

การออกแบบและการพัฒนาเครื่องปลูกสับปะรดอัตโนมัติ

Design and Development of an Automatic Pineapple Planting Machine

ธีรพงษ์ เหลี่ยมขุน และ สมชาย ชูโฉม*

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ. สงขลา 90112

E-mail: somchai.c@psu.ac.th*

Teerapong Lemkhun and Somchai Chuchom*

Industrial and Manufacturing Engineering Department, Faculty of Engineering, Prince of Songkla

University, Kho Hong, Hat Yai, Songkhla, 90112, E-mail: somchai.c@psu.ac.th*

Received 22 Apr 2022; Revised 10 Jun 2022

Accepted 24 Jun 2022; Available online 29 Jun 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกสับปะรดแบบอัตโนมัติพวงท้ายรถแทรกเตอร์ขนาดไม่เกิน 60 แรงม้า โดยใช้วิธีการออกแบบเครื่องจักรกลและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองมาวิเคราะห์และสรุปผลปัจจัยที่ทำการศึกษประกอบด้วย ความเร็วในการปลูก (ต้นต่อชั่วโมง) และความเร็วรอบของกลไกลูกเบี้ยวที่ส่งผลต่อการป้อนต้นสับปะรด (รอบต่อนาที) ทำการปลูกแบบแถวคู่ ใช้ต้นกล้าพันธุ์ที่คัดตัดแต่งใบความยาว 30 เซนติเมตร มีน้ำหนักเฉลี่ย 250 - 300 กรัม บรรจุเรียงแถวเตี้ยลงในอุปกรณ์ตะกร้า และนำไปติดตั้งบนกระบะป้อนลำเลียงชนิดใช้ลูกกลิ้งแบบคู่ ขับเคลื่อนและควบคุมความเร็วจากการลากจูงของรถแทรกเตอร์โดยพวงท้ายแบบจุดพ่วง 3 จุด กลไกการปลูกและการป้อนลำเลียงเริ่มจากชุดเฟืองโซ่ที่ควบคุมด้วยชุดเฟืองล้อกำหนดระยะปลูกเคลื่อนที่ไต่ระยะ 30 เซนติเมตร ลูกกลิ้งลำเลียงต้นกล้าสู่ช่องป้อนและเปิดช่องให้ต้นพันธุ์ตกสู่ร่องดินซึ่งถูกเปิดร่องไว้ด้วยชุดขาไถ และกลบโคนหน่อด้วยใบปาดกลบดิน ผลจากการทดลอง เครื่องปลูกสับปะรดอัตโนมัติมีความสามารถในการทำงาน 0.60 ไร่ต่อชั่วโมง ที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ 0.33 เมตรต่อวินาที อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3.15 ลิตรต่อไร่ ประสิทธิภาพการปลูกสำเร็จร้อยละ 78.16 ต้นกล้ามีความเอียงประมาณ 65 องศาจากแนวระนาบ ความลึกปลูกเฉลี่ย 15.50 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้นเฉลี่ย 30.50 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถวเฉลี่ย 50 เซนติเมตร เมื่อวิเคราะห์ผลด้านเศรษฐศาสตร์เปรียบเทียบกับปลูกโดยใช้แรงงานคนพบว่า มีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 11 ไร่ต่อปี และการคืนทุนที่ 137 ไร่ หรือ 29 วันทำงาน

คำหลัก: สับปะรด การปลูก รถแทรกเตอร์ อัตโนมัติ

Abstract

In this research, an automatic pineapple planting machine was designed with mechanical design and experimental testing and developed an automatic back up by 60-horsepower-tractor. The study factors consisted of planting speed (plants per hour) and the rotational speed of the cam mechanism affecting the feeding of the pineapple planting (rpm). Double row planting with 50 centimeters between-row spacing and 30 - 45 centimeters between-plant spacing were considered. Pineapple shoots trimmed to 30 centimeters in length and 250 - 300 grams in weight were prepared for planting. The shoots were packed into single-row cartons, mounted on the chain conveyor and fed into the trench by the operation of the crank mechanism and the plow assembly. The roots of the pineapple buds were covered by the soil after the leaves of the plow passing-by. The planting machine was capable of working at 0.60 rai per hour, at a movement speed of 0.33 m/s, fuel consumption rate of 3.15 liters per rai, planting efficiency 78.16 %, tilted about 65 degrees from the horizontal plane. It also generated an average planting depth of 15.50 cm, average distance between plants 30.50 cm, and average row spacing of 50 cm. When analyzing the economic effect of using an automatic pineapple planting machine compared to those operated by manual labor, it was found its break-even at 11 rai/year and its payback period of 137 rai or 29 working days.

Keywords: Pineapple, Planting, Tractor, Automatic

1. บทนำ

ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคการเกษตร และอัตราค่าแรงงานมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องส่งผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศ [1] การทดแทนแรงงานโดยเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อัตโนมัติจึงเป็นหนทางหนึ่งในการแก้ปัญหาข้างต้น เครื่องปลูกสับปะรดอัตโนมัติ คือ อุปกรณ์สำหรับปลูกต้นสับปะรดโดยนำมาติดตั้งกับอุปกรณ์พ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ใช้ในการปลูกต้นสับปะรดในไร่ของเกษตรกร การปลูกสับปะรดของเกษตรกรคือการจ้างแรงงานในพื้นที่หรือจากพื้นที่ใกล้เคียงมาดำเนินการปลูก โดยแรงงานคนใช้จอบหรือเสียม ขุดดิน ผึ่งและกลบ ใช้ระยะเวลานานในการดำเนินงานและสิ้นเปลืองภาคแรงงานค่อนข้างมาก เป็นงานที่หนักและทำงานซ้ำซาก ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของแรงงานจากการทำงานในลักษณะท่าทางเดิม ๆ เป็นระยะเวลานาน งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาเครื่องปลูกสับปะรดอัตโนมัติ โดยอาศัยหลักการทำงานของกลไกลูกเบี้ยวขับลำเลียงและควบคุมรอบการทำงานของเครื่องปลูก

2. วัสดุอุปกรณ์ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ต้นสับปะรด

สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย (Smooth Cayenne) เป็นสับปะรดสายพันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อส่งผลผลิตจำหน่ายแก่โรงงานสับปะรดกระป๋อง ต้นกล้าที่ใช้ปลูกนำมาจากหน่อข้างที่เกิดจากเจริญเติบโตจากต้นแม่ขนาดน้ำหนัก 300 - 500 กรัม นำมาตัดแต่งยอดใบความยาว 30 เซนติเมตร ดังรูปที่ 1 เป็นต้นสับปะรดสายพันธุ์ปัตตาเวีย ลักษณะของต้นพันธุ์สับปะรดมีความทนทานต่อสภาวะภายนอกได้สูงเช่น จากการขนย้าย การจัดเก็บ หลังจากปลูกไปแล้วอายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตเฉลี่ย 8 – 14 เดือน



รูปที่ 1 ต้นพันธุ์สับปะรด

2.2 วิธีการปลูกสับปะรด

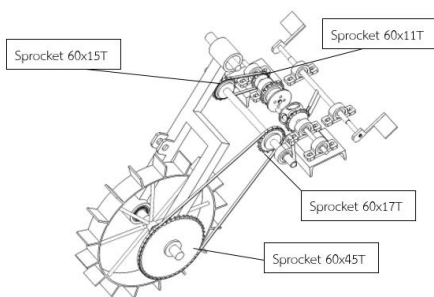
การปลูกสับปะรดของภาคแรงงาน ดำเนินการปลูกโดยการลำเลียงต้นพันธุ์นำไปยังแปลงปลูก ใช้เชือกกำหนดแถวและระยะ ถัดจากนั้นใช้จอบหรือเสียมขุดหลุมและฝังกลบโคนต้นสับปะรด โดยทั่วไปแรงงานปลูกสับปะรดได้ปริมาณวันละ 3,000 – 5,000 ต้น ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การปลูกสับปะรด

2.3 กลไกลูกเบี้ยว

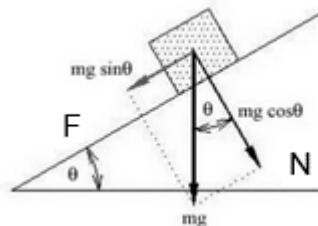
กลไกเลื่อนข้อเหวี่ยง (Slider Crank Mechanism) กลไกลักษณะการทำงานที่เปลี่ยนจากการเคลื่อนที่เชิงมุมเป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้น กลไกคู่สัมผัสแบบหมุนคู่หนึ่งด้วยคู่สัมผัสแบบเลื่อนไถล ทำให้กลไกนี้สามารถเลื่อนตำแหน่งไปด้วยและหมุนไปด้วย ซึ่งตรงกับการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ควมคุมที่เคลื่อนที่ในลักษณะยืดและหด เป็นกลไกสำหรับเครื่องยนต์สิ่งหยาบ เครื่องยนต์สันดาป เป็นต้น ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 กลไกเลื่อนแบบข้อเหวี่ยง

3. การออกแบบการไหลของวัสดุ

การออกแบบกระบะสำหรับเติมสับปะรดใช้เทคนิคการลาดเอียงและการไหลของการขนถ่ายวัสดุตามทฤษฎีการไหลเชิงมุม จากรูปที่ 4 ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4 ความเสียดทานในแนวเอียงของวัตถุ

$$F = mg \sin \theta \quad (1)$$

โดยที่ F คือ แรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของวัตถุ N คือ แรงในแนวตั้งฉากกับพื้นเอียง m คือมวลของต้นสับปะรด g คือความเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลก และ θ คือมุมลาดเอียง

4. วิธีดำเนินงาน

การออกแบบและพัฒนาคำนึงถึงหลักการสร้างและการใช้ให้มีลักษณะการใช้งานง่าย มีความแข็งแรงและบำรุงรักษาได้ง่าย ชิ้นส่วนอุปกรณ์หาซื้อได้ตามท้องตลาด การออกแบบนั้นประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ชุดกระบะบรรจุต้นพันธุ์ ชุดลำเลียง และชุดปลูกต้นพันธุ์สับปะรด

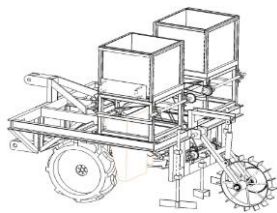
การพัฒนาและออกแบบชิ้นส่วนอุปกรณ์ เริ่มต้นศึกษาลักษณะต้นพันธุ์สับปะรดที่เหมาะสมสำหรับใช้งาน จากนั้นศึกษาวิธีการปลูกแบบแถวคู่ที่นิยมเพื่อผลิตเป็นสับปะรดกระป๋อง ออกแบบอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น ตะกร้าเติมต้นสับปะรดและการจัดเรียงแถว การลำเลียงโดยลักษณะการเกี่ยวสัมผัสเป็นมุมลาดเอียง การเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนกลไกลูกเบี้ยวตามจังหวะการเคลื่อนที่

ขั้นตอนการทดลองประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือขั้นตอนแรกทดสอบอุปกรณ์เบื้องต้นในห้องทดลองเพื่อปรับตั้งค่าความเหมาะสมในการใช้งานชิ้นส่วนที่

เกี่ยวข้องกับ ขั้นตอนที่ 2 คือประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ เป็นระบบปลูกอัตโนมัติ และขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการปลูกในแปลงทดลองและวัดค่าปัจจัยด้านต่างๆ เช่น ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่, อัตราการใช้เชื้อเพลิง และคำนวณผลทางด้านเศรษฐศาสตร์การใช้เครื่องปลูกสับปรดอัตโนมัติ

5. ผลการออกแบบและการทดลอง

ผลการออกแบบเครื่องปลูกสับปรดอัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 5 โดยติดตั้งใช้งานร่วมกับรถแทรกเตอร์ ขนาดไม่เกิน 60 แรงม้า แบบต่อพ่วงท้าย 3 จุด



รูปที่ 5 เครื่องปลูกสับปรดอัตโนมัติ

การวัดประสิทธิภาพของเครื่องปลูกสับปรดอัตโนมัติ ทำการทดลองในแปลงทดสอบขนาด 4 ไร่ ใช้ต้นกำลังรถแทรกเตอร์ขนาด 60 แรงม้า ตำแหน่งเกียร์ต่ำที่ระดับเกียร์ 1 ความเร็วรอบ 1,000 รอบต่อนาที ผลการทดลองการปลูกสับปรดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการปลูกสับปรด

ครั้งที่	พื้นที่ทดลอง (ไร่)	การทำงานจริง (ชั่วโมง)	เวลาว่าง (ชั่วโมง)	การใช้เชื้อเพลิง (ลิตร/ชั่วโมง)	ความเร็ว (เมตร/วินาที)	ประสิทธิภาพการปลูกสำเร็จ (%)
1	4.00	6.20	0.35	3.30	0.33	85.00
2	4.00	6.44	0.60	3.10	0.34	70.00
3	4.00	6.10	0.80	3.20	0.31	75.00
4	4.00	6.28	0.70	3.25	0.32	83.00
5	4.00	6.30	0.80	3.30	0.30	72.00
6	4.00	6.30	0.60	3.00	0.34	84.00
7	4.00	6.30	0.50	3.15	0.30	-
8	4.00	6.40	0.45	3.00	0.32	-
9	4.00	6.22	0.65	3.10	0.31	-
เฉลี่ย	4.00	6.28	0.60	3.15	0.33	78.16

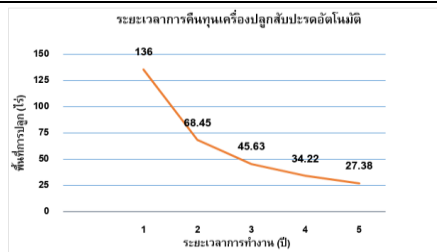
ผลทดสอบการปลูกต้นสับปรดในแปลงทดลองและหาสมรรถนะด้านต่าง ๆ จากตารางที่ 1

พบว่าเครื่องปลูกสับปรดอัตโนมัติมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.60 ไร่ต่อชั่วโมง ที่ความเร็วขับเคลื่อน 0.33 เมตรต่อวินาที ประสิทธิภาพการปลูกสำเร็จร้อยละ 78.16 ต้นพันธุ์มีความเอียงประมาณ 65 องศาจากแนวระนาบ ความลึกการปลูกเฉลี่ย 15.50 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้นเฉลี่ย 30.50 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแถวเฉลี่ย 50 เซนติเมตร และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3.15 ลิตรต่อไร่ ส่วนผลการคำนวณจุดคุ้มทุนและระยะเวลาการคืนทุนการใช้เครื่องปลูกสับปรดอัตโนมัติแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

พื้นที่คืนทุน (ไร่)	ผลประโยชน์ที่ได้รับ (บาท/ปี)	ต้นทุน (บาท/ปี)	ผลประโยชน์สุทธิ (บาท/ปี)
5	5,000.00	8,132.25	-3,132.25
10	10,000.00	10,265.00	-265.00
25	25,000.00	16,661.00	8,339.00
50	50,000.00	27,323.00	22,677.00
75	75,000.00	37,984.00	37,016.00
100	100,000.00	48,645.00	51,355.00

ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องปลูกสับปรดอัตโนมัติเปรียบเทียบกับ การใช้แรงงานคนปลูกและค่าจ้างยกร่อง จากตารางที่ 2 โดยมีความจำเป็นการปลูกสับปรด 0.30 บาทต่อต้น และปลูกสับปรดเฉลี่ยไร่ละ 5,000 ต้น ค่าจ้างยกร่อง 250 บาทต่อไร่ ค่าสร้างเครื่องปลูก 50,000 บาท ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง 94.50 บาทต่อไร่ ค่าแรงงานคน 1,500 บาทต่อวัน ค่าเช่ารถแทรกเตอร์ 200 บาทต่อไร่ และค่าใช้จ่ายอื่นๆ วันละ 27.78 บาทต่อไร่ รวมค่าใช้จ่ายการปลูกด้วยเครื่องปลูกสับปรดอัตโนมัติ 634.78 บาทต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกด้วยแรงงานคน มีค่าดำเนินการปลูก 1,500 บาทต่อไร่ สามารถลดค่าปลูกได้ 865.22 บาทต่อไร่ สามารถคำนวณระยะการคืนทุนทุนการใช้เครื่องปลูกโดยคิดจากการทำงานปีละ 180 วัน (กำหนดค่าบริการปลูกด้วยเครื่องปลูกสับปรดอัตโนมัติ 1,000 บาทต่อไร่) จุดคุ้มทุนของการสร้างเครื่องปลูกสับปรดอยู่ที่ 11 ไร่ต่อปี และการคืนทุนที่ 137 ไร่ หรือ 29 วันทำงาน สำหรับระยะเวลาการคืนทุนของกรณีพื้นที่การปลูกอื่นๆ แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผลการคำนวณระยะเวลาการคืนทุนในการใช้งาน
เครื่องปลั๊กอินไฮบริด

6. สรุป

การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลั๊กอินไฮบริดอัตโนมัติ โดยใช้กลไกการเบี่ยงในการปลั๊กและการลำเลียงแบบลูกกลิ้งในการเติมต้นสับปะรดในการปลั๊กทดแทนการปลั๊กด้วยแรงงานคน เครื่องปลั๊กมีประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ 0.60 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการปลั๊กสำเร็จร้อยละ 78.16 โดยเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจากการปลั๊กด้วยแรงงานคน 1,500 บาทต่อไร่ สามารถลดต้นทุนการปลั๊กได้ 865.22 บาทต่อไร่ จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 11 ไร่ต่อปี และสามารถคืนทุนได้ที 137 ไร่ หรือ 29 วันทำงาน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก ทุนบัณฑิตศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาโท ประจำปีการศึกษา 2559 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศักยภาพการส่งออกสับปะรดกระป๋องของไทย, ข้อมูลจาก http://www.oae.go.th/ewtadmin/ewt/oae_baer/ewt_news.php?nid=415&Filename=index (วันที่สืบค้นข้อมูล 14 ธันวาคม 2559)
- [2] ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร, ข้อมูลจาก <http://www.oae.go.th/production.html> (วันที่สืบค้นข้อมูล 10 ตุลาคม 2559)

- [3] ชีรนุช เจริญกิจ. ไม่ผลเซตร้อน. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้; 2555.
- [4] วุฒิชัย กปิลกาญจน์. กลไกและพลศาสตร์ของเครื่องจักรกล. กรุงเทพฯ: [ม.ป.ท.]; 2528.
- [5] สุขชัย คชาบุตร, การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลั๊กมันสำปะหลังแบบบังคับด้วยลูกกลิ้ง [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง; 2557.
- [6] ผดุงศักดิ์ วานิชชัง และคณะ, การพัฒนาเครื่องปลั๊กข้าวและกำจัดวัชพืชในการปลั๊กข้าวแบบแอโรบิก [รายงานการวิจัย]. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลภาคตะวันออก, 2557.
- [7] วุฒิพล จันทรสระคู และคณะ, การพัฒนาเครื่องปลั๊กสับปะรดพวงท้ายรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก [รายงานการวิจัย]. ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร, 2558.

- [8] ระบบฐานข้อมูลด้านสังคมและคุณภาพชีวิต > สถิติเผยแพร่, ข้อมูลจาก

<http://social.nesdb.go.th/social/Default.aspx?t=abid=131>(วันที่สืบค้นข้อมูล 01 พฤษภาคม 2560)

- [9] O. Ekren, B. Y. Ekren, and B. Ozerdem, "Break-even analysis and size optimization of a PV/wind hybrid energy conversion system with battery storage – A case study," Appl. Energy, vol. 86, no. 7–8, pp. 1043–1054, Jul. 2009.