Agric. Sci. Innov. J. 55 : 1 (Suppl.) : 27 - 30 (2024) ว. วิทย. นวัต. กษ. 55 : 1 (พิเศษ) : 27 - 30 (2567)

การสร้างและประเมินผลเครื่องฝานกล้วยระบบการป้อนด้วยข้องอลด
Fabrication and Evaluation of Banana Slicing Machine by Reducing Elbow Connector

อภิรมย์ ชูเมฆา[1] สถาพร วีระสุนทร[2] และดลหทัย ชูเมฆา[3]
Apirom Chumeka [1], Sathaporn Veerasoonthorn [2] and Dolhathai Chumeka [3]

Abstract

This research were to fabricate and evaluate the banana slicing machine by reducing elbow feeding for preparing banana chip. The methodology included of design and fabrication, testing and improvement, evaluation and engineering economic analysis. The machine consisted of 6 parts: 1) a steel structure had 600 mm width×620 mm length× 580 mm height 2) feeding part was 2 channels of 90° reducing elbow, inlet and outlet diameter 60.5 and 48.6 mm, respectively 3) slicing part was a dish, installed 2 stainless steel blades and adjustment pad that used for adjusted banana chip thickness 4) body frame was cylindrical that used to cover slicing part 5) support tray rack 6) a 0.5 hp, 220 V electric motor transmitted power through to 1:40 reduction gear and pulley. 5 levels of slicing speed (120, 140, 160, 180 and 200 rpm) were studied. Indicated factors were slicing efficiency, capacity and slicing loss percentage. Comparison testing with manual labor and economic analysis were evaluated. The results showed that the suitable working condition at 160 rpm of slicing speed indicated the high efficiency and capacity of 83.70±3.64 % and 460.13±11.34 kg/h, respectively. The capacity of this machine higher than manual method approximately 9 times. Moreover the percentage of loss was smallest 13.91±2.90 %. Engineering economic analysis revealed that renting the machine at the rate of 2 baht/kg would give breakeven point 4,140 kg/year and payback period in 2 month.

Keywords: slicing, banana, machine

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อสร้างและทดสอบเครื่องฝานกล้วยด้วยระบบการป้อนแบบข้องอลด ซึ่งออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อช่วยเตรียมแผ่นกล้วย วิธีการศึกษาประกอบด้วย การออกแบบและสร้างเครื่อง การทดสอบปรับปรุงแก้ไข การประเมินผลเครื่องและการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เครื่องประกอบด้วย 1) โครงเครื่องมีขนาด ความกว้าง×ความยาว×ความสูง 600×620×500 มม. 2) ชุดป้อน เป็นช่องป้อนแบบข้องอลด 90° ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางเข้าและทางออก 60.5 และ 48.6 มม. ตามลำดับ 3) ชุดฝาน เป็นจานกลมติดตั้งใบมีดสแตนเลส จำนวน 2 ใบ และแผ่นปรับระยะความหนาของแผ่นกล้วย 4) ตัวเครื่อง เป็นทรงกระบอกใช้ครอบป้องกันแผ่นกล้วยกระเด็น 5) ชั้นวางถาดรองรับ 6) ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 0.5 แรงม้า 220 โวลต์ ถ่ายทอดกำลังผ่านเกียร์ทดขนาด 1:40 และสายพานมู่เล่ โดยมีปัจจัยศึกษา คือความเร็วรอบของการฝาน 5 ระดับ 120, 140, 160, 180 และ 200 รอบต่อนาที ค่าชี้ผลการศึกษา ได้แก่ ประสิทธิภาพของการฝาน ความสามารถในการฝาน และร้อยละความสูญเสียของการฝาน เปรียบเทียบกับแรงงานคน และวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ผลการศึกษาพบว่า สภาวะการทำงานของเครื่องฝานที่เหมาะสม ที่ระดับความเร็วรอบ 160 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพของการฝานและความสามารถในการฝานสูงที่สุดเท่ากับ 83.70±3.64 เปอร์เซ็นต์ และ 460.13±11.34 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ โดยมีค่าความสามารถในการฝานมากกว่าแรงงานคนประมาณ 9 เท่า (แรงงานคนสามารถฝานกล้วยได้ 47.7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง) และมีค่าร้อยละความสูญเสียของการฝานต่ำที่สุดเท่ากับ 13.91±2.90 เปอร์เซ็นต์ ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่า ถ้าให้เช่าเครื่องฝานกล้วยในราคา 2 บาทต่อกิโลกรัม มีจุดคุ้มทุนที่ 4,140 กิโลกรัมต่อปี และระยะเวลาในการคืนทุน 2 เดือน

คำสำคัญ: การฝาน กล้วย เครื่อง

[1] ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110
[1] Department of Industrial Education , Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, PathumThani 12110
[2] สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร 10220
[2] Program in Mechanical Technology , Faculty of Industrial Technology , Phranakhon Rajabhat University, Bangkok 10220
[3] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110
[3] Department of Agricultural Engineering , Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, PathumThani 12110

คำนำ

กล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum* L.) จัดเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีคุณประโยชน์สูง เส้นใยในกล้วยน้ำว้าช่วยเพิ่มกากอาหารให้กับลำไส้ วิตามินบี1, บี2. เร่งการเผาผลาญ วิตามินบี6 ช่วยเสริมภูมิคุ้นกันโรค ส่วนแร่ธาตุแมกนีเซียม และโพแทสเซียม ซึ่งช่วยป้องกันโรคความดันโลหิต ตลอดจนเซโรเทนิน ลดภาวะหงุดหงิด ช่วยให้นอนหลับสบาย สามารถผลิตผลกล้วยออกสู่ตลาดได้ตลอดทั้งปี บำรุงรักษาง่ายและมีต้นทุนการผลิตต่ำ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) สามารถบริโภคผลสด และนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากกล้วยน้ำว้า ซึ่งอยู่ในรูปสินค้าสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOPs) และสินค้า GI (Geographical Indication) เป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ เช่น กล้วยฉาบ นิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย โดยกรรมวิธีในการแปรรูปกล้วยฉาบนั้น ต้องผ่านขั้นตอนการปอกเปลือกออกหมด แช่ผลกล้วยลงในน้ำเกลือหรือน้ำมะขามเปียก เพื่อป้องกันผลกล้วยมีสีดำ จากนั้นฝานให้เป็นแผ่นบางก่อนนำไปทอดในน้ำมัน และคลุกกับน้ำตาล แต่การฝานกล้วยจำเป็นต้องอาศัยแรงงานคนที่มีความชำนาญ เนื่องจากเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการใช้ของมีคม มีผลให้ได้ผลผลิตในปริมาณต่ำ ไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด และเมื่อปฏิบัติงานเป็นเวลานานจะส่งผลให้ร่างกายเกิดความเมื่อยล้า อีกทั้งยังประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงาน และค่าแรงงานสูง จึงต้องนำเครื่องจักรกลมาใช้ช่วยงาน ทดแทนแรงงานคน เครื่องฝานกล้วยที่มีใช้งานในปัจจุบัน เช่น เครื่องฝานกล้วย (ชุมพล และคณะ, 2559) เครื่องสไลด์กล้วยตามแนวยาวของผลกึ่งอัตโนมัติ (สิทธิบูรณ, 2559) เครื่องฝานกล้วยทำกล้วยฉาบ (อดิศักดิ์ และมัติ, 2558) ยังพบปัญหาเรื่องการป้อนกล้วยแบบต่อเนื่อง โดยไม่ต้องปิดเครื่อง หยุดการทำงานแล้วบรรจุผลกล้วยลงช่องป้อน จากปัญหาดังกล่าว จึงได้ทำการสร้างเครื่องฝานกล้วยระบบการป้อนด้วยข้องอลด เพื่อให้ได้การทำงานแบบต่อเนื่อง เพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องฝานกล้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การออกแบบ และสร้างเครื่องฝานกล้วย

นำข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการแปรรูปและลักษณะทางกายภาพของผลกล้วยน้ำว้าสด ที่ระดับความสุกแก่ 60-70% มาใช้ในออกแบบ และสร้างเครื่องฝานกล้วย โดยเครื่องมีส่วนประกอบ 6 ส่วน คือ โครงเครื่อง ชุดป้อน ชุดฝาน ตัวเครื่อง ชั้นวางถาดรองรับ และต้นกำลัง

2. การทดสอบ และประเมินผลการทำงานของเครื่องฝานกล้วย

นำผลกล้วยน้ำว้าสด ที่ระดับความสุกแก่ 60-70% โดยผิวของเปลือกจะมีสีเขียว และผลไม่มีเหลี่ยม ซึ่งเหมาะสำหรับแปรรูป ที่ผ่านขั้นตอนการปอกเปลือกแล้ว มาทำการชั่งน้ำหนัก จากนั้นป้อนเข้าสู่เครื่องฝานกล้วย โดยมีปัจจัยศึกษาคือ ความเร็วรอบของการฝานแตกต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 120, 140, 160, 180 และ 200 รอบต่อนาที ความเร็วรอบละ 20 ผล จำนวน 5 ซ้ำต่อความเร็วรอบ บันทึกเวลา กระแสไฟฟ้า ประเมินคุณภาพแผ่นกล้วย ชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณค่าชี้ผลคือ ประสิทธิภาพของการฝาน ความสามารถในการฝาน และร้อยละความสูญเสียของการฝาน ตามสมการที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ เปรียบเทียบการทำงานของเครื่องกับแรงงานคน

$$\text{ประสิทธิภาพของการฝาน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักแผ่นกล้วยดี (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักผลกล้วยทั้งหมด (กรัม)}} \quad (1)$$

$$\text{ความสามารถในการฝาน (กก./ชม.)} = \frac{\text{น้ำหนักแผ่นกล้วยที่ฝานได้ (กิโลกรัม)}}{\text{เวลาที่ใช้ในการฝานผลกล้วย (ชั่วโมง)}} \quad (2)$$

$$\text{ร้อยละความสูญเสียของการฝาน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักแผ่นกล้วยเสีย (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักผลกล้วยทั้งหมด (กรัม)}} \quad (3)$$

3. **การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม**

ประเมินต้นทุน ค่าใช้จ่าย เพื่อวิเคราะห์จุดคุ้มทุน และระยะเวลาในการคืนทุน (วันชัย และชอุ่ม, 2538)

ผลการทดลอง

1. การออกแบบและสร้างเครื่องฝานกล้วย

จากลักษณะทางกายภาพของกล้วยน้ำว้าสด ที่ระดับความสุกแก่ 60-70% พบว่ากล้วยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 34.80±0.70 มิลลิเมตร และน้ำหนัก 67.92±6.75 กรัม จึงออกแบบและสร้างเครื่องดังนี้

โครงเครื่อง เป็นสแตนเลสมีขนาดความกว้าง×ความยาว×ความสูง เท่ากับ 600 มม.×620 มม.×580 มม.

ชุดป้อน เป็นช่องป้อนแบบข้องอลด 90° ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางเข้า และ ทางออก 60.5 มม. และ 48.6 มม. ตามลำดับ ใช้ป้อนและบังคับการเคลื่อนที่ของกล้วยเมื่อถูกฝาน จำนวน 2 ชิ้น ติดตั้งตำแหน่งตรงกันข้าม เชื่อมติดแผ่นฝาครอบ

ชุดฝาน เป็นจานกลมและเจาะช่องสี่เหลี่ยมในตำแหน่งตรงกันข้ามสำหรับติดตั้งใบมีดและแผ่นปรับความหนาของกล้วย ลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม ด้านข้างเชื่อมยึดหูช้าง เพื่อร้อยสตัดเกลียว ล็อกขนาดความหนาด้วยน๊อต ฝั่งละ 1 ชุด เพื่อให้ได้ขนาดความหนาของแผ่นกล้วยตามต้องการ แทนการยึดใบมีด

ตัวเครื่อง เป็นทรงกระบอกใช้ครอบป้องกันแผ่นกล้วยกระเด็น ภายในตัวเครื่องติดตั้งจานกลม ด้านล่างของจานกลมเชื่อมติดกับปลายแกนเพลา ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งของแกนเพลาติดตั้งมู่เล่ และตลับลูกปืนบนแกนเพลา มีมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 0.5 แรงม้า และเกียร์ทดขนาด 1:40 ส่งกำลังไปยังสายพาน และมู่เล่ เพื่อขับเคลื่อนจานกลมให้หมุนเป็นวงกลมในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ชั้นวางถาดรองรับเป็นแผ่นสแตนเลสเชื่อมยึดติดกับโครงเครื่องสำหรับวางถาดรองรับแผ่นกล้วยที่ผ่านการฝานมีจำนวน 2 ฝั่งใต้จุดป้อนกล้วยตรงข้องอลด

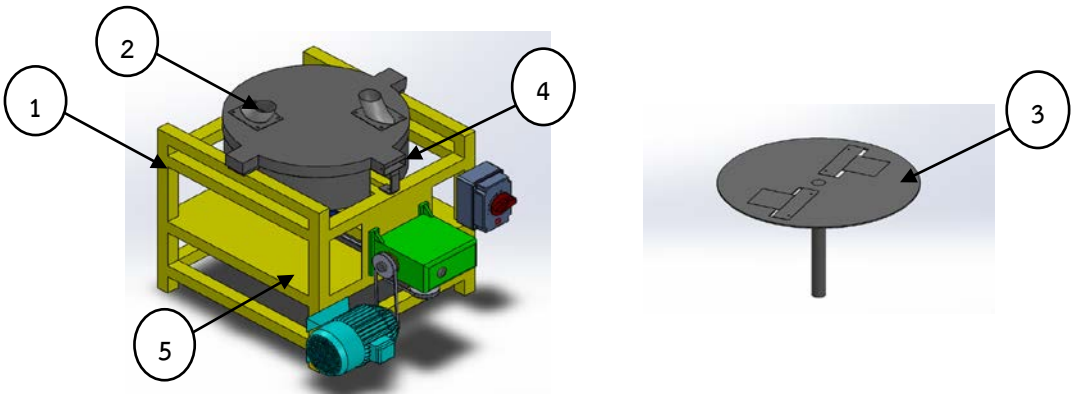

Figure 1 Machine (1) structure (2) feeding part (3) slicing part (4) body frame (5) support tray

2. การทดสอบ และประเมินผลการทำงานของเครื่องฝานกล้วย

ผลการทดสอบ และประเมินผลการทำงานของเครื่องฝานกล้วย แสดงค่าตาม Table 1 และ เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของเครื่องกับแรงงานคน ให้ผลดัง Table 2

Table 1 Working conditions of the machine as affected on different slicing speed

Cultivar	Slicing speed (rpm)	Performances		
		Efficiency (%)	Capacity (kg/h)	Slicing loss (%)
Nam Wa	120	68.74±7.35	266.49±40.33	27.92±6.65
	140	75.38±3.29	408.97±37.29	21.60±2.74
	160	83.70±3.64	460.13±11.34	13.91±2.90
	180	78.87±3.68	440.59±28.19	25.15±3.85
	200	73.07±2.37	435.22±8.84	25.49±1.43

Table 2 Machine performance comparing with labor

Type	Capacity (kg/h)
Machine	460.13±11.34
Labor	47.7

3. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่ามีจุดคุ้มทุน และระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่อง ดัง Table 3

Table 3 Engineering economic analysis

Breakeven point (kg/h)	Payback period (year)
4,140	0.17

วิจารณ์ผล

ค่าประสิทธิภาพของเครื่องมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของการฝาน และที่ความเร็วรอบของการฝาน 180 และ 200 รอบต่อนาที ค่าประสิทธิภาพการฝานมีค่าลดลง โดยที่ความเร็วรอบทั้ง 2 ระดับนี้ แสดงค่าประสิทธิภาพการฝานเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องมาจาก เมื่อความเร็วรอบของการฝานสูงจนเกินไป จะส่งผลให้เครื่องสั่น มีผลให้แผ่นกล้วยเสีย จึงเป็นเหตุให้ค่าประสิทธิภาพการฝานลดลง และร้อยละความสูญเสียของการฝานสูงขึ้น

สรุป

สภาวะการทำงานที่ดีที่สุดของเครื่องฝานกล้วยระบบการป้อนด้วยข้องอลดคือ ที่ระดับความเร็วรอบของการฝานเท่ากับ 160 รอบต่อนาที แสดงค่าประสิทธิภาพ และความสามารถในการทำงานของเครื่องสูงที่สุด เท่ากับ 83.70±3.64 % และ 460.13±11.34 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ รวมถึงให้ค่าร้อยละความสูญเสียของการฝานต่ำที่สุดคือ 13.91±2.90 % เครื่องสามารถทำงานได้มากกว่าแรงงานคนประมาณ 9 เท่า โดยแรงงานคนฝานกล้วยด้วยมือได้ 47.7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีจุดคุ้มทุนของเครื่องที่ 4,140 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และระยะเวลาในการคืนทุน 0.17 ปี หรือ 2 เดือน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในความเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือ ตลอดจนสถานที่สำหรับทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2547. กล้วยน้ำว้า. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.agrimedia.agritech.doae.go.th/book/book-praeroob/fd050.pdf. (9 มีนาคม 2561).

ชุมพล ปทุมาเกสร, อภิรมย์ ชูเมฆา, ดลหทัย ชูเมฆา, ธาริต เทียนเวช และกันยา แก้วมุณี. 2559. การสร้างและประเมินผลเครื่องฝานกล้วย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 47 (3 พิเศษ): 455-458.

วันชัย ริจิรวนิช และชอุ่ม พลอยมีค่า. 2538. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร. 350 น.

สิทธิบูรณ ศิริพรอัครชัย. 2559. เครื่องสไลด์กล้วยตามแนวยาวและขวาง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: www.researchgate.net/publication/309506646. (12 เมษายน 2560).

อดิศักดิ์ ฤาชา และมัติ ศรีหล้า. 2558. เครื่องฝานกล้วยทำกล้วยฉาบ. วารสารเกษตรพระวรุณ 12 (2): 136-143.