

ออกแบบและสร้างเครื่องหั่นหน่อไม้ดองแบบเส้นและแบบแผ่น

Design and Fabrication of a Strip and Slice Pickled Bamboo Shoot Slicing Machine

บัณฑิต อินทรีย์มีศักดิ์^{1*} และพิพัฒน์ เลิศโกวิท²

Bundit Inseemeeasak^{1*} and Pipat Lertkowitz²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

85/1 หมู่ที่ 2 ถนนแจ้งวัฒนะ ตำบลบางตลาด อำเภอปากเกร็ด นนทบุรี 11120

²สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี

248 ซอยเพชรเกษม 110 ถนนเพชรเกษม แขวงหนองค้างพลู เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร 10160

ผู้พิมพ์ประสานงาน : Bundit086@hotmail.com*

บทคัดย่อ งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องหั่นหน่อไม้ดองแบบเส้นและแบบแผ่น โดยพบว่าเกษตรกรมีปัญหาในขั้นตอนของการผลิต จากการหั่นหน่อไม้ที่ใช้เวลานานและอันตราย โดยเกษตรกรจะมีอุปกรณ์ที่ใช้คือ มีด ซึ่งทำให้เกิดอันตรายได้จากคมของมีด การออกแบบโครงสร้างและชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรด้วยโปรแกรม SolidWork เครื่องจักรจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 2 ตัว มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 1 ขนาด 0.5 แรงม้า 3 เฟส 220 โวลต์ ที่ 1450 รอบต่อนาที ใช้สำหรับหมุนจานใบมีด มอเตอร์ไฟฟ้าตัวที่ 2 เป็นมอเตอร์เกียร์ขนาด 0.5 แรงม้า 3 เฟส 220 โวลต์ อัตราทด 1:70 หรือ 20 รอบต่อนาที ใช้สำหรับหมุนสายพานลำเลียง (Modular Belt) และมีอินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วรอบ

จากผลการทดสอบด้วยการหั่นหน่อไม้ 10 กิโลกรัม จากแรงงานคนทั้งหมด 5 คน ได้ค่าเฉลี่ยที่เวลา 62.08 นาที เปรียบเทียบผลทดสอบด้วยการหั่นหน่อไม้จากเครื่องหั่นหน่อไม้ โดยกำหนดอัตราความเร็วรอบของใบมีดตัดที่ 400, 500, 600, 700, 800 รอบต่อนาที และผลการทดสอบการหั่นหน่อไม้จากเครื่องแยกออกเป็น 2 ส่วน คือหั่นแบบเส้นหนา 3 มิลลิเมตร ได้คุณภาพดีที่สุดที่ความเร็วรอบของใบมีดตัด 700 รอบต่อนาที ใช้เวลา 20.44 นาที และการหั่นแบบแผ่นหนา 2 มิลลิเมตร ได้คุณภาพดีที่สุดที่ความเร็วรอบของใบมีดตัด 800 รอบต่อนาที ใช้เวลา 25.31 นาที

คำสำคัญ: เครื่องหั่นหน่อไม้, มอเตอร์, หน่อไม้ป๊อป

Abstract The research aims to design and fabrication of a strip and slice pickled bamboo shoot slicing machine which is the agriculturist have problems in the production process. It took a lot of time and was dangerous while slicing bamboo from the sharpness of a knife. The principle of this projected was design and construct all component of the machine with a Solid work simulation program. The machine includes 2 sets of AC.Motor, 0.5 hp.,220 Vac 1450 rpm. to drive knife blade rotor, and the second motor was Electrical Gear

Motor, 0.5 hp., 220 vac. with the ratio 1:70 or 20 rpm. to drive conveyor modular belts with a set of inverter to control speed.

The results show that capable of slicing 10 kg. of bamboo shoot with human labor at average time of 62.08 minutes compared with bamboo shoot slicing machine intend speed of knife edge at 400, 500, 600, 700, 800 rpm respectively. The test from machine separated in 2 parts, first slice in noodle shape of 3 mm. thick, the best quality was at 700 rpm. with average time of 20.44 minutes and slice in sheet shape of 2 mm. thick, the best quality was at 800 rpm. with average time of 25.31 minutes

Keywords: Bamboo Shoot Slicing machine, Motor, Pickled Bamboo Shoot

1. บทนำ

จากสภาวะปัจจุบัน เกษตรกรยังมีปัญหาเรื่องการตลาด หน่อไม้สดบางส่วนต้องนำไปแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า และยังเป็นภาระของเกษตรกรอีกด้วย แต่ในขั้นตอนของการผลิตนั้น มักจะประสบปัญหาการหั่นหน่อไม้ โดยเกษตรกรจะใช้มือในการหั่นหน่อไม้ อุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ มีด ซึ่งทำให้เกษตรกรเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง ในขณะที่ทำงาน คือ การโดนมีดบาด เพราะยังไม่มีเครื่องมือหั่นหน่อไม้ โดยวิธีการแปรรูปของเกษตรกร คือ การหั่นเป็นชิ้นบางๆ แล้วนำหน่อไม้ที่หั่นแล้วใส่ในภาชนะ เช่น ถาด โอ่งน้ำ โห่ หรือภาชนะอื่นๆที่หาได้ในท้องถิ่น [1]

การผลิตหน่อไม้ดองนั้น โรงงานที่ผลิตจะทำการผลิต 1 ครั้งต่อปี ช่วงระยะเวลา 3 เดือน ปริมาณการแปรรูปใน 1 วัน ใช้หน่อไม้ 6 ตัน ใน 1 ปี ผลิตได้ทั้งหมดประมาณ 100,000 ปีก ไม้ไฟที่นำมาทำการแปรรูปนั้นมี 3 ชนิด ได้แก่ ไม้บง ไม้รวก ไม้ฉนวน ซึ่งราคาของไม้บงอยู่ที่ 20-30 บาทต่อกิโลกรัม ไม้รวก อยู่ที่ 20-30 บาทต่อกิโลกรัม ไม้ฉนวน อยู่ที่ 8-9 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งราคาดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของการผลิตจำนวนมากหรือน้อยของหน่อไม้แปรรูปด้วย ในจังหวัดสุพรรณบุรี มีโรงงานผลิตหน่อไม้แปรรูปขนาดใหญ่จำนวน 5 โรงงาน คือ 1. โรงงานไทยวิวัฒน์ 2. โรงงานสม

ไทยพาณิชย์ 3. โรงงานขงเจริญ 4. โรงงานหน่อไม้เสียด 5. อุดมทรัพย์ (ขก)

กระบวนการผลิตหน่อไม้แปรรูปนั้น จะใช้เวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง เชื้อเพลิงที่ใช้ในการต้มคือ ฟืน และกักเก็บใส่ปี๊บเป็นเวลา 3 ปี ต้นทุนในการผลิตนั้นจะอยู่ที่ 350 บาทต่อปี๊บ ราคาจำหน่ายจะอยู่ที่ 500 - 550 บาทต่อปี๊บ ค่าขนส่งเพื่อนำไปจำหน่ายอยู่ที่ 10-15 บาทต่อปี๊บ ผู้วิจัยทำการทดลองเครื่องหั่นหน่อไม้ดองที่โรงงานหน่อไม้เสียด โดยสามารถลดเวลาและเพิ่มผลผลิตมากขึ้น รวมถึงการประหยัดแรงงานคนอีกด้วย

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หน่อไม้

หน่อไม้เป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่หารายได้กับเกษตรกร ขณะนี้เกษตรกรนิยมปลูกกันมากและสามารถทำหน่อไม้ส่งออกฤดูกาลได้ ทำให้มีราคาสูงในการแปรรูปหน่อไม้ก็มีหลากหลายวิธีด้วยกัน ที่สำคัญสามารถทำการแปรรูปเก็บไว้บริโภคได้นาน ไม่เน่าเสียง่าย ที่เรียกว่า หน่อไม้ดอง ซึ่งสามารถนำหน่อไม้มาทำการปอกเปลือก และล้างให้สะอาดหลังจากนั้นให้สับหรือหั่นหน่อไม้บางๆ หรือสับให้เป็นเส้นๆ แล้วนำหน่อไม้ไปแช่น้ำสะอาดในภาชนะที่สะอาดเช่นกัน และทำการปิดฝาให้มิดชิดกันแมลงหรือสิ่งแปลกปลอมตก

ลงไปทิ้งไว้ 1 คืน จึงคัดขึ้นมาสะอาดและนำเกลือเม็ดมาละลายกับน้ำต่างหากที่เตรียมเอาไว้ นำหน่อไม้ที่สะอาดแล้วมาเคล้ากับแป้งให้ทั่ว จึงเอาอัดลงในบีบให้เต็ม เสร็จแล้วเทน้ำเกลือที่เตรียมไว้ลงไปให้ท่วมหน่อไม้ เกล็ดกลับใส่น้ำส้มสายชูลงไปด้วยเพื่อให้หน่อไม้ขาวสายน่ารับประทาน เสร็จแล้วปิดให้มิดชิดหมักเอาไว้ 2 อาทิตย์ ก็จะได้หน่อไม้ดอง [2] ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 หน่อไม้บีบ

2.2 การคำนวณกำลังของมอเตอร์

กำลังของมอเตอร์สามารถคำนวณได้จากแรง (F) หน่วยเป็นนิวตัน ที่กระทำสัมผัสกับเพลาลูกหมุนด้วยความเร็วรอบ (n) หน่วยเป็นรอบต่อวินาที ขณะที่เพลาลูกหมุนไป 1 รอบสามารถหาค่ากำลังของมอเตอร์ได้จากสมการที่ (1) [3-4]

$$P = \frac{2\pi Tn}{60} \quad (1)$$

เมื่อ P คือ กำลังงาน (W)

T คือ แรงบิด (Nm)

n คือ อัตราเร็วรอบ (rpm)

การคำนวณหาค่าแรงบิด (ทอร์ก) สามารถหาได้จากสมการที่ (2)

$$T = F \times r \quad (2)$$

เมื่อ r คือ ค่ารัศมีของเพลามอเตอร์ (m)

คำนวณหาค่าแรงจากสมการที่ (3)

$$F = m \times g \quad (3)$$

คำนวณหาความเร็วรอบของมอเตอร์จากสมการที่ (4) ถึง (6)

$$N_s = (120 f) / P \quad (4)$$

$$S = (N_s - N_r) / N_s \quad (5)$$

$$N_r = (1 - S) N_s \quad (6)$$

การคำนวณหาแรงบิดของมอเตอร์จากสมการที่ (7)

$$T = \frac{9.5488(P)}{N_r} \quad (7)$$

เมื่อ N_r คือ ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)

N_s คือ ความเร็วรอบของสนามแม่เหล็กหมุน หรือเป็นความเร็วรอบของมอเตอร์ในอุดมคติ ความเร็วนี้จะมีค่าใกล้เคียงกับความเร็วรอบขณะไม่มีโหลด

S คือ สลิป (Slip) อัตราของความแตกต่างระหว่างความเร็วรอบของสนามแม่เหล็กหมุนกับความเร็วรอบของมอเตอร์ต่อความเร็วของสนามแม่เหล็กหมุน

f คือ ความถี่ของระบบไฟฟ้า (Hz)

P คือ จำนวนขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ (Pole)

2.3 ใบมีดตัด

ลักษณะของคมมีดตัดที่ใช้กันในการตัดเฉือน โดยทั่วไปแล้วจะมีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับประเภทหรือลักษณะการใช้งานจะตัดเฉือนวัสดุที่มีความแข็งมากหรือน้อยเพียงใดเป็นโลหะหรือไม่ใช่โลหะ แต่สำหรับมีดที่จะนำมาใช้สำหรับการตัดเฉือนพลาสติกชนิดขุนนี้ ซึ่งไม่มีความแข็งแรงเหมือนกับโลหะแต่มีความเหนียว จึงสามารถเลือกที่จะใช้วัสดุคมมีดตัดที่เป็นลักษณะคมมีด

แผ่นบางๆ เหมือนกับพื้นเลื้อยแต่สำหรับวัสดุที่จะนำมาทำใบมีดตัดเนื้อควรเป็นวัสดุบาง มีคม มีความแข็งแกร่ง การสึกหรอได้ และไม่เป็นสนิม ซึ่งทนต่อการกัดกร่อนได้ดี [5] ในงานวิจัยนี้เลือกใช้เหล็กเฟอร์ริติกสแตนเลส (Ferritic Stainless Steel) เป็นเหล็กที่มีโครงสร้างเฟอร์ไรต์สามารถทนต่อการเป็นสนิมได้ดีในบรรยากาศทั่วไป ยกเว้นทะเลและในบรรยากาศอุตสาหกรรมบางประเภทโดยเฉพาะที่เป็นกรด การใช้งานโดยทั่วไปจะใช้ทำอ่างน้ำในห้องครัวทำมีดซ่อนส้อมและชิ้นงานประเภทตกแต่ง



รูปที่ 2 ลักษณะใบมีด

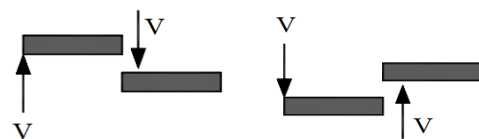
2.3 มอเตอร์ (Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานต่างเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรกลต่างๆ ในงานอุตสาหกรรมมอเตอร์มีหลายแบบหลายชนิดที่ใช้ให้เหมาะสมกับงาน ดังนั้นจึงต้องทราบถึงความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าตลอดคุณสมบัติการใช้งานของมอเตอร์แต่ละชนิดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน จากงานวิจัยของกิตติพงษ์กิมะพงศ์ [6] ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกหน่อไม้ โดยใช้มอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า 1,400 รอบเป็นต้นกำลังในการขับสายพานส่งไปยังเพลาลูกเบี้ยวขับเคลื่อน และคุณทรงธรรม ไชยพงษ์ [7] ได้ศึกษา

ออกแบบเครื่องปอกเปลือกอ้อยรูปแบบด้วยชุดลูกกลิ้งใบมีด ชุดแปร่งทำความสะอาด ชุดลูกกลิ้งประกอบอ้อยเก็บรวบรวมระหว่างของชุดลูกกลิ้งใบมีด และมอเตอร์ไฟฟ้าตัดทางการหมุนของชุดลูกกลิ้งใบมีด ในการทดสอบมีความเร็วรอบชุดลูกกลิ้งใบมีด 1,380 รอบต่อนาที ใช้แรงในการป้อนแท่งอ้อยน้อย อัตราการปอกเปลือก 43.86 กิโลกรัมต่อชั่วโมง การสูญเสียรวม 2.59% จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ค่าใช้จ่ายในการทำงาน 0.45 บาทต่อกิโลกรัม ต่อเซนติเมตร ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังในระบบขับเคลื่อน ที่ของสายพาน และจาน ใบมีด และใช้อินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วรอบด้วย

2.4 แรงเฉือน (Shearing Force)

แรงเฉือน เป็นแรงที่จะทำให้วัสดุขาดออกจากกันในแนวดิ่ง สำหรับแรงเฉือนจะมีสองค่า คือค่าบวกและค่าลบเหมือนกัน โดยพิจารณาจากซ้ายไปขวา และกำหนดให้แรงที่มีทิศทางขึ้นมีค่าเป็นบวก แรงที่มีทิศทางลงมีค่าเป็นลบ ถ้าตัดคานที่หน้าตัดใดๆ แล้วมีแรงที่พยายามเฉือนให้ชิ้นส่วนของคานด้านซ้ายมีทิศทางขึ้นและคานด้านขวามีทิศทางลง แรงเฉือนตรงนั้นจะมีค่าเป็นบวกและตรงข้ามกันถ้าแรงพยายามเฉือนให้ชิ้นส่วนของคานด้านซ้ายมีทิศทางลงและคานด้านขวามีทิศทางขึ้นแรงเฉือนก็จะมีค่าเป็นลบ ดังรูปที่ 3 และได้สมการที่ (8)



ก. แสดงแรงเฉือนเป็นบวก ข. แสดงแรงเฉือนเป็นลบ

รูปที่ 3 สัญลักษณ์แทนแรงเฉือน

ดังนั้นการที่
$$\tau = \frac{F}{A} \quad (8)$$

เมื่อ τ คือ ความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้น (N/m^2)

A คือ พื้นที่หน้าตัดที่ขนานกับแรง (m^2)

F คือ แรงเฉือนที่กระทำกับท่อนวัตถุ (N)

3. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

อุปกรณ์หลัก ประกอบด้วยวัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างเครื่องต้นแบบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์และทดลองเครื่องต้นแบบ ดังนี้

3.1 วัสดุ อุปกรณ์

3.3.1 วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องต้นแบบ

- โลหะรูปพรรณชนิดต่างๆ สำหรับสร้างโครงเครื่อง

- เหล็กฉาก
- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V 50 Hz 3

Phase

- สายพานลำเลียง (Modular Belt)
- โบลต์ นัต
- อินเวอร์เตอร์ปรับความเร็วรอบ
- สายพาน V-Belt
- มุลเลย์
- ชุดใบมีดชุดจานหมุน
- สวิตช์ปิด - เปิดเครื่อง

3.3.2 เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างเครื่องต้นแบบ

- เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
- เครื่องเลื่อยไฟฟ้า
- เครื่องกลึง
- เครื่องกัด

- เจาะไฟฟ้า

3.3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์และทดลอง

เครื่องต้นแบบ

- หน่อไม้สด
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- นาฬิกาจับเวลา

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ศึกษาและรวบรวมข้อมูลกระบวนการหั่นหน่อไม้โดยใช้แรงงานคน

3.2.1 ศึกษาปัญหาและวิธีการหั่นชิ้นหน่อไม้

ศึกษากระบวนการหั่นหน่อไม้โดยใช้แรงงานคนเป็นเพศหญิง การหั่นหน่อไม้สดแบบเส้น โดยคนงานจะนั่งเก้าอี้ทรงเตี้ย และนำหน่อไม้สดมาขูดกับใบมีดที่ติดอยู่แผ่นไม้ โดยวางใบมีดตามขนาดของเส้นหน่อไม้ที่ต้องการ แต่ขณะปฏิบัติงานอาจเกิดอันตรายได้ง่าย และแบบแผ่นก็ทำลักษณะเดียวกัน ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การใช้แรงงานคนหั่นหน่อไม้

ลักษณะของหน่อไม้ที่นำไปแปรรูปเพื่อบริโภค นั้นนิยมหั่นด้วยกัน 3 แบบ คือแบบเส้น แบบแผ่น และแบบชิ้น ดังรูปที่ 5 และ 6



รูปที่ 5 หน่อไม้สดแบบเส้น แบบแผ่น

หน่อไม้บึงจะนำมาใช้ในการหั่นแบบเส้น และแบบแผ่น โดยแบบเส้นจะมีขนาดพื้นที่หน้าตัด 3×3 มิลลิเมตร และแบบแผ่นจะมีขนาดประมาณ ความหนา 3 มิลลิเมตร หน่อไม้หั่นแบบชิ้นจะใช้ หน่อไม้รวกหั่นในลักษณะของลูกเต๋าคขนาด $15 \times 15 \times 15$ มิลลิเมตร ซึ่งการทดลองครั้งนี้ไม่ได้ทดสอบการหั่นแบบชิ้น



รูปที่ 6 หน่อไม้หั่นแบบชิ้น

หลังจากการหั่นหน่อไม้สดแล้วจะทำการบรรจุลงป๊อบและทำการต้มและเก็บตามระยะเวลาที่กำหนดต่อไปเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์หน่อไม้ดองจำหน่ายในท้องตลาด ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 หน่อไม้ดองบรรจุป๊อบ

3.2.2 ส่วนประกอบเครื่องหั่นหน่อไม้ดอง

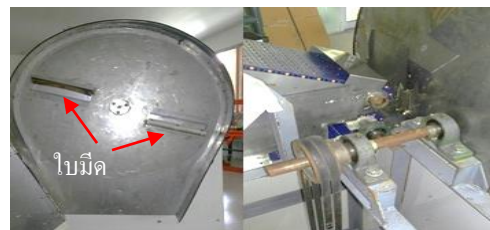
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V, 50 Hz, 3 Phase มีหน้าที่ส่งกำลังจากมอเตอร์ไปหมุนเพลามัดหั่นหน่อไม้ดังรูปที่ 8 และมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพาน ดังรูปที่ 9 เป็นมอเตอร์กระแสสลับมีแรงดันไฟฟ้า 220 V ความถี่ 50 Hz



รูปที่ 8 มอเตอร์ไฟฟ้า

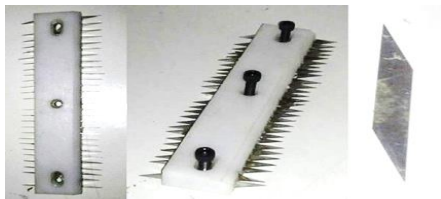
รูปที่ 9 มอเตอร์เกียร์

ชุดงานใบมีด เป็นชุดที่เหวี่ยงใบมีดตามแนวแกนเพลามหมุน ส่งกำลังจากชุดมุลเลย์ ด้วยสายพาน V-Belt ไปที่เพลาลูกของงานใบมีด [8-9] งานใบมีดสามารถเปลี่ยนใบมีดได้เมื่อต้องการเปลี่ยนรูปแบบของหน่อไม้ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ชุดงานใบมีด

ชุดใบมีดเป็นชิ้นส่วนที่ใช้หั่น หรือฉีกเนื้อหน่อไม้สดแบบเส้นให้ได้ขนาดพื้นที่หน้าตัด 0.3×0.3 เซนติเมตร ตามต้องการ ใบมีดทำจากเหล็กเฟอร์ริติกสแตนเลสมุมเอียงของใบมีด 30 องศา ระยะห่างของใบมีด 3 มิลลิเมตร และสามารถถอดเปลี่ยนใบมีดได้ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 ชุดใบมีด

ชุดสายพานลำเลียง (Modular) เป็นสายพานพลาสติกมีหน้าที่ ลำเลียงชิ้นหน่อไม้เข้าไปยังชุดใบมีด ขนาดกว้าง 33 เซนติเมตร ดังรูปที่ 12 และใช้อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ปรับความเร็วรอบของสายพาน และงานใบมีดให้เหมาะสมกับการไหลเข้าของหัวหน่อไม้บนสายพานลำเลียง สามารถควบคุมกำลังไฟวัตต์ 0.37 กิโลวัตต์ แรงดันไฟ 220 โวลต์ จำนวน 2 ตัว ดังรูปที่ 13

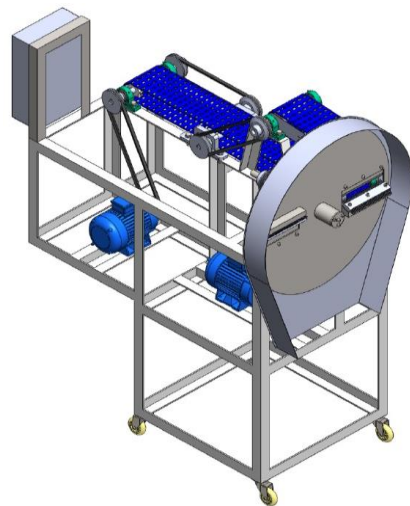
จากการออกแบบจำลองเครื่องหั่นหน่อไม้ด้วยโปรแกรม SolidWork และจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมประกอบกับโครงสร้าง จึงได้เครื่องหั่นหน่อไม้ต้นแบบขนาด กว้าง 600 มิลลิเมตร ยาว 1,060 มิลลิเมตร สูง 1,440 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 14



รูปที่ 12 ชุดสายพานลำเลียง

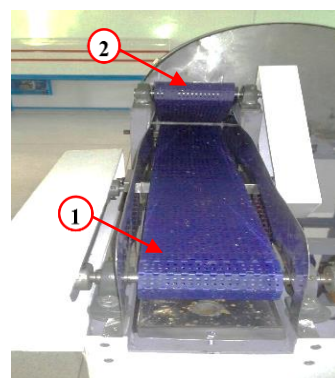


รูปที่ 13 อินเวอร์เตอร์



รูปที่ 14 เครื่องหั่นหน่อไม้จาก โปรแกรม SolidWork

หลักการทำงานของเครื่องหั่นหน่อไม้คือ การใช้มอเตอร์ตัวที่ 1 ขับเคลื่อนสายพานจุดที่ 1 เป็นส่วนที่ใส่ลำเลียงหน่อไม้เข้าสู่สายพานจุดที่ 2 เพื่อถูดหน่อไม้ด้วยแรงสปริงเข้างานใบมีด และงานใบมีดจะหมุนตัดเนื้อหน่อไม้เป็นเส้นหรือแผ่นตามลักษณะของใบมีดที่ออกแบบไว้ โดยหมุน 1 รอบจะทำการตัดเนื้อหน่อไม้ 2 ครั้ง ดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 ชุดสายพานลำเลียงของเครื่องหั่นหน่อไม้

3.3 วิธีการทดสอบ

3.3.1 ทดสอบการทำงานของแรงงานคน

ทดสอบการทำงานของแรงงานคน โดยการจับเวลาในการหั่นหน่อไม้ของแรงงานคนทั้งหมด 5 คน คนละ 5 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยการหั่นหน่อไม้ของแรงงานคน และหาประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งคนงานมีหลายช่วงอายุ และความชำนาญงานของแต่ละบุคคล ซึ่งผลเฉลี่ยที่ได้จากการเก็บข้อมูลแสดงดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

3.3.2 ทดสอบการทำงานของเครื่อง

ทดสอบการทำงานของเครื่องเพื่อตรวจสอบระบบต่างๆ ได้แก่ ระบบส่งกำลัง ชุดสายพานลำเลียง ชุดใบมีด ให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ

3.3.3 ทดสอบความเร็วรอบ

ทดสอบความเร็วรอบที่ใช้กับเครื่องหั่นหน่อไม้ โดยกำหนดไว้ตั้งแต่ 400 500 600 700 800 รอบต่อนาที ในแต่ละความเร็วรอบทำการทดสอบ 5 ครั้ง และใช้นาฬิกาในการจับเวลาเพื่อตรวจเช็คระยะเวลาในการหั่นหน่อไม้

ตารางที่ 1 การหั่นหน่อไม้ 10 กิโลกรัม แบบเส้นด้วยแรงงานคน

ครั้งที่	คนงานคนที่	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	เวลาเฉลี่ย (นาท)
1	1	10	61.33
2	2	10	61.52
3	3	10	62.31
4	4	10	62.22
5	5	10	61.00
อัตราเวลาเฉลี่ยการหั่นรวม			62.08

ตารางที่ 2 การหั่นหน่อไม้ 10 กิโลกรัม แบบแผ่นด้วยแรงงานคน

ครั้งที่	คนงานคนที่	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	เวลาเฉลี่ย (นาท)
1	1	10	67.23
2	2	10	63.15
3	3	10	65.54
4	4	10	64.78
5	5	10	66.22
อัตราเวลาเฉลี่ยการหั่นรวม			65.38

4. ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 ผลการทดลองเครื่องหั่นหน่อไม้

จากการออกแบบและสร้างเครื่องหั่นหน่อไม้สำเร็จแล้วดังรูปที่ 16 จึงทำการทดลองและได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้



รูปที่ 16 เครื่องหั่นหน่อไม้ต้นแบบ

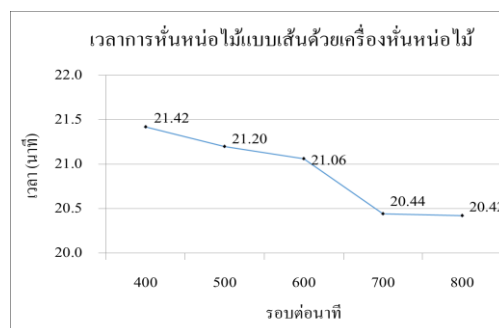
ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหั่นหน่อไม้แบบเส้น และแบบแผ่นโดยทดสอบทั้งหมด 5 ครั้งๆ ละ 10 กิโลกรัม ในความเร็วรอบใบมีดต่างๆ ดังตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 ทดสอบเครื่องหั่นหน่อไม้แบบเส้น จำนวน 10 กิโลกรัม

ครั้งที่	ความเร็วรอบ ใบมีด (rpm)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	เวลา (นาฬิกา)
1	400	10	21.42
2	500	10	21.20
3	600	10	21.06
4	700	10	20.44
5	800	10	20.42
เวลาเฉลี่ยการหั่นรวม			21.31

จากตารางที่ 3 ได้ผลการทดสอบเครื่องหั่นหน่อไม้แบบเส้นจำนวน 5 ครั้งๆ ละ 10 กิโลกรัม ได้ค่าเวลาเฉลี่ยที่ความเร็วรอบใบมีด 400-800 รอบต่อนาที คือ 21.31 นาที เวลาของแต่ละความเร็วรอบดังรูปที่ 17

ผลการทดสอบปรับความเร็วรอบใบมีดในการหั่นหน่อไม้แบบเส้น พบว่าที่ความเร็วรอบ 700 รอบต่อนาที สามารถหั่นได้เส้นที่มีขนาดตามต้องการ และมีเศษแตกหักของหน่อไม้่น้อย เนื่องจากเมื่อปรับความเร็วรอบที่ 400-600 รอบต่อนาที หน่อไม้เป็นเส้นแต่มีเศษแตกหักมาก เนื่องจากแรงเฉือนน้อยเกินไป จึงเพิ่มความเร็วรอบเป็น 700 รอบต่อนาที เพื่อเพิ่มแรงเฉือนมากขึ้นด้วย จึงได้เส้นหน่อไม้ตามขนาดที่กำหนดไว้ และเศษแตกหักน้อยลง ผู้วิจัยทดสอบปรับความเร็วรอบที่ 800 รอบต่อนาที พบว่าได้หน่อไม้เส้นตามขนาดต้องการ และมีเศษแตกหักเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ผู้วิจัยจึงเลือกที่ 700 รอบต่อนาที เป็นความเร็วรอบของใบมีดที่เหมาะสมในการหั่นหน่อไม้เส้น แสดงลักษณะของหน่อไม้เส้นในแต่ละความเร็วรอบดังรูปที่ 18



รูปที่ 17 เวลาการหั่นหน่อไม้แบบเส้นด้วยเครื่อง



ก. 400 รอบ/นาที ข. 500 รอบ/นาที ค. 600 รอบ/นาที
ง. 700 รอบ/นาที จ. 800 รอบ/นาที

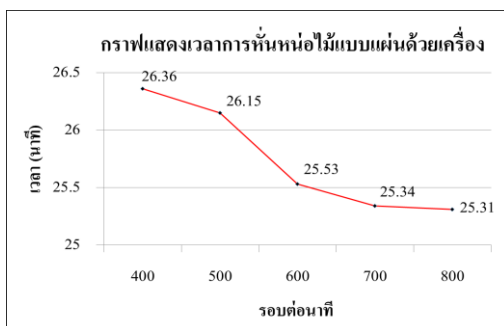
รูปที่ 18 ลักษณะหน่อไม้หั่นแบบเส้นจากเครื่องทดสอบ

ตารางที่ 4 ทดสอบเครื่องหั่นหน่อไม้แบบแผ่น 10 กิโลกรัม

ครั้งที่	ความเร็วรอบใบมีด	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	เวลาเฉลี่ย (นาที)
1	400	10	26.36
2	500	10	26.15
3	600	10	25.53
4	700	10	25.34
5	800	10	25.31
อัตราเวลาเฉลี่ยการหั่นรวม			26.14

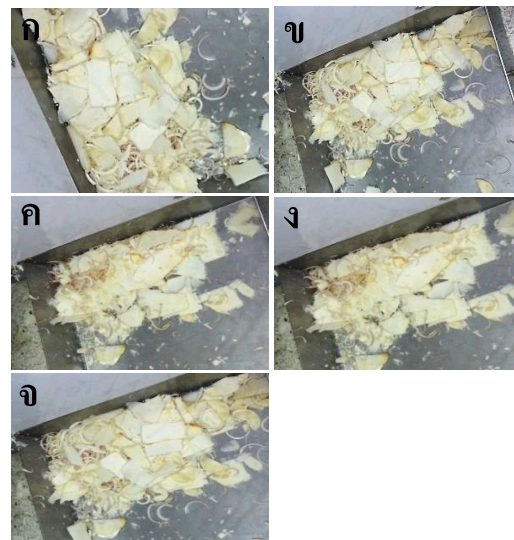
จากตารางที่ 4 ได้ผลการทดสอบเครื่องหั่นหน่อไม้แบบเส้นจำนวน 5 ครั้งๆ ละ 10 กิโลกรัม ได้ค่าเวลาเฉลี่ยที่ความเร็วรอบใบมีด 400-800 รอบต่อนาที คือ 26.14 นาที และแสดงเวลาในการหั่นหน่อไม้ของแต่ละความเร็วรอบดังรูปที่ 19

ผลการทดสอบปรับความเร็วรอบใบมีดในการหั่นหน่อไม้แบบแผ่น พบว่าที่ความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาทีสามารถหั่นได้แบบแผ่นที่มีความหนาตามต้องการ และมีเศษแตกหักของหน่อไม้่น้อย เนื่องจากเมื่อปรับความเร็วรอบที่ 400-600 รอบต่อนาที หน่อไม้แบบแผ่นมีเศษแตกหักมาก จึงเพิ่มความเร็วรอบเป็น 700 รอบต่อนาที ได้หน่อไม้แผ่นตามความหนาที่กำหนดไว้และเศษ



รูปที่ 19 เวลาในการหั่นหน่อไม้แบบแผ่นด้วยเครื่อง

แตกหักน้อยลง ผู้วิจัยทดสอบปรับความเร็วรอบที่ 800 รอบต่อนาที พบว่าได้หน่อไม้แบบแผ่นตามความหนาที่ต้องการ และมีเศษแตกหักลดลงจากเดิม ผู้วิจัยจึงเลือกที่ 800 รอบต่อนาที เป็นความเร็วรอบของใบมีดที่เหมาะสมในการหั่นหน่อไม้แบบแผ่น เนื่องจากการเพิ่มรอบเป็นการเพิ่มแรงเฉือนให้กับ ใบมีดเพื่อตัดเนื้อหน่อไม้ที่มีพื้นที่มากกว่าแบบเส้นจึงต้องใช้แรงเฉือนที่มากกว่า แสดงลักษณะของหน่อไม้เส้นในแต่ละความเร็วรอบดังรูปที่ 20



ก. 400 รอบ/นาที ข. 500 รอบ/นาที ค. 600 รอบ/นาที
ง. 700 รอบ/นาที จ. 800 รอบ/นาที

รูปที่ 20 ลักษณะหน่อไม้หั่นแบบแผ่นจากเครื่องทดสอบ

4.2 ปริมาณผลผลิตที่ได้หลังการทดลอง

จากการทดสอบหั่นหน่อไม้ 10 กิโลกรัม ซึ่งน้ำหนักจากหัวหน่อไม้ที่ปอกเปลือกแล้ว เลือกใช้หน่อไม้ที่มีน้ำหนักหัวละ 1 กิโลกรัม ทดสอบจะได้ 10 หัวดังรูปที่ 21



รูปที่ 21 การชั่งน้ำหนักหัวหน่อไม้



รูปที่ 23 การชั่งน้ำหนักหัวหน่อไม้หั่นแล้วแบบแผ่น

4.3.1 อัตราการสูญเสียของหน่อไม้แบบเส้น 10 กิโลกรัม

น้ำหนักที่ได้หลังจากการหั่น 9.78 กิโลกรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ที่ได้หน่อไม้คือ 97.8% และน้ำหนักที่สูญเสียไปคือ 0.22 กิโลกรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ คือ 2.2% ดังรูปที่ 22



รูปที่ 22 การชั่งน้ำหนักหัวหน่อไม้หั่นแล้วแบบเส้น

4.3.2 อัตราการสูญเสียของหน่อไม้แบบแผ่น 10 กิโลกรัม

น้ำหนักที่ได้หลังจากการหั่น 9.86 กิโลกรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ที่ได้หน่อไม้คือ 98.6 % และน้ำหนักที่สูญเสียไปคือ 0.14 กิโลกรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ คือ 1.4%

5. สรุปผล

การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นหน่อไม้ต้องแบบเส้นและแบบแผ่น ได้ทำการทดลองและสรุปผลได้ดังต่อไปนี้ คือ สามารถหั่นหน่อไม้ได้ทั้ง 2 ลักษณะ คือแบบเส้น และแบบแผ่น ได้ขนาดตามที่กำหนดไว้ สามารถหั่นหน่อไม้แบบเส้น ขนาดความหนา 3 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบ 700 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการหั่น 20.44 นาทีต่อหน่อไม้ 10 กิโลกรัม ได้คุณภาพดีที่สุด และสามารถหั่นหน่อไม้แบบแผ่นที่ขนาดความหนา 2 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการหั่น 25.31 นาทีต่อหน่อไม้ 10 กิโลกรัม ได้คุณภาพดีที่สุด จากงานวิจัยนี้สามารถลดแรงงานคนลงได้ 3 คน ค่าแรงงานคนละ 250 บาทต่อวัน สามารถลดจำนวนเงินได้ 750 บาท ต่อวัน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงงานหน่อไม้เสียด อำเภ่อูทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ให้ข้อมูลในการทำหน่อไม้ป๊อป และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดสอบเครื่องหั่นหน่อไม้ ขอขอบคุณนายฉัตรมงคล วงษ์ดี ช่วยรวบรวมข้อมูลต่างๆ ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] V. Pruch, Financial Investment Analysis of Kim Sung Bamboo Production and Its Marketing system, Faculty of Economics, Sripatum University, 2013 (in Thai).
- [2] Ratchanee Pornkhampan, Bamboo shoot processing, Office of Non-Formal and Informal Education Suphan Buri Non-formal and informal education center, Dan Chang, Suphan Buri, 2017 (in Thai).
- [3] Varit Ungphakorn, and Charn Thanadngarn, Mechanical Design. Book 2. Bangkok, SE-EDUCATION, 2013(in Thai).
- [4] Pornjit Prathumsuwan. Mechatronics electrical and electronic control. Bangkok, Ruen Kaew. 2013(in Thai).
- [5] Lau, K.H., Mei, D., Yeung, C.F. and Man, H.C. 2000. "Wear characteristics and mechanisms of a thin edge cutting blade," Journal of Materials Processing Technology. 102: 203-207.
- [6] Kittipong Kimapong, Design and development of Bamboo Shoots Peeling Machine, The 9th National Kasetsart University Kamphaeng Saen Conference, (6-7 Dec 2012) pp. 9-15.
- [7] Songtham Chaiphong, Design and testing of sugarcane peeler for cane juice extraction, Thai Society of Agricultural Engineering Conference, (13-14 Mar 2003) pp. 122.
- [8] Kalayu Mekonen Abate and Mohammed Irfaan,, Designing and Manufacturing of Bamboo Processing International Journal of Advanced Engineering Research and Science, Vol. 3, Issue 11, (Nov 2016) pp. 214-222.
- [9] Dessalegn Ahmed1 and Balkeshwar Singh, Design and Manufacturing of Bamboo Processing Machine with Sanding Bamboo Surfaces, Grinding Knots & Splitting Functions, Irjet, Vol 5, Issue 10, (Oct 2018).

ประวัติผู้ประพันธ์ :



บัณฑิต อินทรีย์มีศักดิ์

- อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
- งานวิจัยที่สนใจ แปลรูปชีวมวล
- ออกแบบเครื่องจักรการเกษตร



พิพัฒน์ เลิศโกวิทย์

- อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี
- งานวิจัยที่สนใจ การปรับปรุงกระบวนการผลิต
- ออกแบบวิศวกรรม