ที่ความหนา 3 มิลลิเมตร โดยหาค่าเฉลี่ยจาก 3 ค่า และความเร็วรอบ 180, 220 และ 240 รอบต่อนาที ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องผ่านกล้วยแบบในแนวนอน

ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ปริมาณของเสีย		ปริมาณของดี		น้ำหนัก รวม (กรัม)
	น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละเฉลี่ย	น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละเฉลี่ย	
180	182.57±0.5	35.11	337.43±0.5	64.89	520±0.5
220	89.97±0.5	18.55	395.03±0.5	81.45	485±0.5
240	56.86±0.5	12.36	403.14±0.5	87.64	460±0.5

จากผลการทดสอบพบว่า ความเร็วรอบที่มีของเสียที่น้อยที่สุด คือร้อยละ 240 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่ดีที่สุด เนื่องจากความเร็วรอบที่สูง ทำให้ชิ้นตัวอย่างของกล้วยมีลักษณะค่อนข้างตรงและไม่ติดกับใบมีด ดังแสดงในภาพที่ 5 (ก) ซึ่งมีแนวโน้มเป็นไปทิศทางเดียวกันกับงานวิจัย (Thangdee, & Thangdee, 2019) ความเร็วที่สูงขึ้น จะได้ผลผลิตที่มากที่สุด แต่ความเร็วต้องให้เหมาะสมกับจำนวนใบมีดและลักษณะของใบมีดด้วย



(ก)



(ข)

ภาพที่ 5 ชิ้นตัวอย่างของฝานกล้วยในแนวนอน (ก) และในแนวตั้ง (ข)

2. ผลการทดสอบการวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องฝานกล้วยในแนวตั้ง

ในการทดสอบนี้จะเลือกใช้ปริมาณกล้วยตามข้อ 5.2 และเลือกใช้ความเร็วรอบที่มีของเสียที่น้อยที่สุด คือ 240 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่ดีที่สุด ใช้ในการวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องฝานกล้วยในแนวตั้ง ที่ความหนาของกล้วย 3, 5 และ 10 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยหาค่าเฉลี่ยจาก 10 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 2

จากผลการทดสอบพบว่า ที่ความเร็วที่ 240 รอบต่อนาที ความหนาของกล้วย 10 มิลลิเมตร มีร้อยละของเสียเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 10.32 เนื่องจากความหนาขึ้นกล้วยจึงทำให้มีการต้านทานแรงเฉือนที่ดีที่สุด ชิ้นตัวอย่างของกล้วยมีลักษณะค่อนข้างสวยงามสม่ำเสมอ ดังแสดงในภาพที่ 5 (ข) ซึ่งมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัย (Usman & Bello, 2017) ถ้าเพิ่มความหนาของชิ้นกล้วย จะทำให้ร้อยละของเสียลดลงตามลำดับ ชิ้นกล้วยมีความสม่ำเสมอมากขึ้น แต่ความเร็วต้องให้เหมาะสมกับจำนวนใบมีดและลักษณะของใบมีดด้วย

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของกำลังการผลิตของเครื่องฝานกล้วยในแนวตั้ง

ความหนาของ ชิ้นกล้วย (มิลลิเมตร)	ปริมาณของเสีย		ปริมาณของดี		น้ำหนัก รวม (กรัม)
	น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละเฉลี่ย	น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละเฉลี่ย	
3	136.85±0.5	28.51	343.15±0.5	71.49	480±0.5
5	60.69±0.5	12.26	432.83±0.5	87.44	495±0.5
10	43.34±0.5	10.32	376.66±0.5	89.68	420±0.5

3. ผลการทดสอบการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของกล้วยแปรรูป

เปรียบเทียบเครื่องฝานกล้วยกับแรงงานคน ที่ความเร็วรอบที่ 240 รอบต่อนาที ที่ความหนาของชิ้นกล้วย 3 มิลลิเมตร โดยกลุ่มแม่บ้านที่ผลิตภัณฑกล้วยฉาบขายที่มีความชำนาญในการฝานกล้วยที่

ทำเป็นประจำ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบเครื่องผ่านกล้วยกับแรงงานคน ความหนาของชั้นกล้วย 3 มิลลิเมตร

ลำดับ ครั้ง	น้ำหนักกล้วย (กรัม)	แรงงานคน (นาทีก)		เครื่องผ่านกล้วย (นาทีก)	
		ในแนวนอน	ในแนวตั้ง	ในแนวนอน	ในแนวตั้ง
1	500 (8 ลูก)	5.20	3.80	1.20	0.60
2	497 (8 ลูก)	5.60	4.20	1.00	0.70
3	498 (8 ลูก)	6.30	3.50	1.10	0.60
รวมเฉลี่ย		5.70	3.83	1.10	0.63

จากการทดลองพบว่า เวลาเฉลี่ยในการผ่านกล้วยในแนวนอนและในแนวตั้ง คัดต่อน้ำหนักประมาณ 500 กรัม (8 ลูก) เท่ากับ 1.10 และ 0.63 นาที ตามลำดับ โดยเครื่องผ่านกล้วยสามารถผ่านกล้วยได้สม่ำเสมอกว่าการใช้แรงงานคน กล่าวได้ว่า ในการผ่านกล้วยด้วยมือสามารถผ่านกล้วยในแนวนอนได้ 42.10 กิโลกรัมต่อวัน (คิดเวลาทำงานต่อวันเท่ากับ 8 ชั่วโมง) และผ่านกล้วยในแนวตั้งได้ 62.66 กิโลกรัมต่อวัน ถ้าใช้เครื่องผ่านกล้วยสามารถผ่านกล้วยในแนวนอนได้ 218.18 กิโลกรัมต่อวัน และในแนวตั้งได้ 380.95 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งการใช้เครื่องผ่านกล้วยสามารถเพิ่มผลผลิตการผ่านกล้วยในแนวนอนได้ประมาณ 5.18 เท่า และเพิ่มผลผลิตในแนวตั้งได้ประมาณ 6.07 เท่า

4. อัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (หน่วย) และค่าไฟฟ้า (บาท)

งานวิจัยนี้ใช้มอเตอร์ต้นกำลังขนาด 1 เฟส กำลัง 1/3 แรงม้า (0.25 กิโลวัตต์) ใช้งานต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง คิดค่าไฟฟ้าแบบประเภทที่ 1 บ้านพักอาศัย อัตราปกติปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือน คิดเป็นหน่วยละ 3.2484 บาท ค่าบริการ 38.22 บาท/เดือน และค่า $ft = -0.116$

การใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ - ชั่วโมง หรือหน่วย หรือยูนิต คำนวณได้จาก
ดังนั้น พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) $\times$ เวลา (ชั่วโมง) $\times$ 30 วัน
 $= 0.25 \times 8 \times 30 = 60$ หน่วยต่อเดือน

โครงสร้างค่าไฟฟ้า = ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่าบริการ + ค่าไฟฟ้าผันแปร (ft)
 $= (60 \times 3.2484) + (38.22) + (60 \times -0.116) = 226.96$ บาท

คิดเป็นเงิน = $226.96 \times$ ภาษีมูลค่าเพิ่ม (7%vat) = 242.85 บาทต่อเดือน

5. การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตในเชิงเศรษฐศาสตร์

พิจารณาค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องผ่านกล้วยแบบ 2 ทิศทาง โดยคำนวณได้จากต้นทุนคงที่ (Fixed cost) และต้นทุนแปรผัน (Variable cost) ดังนี้

5.1 ต้นทุนคงที่

5.1.1 สมการค่าเสื่อมราคา (Depreciation, DP) กรมบัญชีกลาง (2557) มีหลักเกณฑ์การคิดค่าเสื่อมราคาของครุภัณฑ์ทางการเกษตร มีอายุการใช้งาน 5 ปี และอัตราค่าเสื่อมราคาเท่ากับร้อยละ

20 ต่อปี ต้นทุนทรัพย์สิน (ราคาเครื่อง) = 5,610 บาท

5.1.2 ต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) ของเงิน เลือกใช้อัตราดอกเบี้ยของธนาคารพาณิชย์อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 2.5 ต่อปี

5.2 ต้นทุนแปรผัน

โดยจะพิจารณาไม่คิดค่าแรงงาน เนื่องจากสร้างเครื่องเพื่อทดแทนการหันด้วยมือ และแก้ปัญหาของชุมชน

5.2.1 ค่าบำรุงรักษา คิดเฉลี่ยวันละ 20 บาทต่อวัน ทำงาน 30 วัน จากการสอบถามชุมชนที่ใช้งานเครื่องจริง พบว่า ใน 1 เดือน จะมีการเปลี่ยนใบตัดจำนวน 1 ชุด ราคาชุดละ 350 บาท (ดังแสดงในตารางที่ 5) เท่ากับ 4,200 ต่อปี ซึ่งเพียงพอต่อการประเมินที่แสดงไว้

5.2.2 ค่าใช้จ่ายอัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า คิดเป็นเงิน = 242.85 บาทต่อเดือน หรือเท่ากับ 2,910.20 ต่อปี

5.2.3 ต้นทุนต่อหน่วยการผลิต เครื่องผ่านกล้วยฉาบแบบ 2 ทิศทาง สามารถผลิตได้ประมาณ 218 กิโลกรัมต่อวัน (ในแนวนอน) เครื่องทำงาน 300 วันต่อปี ได้ผลผลิต = 65,400 กิโลกรัมต่อปี หรือ 65.4 ตันต่อปี

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตในเชิงเศรษฐศาสตร์

ลำดับ	รายละเอียด	จำนวนเงิน	หน่วย
- ต้นทุนคงที่ (Fixed cost)			
1	ค่าเสื่อมราคา	$5,610 \times 0.2$	1,122.00
2	ต้นทุนค่าเสียโอกาสของเงิน	$5,610 \times 0.025$	140.25
	รวมต้นทุนคงที่ (1)+(2)		1,262.25 บาท/ปี
- ต้นทุนแปรผัน (Variable cost)			
3	ค่าบำรุงรักษา	$20 \times 30 \times 12$	7,200.00
4	ค่าพลังงานไฟฟ้า	242.85×12	2,910.20
	รวมต้นทุนแปรผัน (3)+(4)		10,114.20 บาท/ปี
5	ต้นทุนดำเนินงานรวม (1)+(2)+(3)+(4)		11,376.45 บาท/ปี
6	ต้นทุนต่อหน่วยการผลิต	$11,376.45 \div 65,400$	0.17 บาท/กิโลกรัม

5.2.5 ต้นทุนและกำไรต่อการผลิต ต้นทุนกล้วย 1 หวี เป็นเงิน 15 บาท หั่นแล้วแปรรูปเป็นกล้วยฉาบได้ 60 บาท หักค่าน้ำมันทอด ค่าไฟฟ้า ค่าบรรจุภัณฑ์ รวม 20 บาทต่อหวี เหลือกำไรประมาณ 25 บาทต่อหวี จากการทดลอง กำลังการผลิตกล้วยหั่นโดยใช้เครื่องประมาณ 2 นาทีต่อหวี (16 ลูก) ถ้าทำงานวันละ 8 ชั่วโมง จะได้ 240 หวีต่อวัน หักการสูญเสียร้อยละ 10 ดังนั้นจะได้ 216 หวีต่อวัน

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ต้นทุนและกำไรต่อการผลิต

ค่าแรงงาน	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	จำนวนรวม (บาท)
การลอกกล้วย ทอดกล้วย	8 คน	350 บาท	2,800
รายได้กำไรต่อวัน	216 หวี	25 บาท	5,400
กำไรคงเหลือเพิ่มขึ้น (2) - (1)			= 2,600 บาทต่อวัน
ดังนั้น รายได้รายวันต่อคน	350 ค่าแรง + (2,600 ÷ 8 คน)		675 บาท

อภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนาเครื่องผ่านกล้วยฉาบแบบ 2 ทิศทางแนวตั้งและแนวนอน พบว่า ความเร็วรอบที่มีร้อยละของเสียที่น้อยที่สุดคือ 240 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่ดีที่สุด ทำให้ชิ้นตัวอย่างของกล้วยมีลักษณะค่อนข้างตรงและไม่ติดกับใบมีด คิดเป็นร้อยละปริมาณของดีเท่ากับ 87.64 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (อนุรักษ์, 2562; ศุภธิกานต์, 2560) ที่มีความสม่ำเสมอของแผ่นกล้วย มีความสมบูรณ์มากกว่าร้อยละ 80 โดยเครื่องผ่านกล้วยสามารถผ่านกล้วยในแนวนอนได้ 218.18 กิโลกรัมต่อวัน และในแนวตั้งได้ 380.95 กิโลกรัมต่อวัน และสามารถเพิ่มผลผลิตให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่ม OTOP และชุมชน ทั้งการผ่านในแนวนอนและแนวตั้ง ซึ่งได้ผลผลิตมากกว่างานวิจัยที่ผ่านมา (สิทธิบุรณ์, วุฒิสักดิ์ และอริยะ, 2555) มีอัตราการสไลด์ 160 กิโลกรัมต่อวัน อีกทั้งเวลาเฉลี่ยในการผ่านกล้วยในแนวนอนและในแนวตั้งเท่ากับ 2.20 และ 1.26 นาทีต่อกิโลกรัม ตามลำดับ หรือสามารถเพิ่มผลผลิตการผ่านกล้วยในแนวนอนได้ประมาณ 5.18 เท่า และเพิ่มผลผลิตในแนวตั้งได้ประมาณ 6.07 เท่า เมื่อเทียบกับแรงงานคน ซึ่งส่งผลทำให้ลดเวลาการทำงานได้มากกว่างานวิจัยที่ผ่านมา (อติศักดิ์ และมัติ, 2558) ซึ่งเครื่องผ่านกล้วยทำกล้วยฉาบใช้เวลาในการทำงาน 67.04 นาทีนาที่ต่อกิโลกรัม และเครื่องสไลด์กล้วย (รัฐธรรมบุญ, อภิวัฒน์ และชนิษฐา, 2561) ใช้การทดลองกล้วย 1 กิโลกรัม ในแนวนอนใช้เวลาเฉลี่ย 5.30 นาที และการทดลองกล้วย 1 กิโลกรัม ในแนวตั้งใช้เวลาเฉลี่ย 4.38 นาที ยังมีอัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.25 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือคิดเป็นค่าไฟฟ้า 242.85 บาทต่อเดือน ต่อการใช้งาน 8 ชั่วโมง และมีต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมเท่ากับ 0.17 บาท นอกจากนี้ยังทำให้สมาชิกกลุ่มที่เข้ามาทำงานมีรายได้เพิ่มขึ้น 625 บาทต่อคน ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการเพิ่มรายได้

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเครื่องผ่านกล้วยฉาบแบบ 2 ทิศทาง ทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง พบว่าความเร็วรอบที่มีร้อยละของเสียที่น้อยที่สุด คือ 240 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่ดีที่สุด เนื่องจากความเร็วรอบที่สูง และที่ความเร็วที่ 240 รอบต่อนาที ความหนาของกล้วย 10 มิลลิเมตร มีร้อยละของเสียเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 10.32 เนื่องจากความหนาของชิ้นกล้วยจึงทำให้มีการต้านทานแรงเฉือนที่ดีที่สุด ซึ่งเป็นไปตามแนวโน้มจากงานวิจัยที่ผ่านมาคือ ในความเร็วรอบที่สูงขึ้น ทำให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น และถ้าเพิ่มความหนาของชิ้นกล้วย จะทำให้ร้อยละของเสียน้อยตามลำดับ ชิ้นกล้วยมีความสม่ำเสมอมากขึ้น แต่ความเร็วต้องให้เหมาะสมกับจำนวนใบมีดและลักษณะของใบมีดด้วย และเครื่องผ่านกล้วยมีอัตราการ

สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.25 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือคิดเป็นเงินค่าไฟฟ้าเท่ากับ 242.85 บาทต่อเดือน และเครื่องผ่านกล้วยสามารถเพิ่มผลผลิตการผ่านกล้วยในแนวนอนได้ประมาณ 5.18 เท่า และเพิ่มผลผลิตในแนวตั้งได้ประมาณ 6.07 เท่า เมื่อเทียบกับแรงงานคน

ปัญหาที่พบในงานวิจัยนี้ การออกแบบยังไม่ได้คำนึงถึงแรงสั่นสะเทือน และการคำนวณความแข็งแรงของโครงสร้าง และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรใช้สแตนเลสชนิดเกรด 304 ในการสร้างเครื่องผ่านกล้วยแทนการใช้แผ่นอะคริลิก หรืออาจจะศึกษาถึงจุดคุ้มทุน และสามารถดัดแปลงไปใช้กับวัตถุดิบอื่นได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์รัชทิน เมืองนาค คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคณนักรักศึกษาสาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม การผลิต ที่ช่วยในการทำการทดลอง และบุคลากรท่านอื่นที่ได้ให้การช่วยเหลือแนะนำอย่างดีมาตลอด

References

- เบญจมาศ ศิลาย้อย, ฉลองชัย แบบประเสริฐ และ กัลยาณี สุวิทวัส. (2551). *กล้วยใช้เศรษฐศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 2): คู่มือการปลูกและดูแล กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. (2563). *กลยุทธ์ปลูกกล้วยให้ได้ประโยชน์*. กระทรวงพาณิชย์. สืบค้นจาก <https://mgronline.com/smes/detail/9630000126929>
- รัฐธรรมนูญ เสขะกุล, อภิวัฒน์ ภิญญมุขสาพงษ์ และชนิษฐา สะเทียนรัมย์. (2561). *เครื่องสไลด์กล้วย*. ปริญญานิพนธ์ เทคโนโลยีบัณฑิต. บุรีรัมย์: คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ บุรีรัมย์.
- วิทธิ อิงภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. (2556). *การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 2* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น, บมจ.
- ศุทธิกานต์ คงคล้าย. (2560). *โครงการการเพิ่มศักยภาพการผลิตและการตลาดการแปรรูปกล้วยหอมทองปลอดสารพิษของกลุ่มผลิตภัณฑ์แปรรูปกล้วยหอมทองทุ่งควาวัด*. รายงานวิจัย. เชียงใหม่: คณะมหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- สิทธิบุรณ์ ศิริพรอัครชัย, วุฒิสักดิ์ กาวินัน และอริยะ แสนทวีสุข. (2555). เครื่องสไลด์กล้วยตามแนวยาวของผล. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 14(3), 17-28.
- อดิศักดิ์ ฤๅชา และมัติ ศรีหล้า. (2558). เครื่องผ่านกล้วยทำกล้วยฉาบ. *วารสารเกษตรพระวรุณ*, 12(1), 136-143.
- อนรรักษ์ มะโนมัย. (2562). การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเครื่องหั่นกล้วยฉาบมาใช้ในวิสาหกิจชุมชน. *วารสารบริหารธุรกิจอุตสาหกรรม*, 1(1), 51-61.

- Athira, A.S., Cinu, V., & Haritha, M. (2015). *Performance and evaluation of modified rotary banana slicer*. Project report, Bachelor of Technology in Agricultural Engineering. India: Technology Kerala Agricultural University.
- Bollido, M.E., & Cebu, E.H. (2020). Technology Impact Assessment of Banana Slicing Machine. *Journal of the Austrian Society of Agricultural Economics*, 16(06), 159-167.
- Sonawane, S.P., Sharma G.P., & Pandya A.C. (2011). Design and development of power operated banana slicer for small scale food processing industries. *Research in Agricultural Engineering*, 57, 144–152.
- Thangdee, D., & Thangdee, S. (2019). The effect of blade type and speed to the bananas plant chopping machine (pp 1755-1315). In *the 12th TSAE international conference IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. Chonburi, Thailand.
- Usman, M.B., & Bello, I.T. (2017). Development of an Automated Plantain Slicing Machine. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 8(10), 1390-1407.