



การพัฒนาเครื่องกรอกดินใส่ถุงเพาะชำกล้ายางพารา รุ่น 2

Development of a Soil Packing Machine for Pre-transplanting Para Rubber Bags, Model 2

ธรรม์ณชาติ วันแต่ง^{1*}

Tannachart Wantang^{1*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต, คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, เพชรบูรณ์, 67000

¹Program in Production Engineering, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University, Phetchabun, Thailand, 67000

*Corresponding author: Tel: +66-56-717-164, Fax: +66-56-717-164, E-mail: tannachart@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ คือ การพัฒนา ทดสอบ และประเมินสมรรถนะเครื่องกรอกดินใส่ถุงเพาะชำกล้ายางพารา รุ่น 2 โดยได้ออกแบบและสร้างเครื่องให้มีขนาดเล็กกะทัดรัด พัฒนาระบบกรอกดินให้เป็นระบบอัตโนมัติ สามารถกรอกดินได้ครั้งละ 10 ถุง จากการทดสอบความเร็วรอบของใบกวาดดินลงชุดกรอกที่ 20 และ 40 rpm กับระยะเวลาหน่วงที่ 3, 5 และ 7 s พบว่า ความเร็วรอบที่เหมาะสมของใบกวาดดินกับระยะเวลาหน่วง คือ 20 rpm กับเวลาหน่วง 5 s จะได้ดินเต็มถุงพอดีไม่ล้น ด้านอัตราการผลิตเฉลี่ยของเครื่องเท่ากับ 473 ถุง h^{-1} หรือ 3,784 ถุง d^{-1} ซึ่งสูงกว่าแรงงานคนกรอกประมาณ 2.58 เท่า แต่เครื่องจะมีอัตราการกรอกเต็มถุงน้อยกว่าแรงงานคน 8% มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 0.48 บาท h^{-1} เมื่อประเมินความพึงพอใจด้วยการใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา จำนวน 30 ราย ใน 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการออกแบบเครื่อง ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกในการใช้งาน และด้านการผลิต ผลการประเมินเท่ากับ 4.33 ซึ่งอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: เครื่องกรอกดิน, กล้ายางพารา

Abstract

This research was aimed at development, testing and evaluating performance of the second generation (Model 2) of a soil packing machine for pre-transplanting para rubber bags. The machine was small and had an automatic soil packing system. The tests were conducted at paddle speeds of 20 and 40 rpm with delay times for moving the crate of 3, 5 and 7 s. The optimum paddle speed was at 20 rpm with a 5 s delay time. The results of the performance tests showed production rates of 473 bag h^{-1} or 3,784 bag d^{-1} and electricity charge of 0.48 Baht h^{-1} . Comparing between machine and manual packings, the packing machine yielded as much as 2.58 times higher capacity than manual packing. However, manual packing had a higher success rate by about 8%. The satisfaction survey for evaluating the design, safety, ease of use and productivity was conducted with 30 para rubber farmers. Overall users' satisfaction was evaluated to be 4.33 points, which was considered good.

Keywords: Soil packing machine, Pre-transplanting para rubber

1 บทนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางเป็นอันดับหนึ่งของโลก สร้างรายได้ให้กับประเทศมาโดยตลอด โดยในไตรมาสที่ 3 ของปี 2556 มีมูลค่าการส่งออก 2,371.3 ล้านดอลลาร์ มีการขยายตัว 7.5% เมื่อเทียบกับไตรมาสเดียวกันของปีที่ผ่านมา สร้างมูลค่าการส่งออกกว่า 5,883 ล้านดอลลาร์ ด้านตลาดส่งออก 5 อันดับแรกของไทย ได้แก่ จีน มาเลเซีย ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และสหรัฐฯ ตามลำดับ (ธนาคารกรุงเทพ, 2556) ทำให้ยางยังคงเป็นสินค้าส่งออกด้านเกษตรกรรมอันดับหนึ่งของประเทศไทยต่อไป (ยุคล, 2556) ด้วยยุทธศาสตร์การพัฒนายางพาราของประเทศไทย ปี 2552-2556 ได้วางเป้าหมายในการปลูกยางพาราเพิ่มขึ้นอีกไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่ จึงส่งผลให้มีการรณรงค์ปลูกยางเพิ่มมากขึ้นในทุกพื้นที่ ตัวอย่างเช่น โครงการปลูกยางพารา 1 ล้านไร่ ซึ่งมีเป้าหมายขยายเนื้อที่ปลูกยางในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 36 จังหวัด (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2555) ในขั้นตอนการเพาะชำต้นกล้ายางนั้นจะเริ่มต้นจากการเตรียมดินเพื่อชำต้นอ่อนลงถุง ดินที่นำมาต้องเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์โดยทั่วไปจะใช้ดินร่วนผสมกับปุ๋ยคอก และแกลบดำหรืออินทรีย์วัตถุในอัตราส่วนอย่างละ 1 ส่วน คลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วจึงนำใส่ถุงเพาะชำเพื่อรอการชำต้นอ่อนต่อไป แต่ปัญหาที่พบในปัจจุบันคือการเพาะชำกล้าไม้เกิดความล่าช้าทั้งในส่วนที่เป็นการผสมดินและกรอกดินลงถุงเพาะชำ โดยเฉพาะในขั้นตอนการกรอกดินนี้จะทำได้ช้าเพราะจะทำการกรอกได้ครั้งละ 1 ถุงเท่านั้น แต่เมื่อมีปริมาณความต้องการมากขึ้นจึงเกิดการเพาะพันธุ์กล้าไม้ยางไม่ทันตามกำหนด อีกทั้งการขาดแรงงานคนยังเป็นปัญหาใหญ่เพราะคนส่วนใหญ่จะนิยมเข้าไปทำงานในเมืองหลวงหรือเลือกทำงานที่สะดวกสบาย สะอาด จึงทำให้ขาดแรงงานคนในการผลิตพันธุ์กล้าไม้ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่ในทุกจังหวัดของกลุ่มเกษตรกรผู้ทำสวนยางและกลุ่มผู้ผลิตกล้าไม้ยางเพื่อจำหน่าย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกรอกดินใส่ถุงเพาะชำ เช่น เครื่องผสมและกรอกดินใส่ถุงเพาะชำ (ปัญญา, 2554) เครื่องกรอกดินใส่ถุงเพาะชำอัตโนมัติ (ชัชวาล, 2553) ซึ่งจะเหมาะสมกับการกรอกดินใส่ถุงเพาะชำขนาดเล็กสำหรับไม้ดอกไม้ประดับ และเครื่องกรอกดินใส่ถุงเพาะชำกล้ายางพาราเครื่องต้นแบบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นซึ่งสามารถกรอกดินใส่ถุงเพาะชำกล้ายางที่มีขนาดยาวได้แต่มีข้อที่ควรพัฒนา ได้แก่ ขนาดเครื่องมีความสูงมากเกินไปทำให้การเติมดินทำได้ยากขาดชุดบดดินจึงทำให้มีก้อนดินขนาดใหญ่ไหลลงสู่ถุงเพาะชำกล้า

ยางได้ ไม่ควรใช้ระบบการเขย่าถึงกรอกเพราะจะมีการกระเด็นของดินจำนวนมาก และควรปรับเปลี่ยนรูปแบบของถังกรอกดินจากที่ใช้การวางแนวถุงสลับพื้นปลาควรปรับปรุงให้เป็นแนวเส้นตรงเรียงกันเพื่อให้ง่ายในการยกถุงออก จากข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้นำมาศึกษาวิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องกรอกดินใส่ถุงเพาะชำต้นกล้ายางพารา รุ่น 2 ที่มีสมรรถนะที่สูงขึ้น และผ่านประเมินความพึงพอใจจากเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราโดยใช้กลุ่มตัวอย่างในจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อให้การพัฒนาในครั้งนี้สามารถนำเครื่องจักรที่ได้รับการพัฒนาแล้วไปใช้งานได้จริงในทุกพื้นที่

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ส่วนประกอบของเครื่อง

ในการออกแบบเครื่องจะพัฒนาต่อยอดจากเครื่องเดิมโดยคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งานและให้มีสมรรถนะด้านการผลิตที่สูงขึ้น โดยหลักการทำงานของเครื่องจะเป็นระบบการกรอกดินอัตโนมัติมีระบบเลื่อนชุดถุงเพาะชำเข้าสู่เครื่องแล้วดินจะไหลลงอัตโนมัติจนเต็มตามเวลากำหนด หลังจากนั้นระบบจะเลื่อนชุดถุงเพาะชำออกพร้อมกับเลื่อนชุดต่อไปเข้าเครื่องซึ่งจะเป็นการทำงานแบบต่อเนื่อง ในขั้นตอนการออกแบบและเขียนแบบจะใช้โปรแกรมเขียนแบบ NX 8.5 เขียนภาพประกอบและภาพแยกชิ้นเพื่อจะนำไปสร้างชิ้นส่วนตามแบบงานต่อไป โดยส่วนประกอบหลักของเครื่อง (Figure 1) จะมีรายละเอียดดังนี้

1) โครงเครื่อง ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักเครื่องและยึดส่วนประกอบต่างๆ มีขนาด 70 cm x 80 cm x 85.5 cm ติดตั้งล้อขนาดใหญ่เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย ปรับปรุงให้ต่ำกว่าเครื่องเดิมเพื่อความสะดวกในการทำงาน

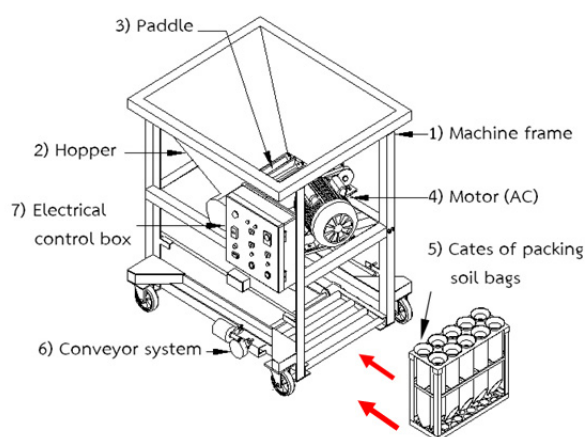


Figure 1 Assembly drawing and details of a soil packing machine for pre-transplanting para rubber bags, Model 2.

2) กรวยบรรจุดิน ทำหน้าที่เก็บดินเพื่อรอการบรรจุลงใส่ถุงเพาะชำ มีขนาดความกว้างของปากกรวย 62 cm x 72 cm มุมเอียง 50° บรรจุดินได้ประมาณ 0.64 m³

3) ชุดใบกวาดดิน ทำหน้าที่หมุนนำดินลงสู่ชุดกรอก โดยสามารถเปิดปิดและควบคุมปริมาณการไหลของดินได้ด้วยระยะเวลาในการหมุน ชุดใบกวาดดินนี้จะประกอบด้วยกัน 2 อัน แต่ละอันจะมี 6 ใบ จะหมุนในทิศทางเข้าหากันเพื่อพาดินลงสู่ชุดกรอก ใบกวาดดินนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm ยาว 342 mm (Figure 2)

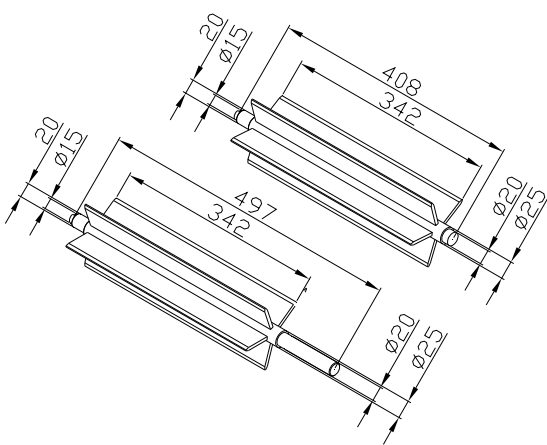


Figure 2 Straight spikes/Paddle.

4) มอเตอร์ต้นกำลังและชุดทดรอบเข้า จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 220 V ขนาด 0.5 hp ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังในการหมุนใบกวาดดินลงสู่ชุดกรอกดิน ส่งกำลังผ่านชุดทดรอบเข้าลงขนาด 36 ต่อ 1 ด้วยระบบสายพาน

5) ลังกรอกดิน ทำหน้าที่เป็นกล่องสำหรับใส่ถุงเพาะชำกล้วยพาราทั้ง 10 ถุง ให้อยู่ในชุดเดียวกัน การทำงานเป็นลักษณะการสวมประกอบเข้าหากัน มีท่อรองรับดินทำจากท่อพีวีซีผายปากบาน ส่วนอีกด้านหนึ่งจะใส่ถุงเพาะชำกล้วยพารา ในการทดลองนี้จะใช้ถุงขนาด 2" x 13" เมื่อประกอบเสร็จจะมีลักษณะเป็นกล่องขนาด 14.5 cm x 37.5 cm x 30.5 cm

6) ชุดเลื่อนลังกรอกดิน มีหน้าที่ในการเลื่อนลังกรอกดินเข้าสู่เครื่อง เมื่อดินไหลลงสู่ถุงจนเต็มตามเวลากำหนดชุดเลื่อนนี้จะเลื่อนชุดลังกรอกดินให้ออกจากตัวเครื่องด้วยระบบสายพานอัตโนมัติพร้อมนำชุดลังกรอกดินชุดใหม่เลื่อนเข้ามาพร้อมกัน ใน 1 ลังกรอกดินสามารถกรอกดินได้ครั้งละ 10 ถุง ด้านต้นกำลังชุดเลื่อนจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ขนาด 12 V ความเร็วรอบคงที่ 55 rpm เริ่มทำงานตามระยะเวลาการหน่วงของรีเลย์เพื่อไปหมุนล้อขับและส่งกำลังด้วยสายพานแบนไปยังล้อลูกกลิ้ง

แต่ละตัวให้หมุนเลื่อนลังกรอกดินเข้าและออกพร้อมกันซึ่งจะเป็นการทำงานแบบต่อเนื่อง

7) กล่องควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมระบบไฟฟ้าในการทำงาน ประกอบด้วยเบรกเกอร์เปิด-ปิดวงจรการทำงาน สวิตช์โยกอัตโนมัติ-ควบคุมด้วยมือ สวิตช์เปิด-ปิดการทำงานและสวิตช์กลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า 220 V สวิตช์เปิด-ปิดการทำงานและสวิตช์กลับทิศทางการหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า 12 V ของสายพานเลื่อนลังกรอกดิน รีเลย์ตั้งเวลา พร้อมหลอดไฟแสดงการทำงานในแต่ละขั้นตอน

2.2 การทดสอบเพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของใบกวาดดินกับระยะเวลาหน่วงในการเลื่อนลังกรอกดิน

หลังจากการสร้างและประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องเสร็จแล้ว (Figure 3) จากนั้นจะทำการทดสอบการทำงานของเครื่องกับลังกรอกดิน (Figure 4) เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นแล้วจึงนำไปทำการทดสอบต่อไป โดยในการทำงานของเครื่องจะใช้ผู้ปฏิบัติงาน 2 คน คนแรกเป็นผู้สวมถุงเข้ากับลังกรอกดิน ส่วนคนที่สองเป็นผู้ป้อนลังกรอกดินเข้าและออกจากเครื่องในการทดสอบเพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของใบกวาดดินในการหมุนนำดินลงสู่ลังกรอกจะมีค่าความเร็วรอบที่ 20 และ 40 rpm ส่วนการทดสอบระยะเวลาหน่วงที่เหมาะสมของการเลื่อนลังกรอกดินที่ 3, 5 และ 8 s ทำการทดสอบครั้งละ 100 ถุง จำนวน 3 ซ้ำ ตัวแปรที่ชี้วัด คือ อัตราการผลิต และอัตราการกรอกดินเต็มถุง โดยเงื่อนไขว่าถุงที่เต็มหมายถึงถุงที่มีปริมาณดินในถุงมากกว่า 90% ของความสูงถุง

ตัวแปรควบคุมในการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะเครื่องในทุกการทดลองจะประกอบด้วยชนิดของดินที่เหมือนกันและขนาดถุงเพาะชำ โดยดินที่นำมาทดสอบต้องมีความเหมาะสมกับเครื่องควรมีความหนาแน่นเฉลี่ยของดินประมาณ 1,222 kg m⁻³ และค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยประมาณ 18.58 (Table 1) ตามกระบวนการวิเคราะห์ดินทางกายภาพของกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) ซึ่งดินที่มีค่าความชื้นมากเกินไปจะเกิดการติดที่ชุดใบกวาดจนดินไม่ไหลลงสู่ชุดกรอก ส่วนถุงเพาะชำจะใช้ขนาด 2" x 13" ที่มีสภาพใหม่



Figure 3 The soil packing machine for pre-transplanting para rubber bags, Model 2.



Figure 4 The crates of packing soil bags.

Table 1 Average of soil dry bulk density and soil moisture content.

Test	Soil dry bulk density (kg m^{-3})	Soil moisture content on dry basis (%)
1	1,133	21.28
2	1,286	18.54
3	1,247	15.92
Average	1,222	18.58

2.3 การทดสอบหาอัตราการผลิตของเครื่องและประสิทธิภาพของเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคน

2.3.1 การทดสอบเพื่อหาอัตราการผลิตของเครื่อง

หลังจากการทดสอบเพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของใบกวาดดินกับระยะเวลาหนึ่งที่เหมาะสมของการเลื่อนลังกรอกดิน แล้วจึงนำค่าที่ได้มาใช้กับเครื่องเพื่อทำการทดสอบหาอัตราการผลิตใน 1 h โดยจะทำการทดลอง 3 ซ้ำ เพื่อหาค่าเฉลี่ยอัตราการผลิตต่อ h และหาอัตราการกรอกดินเต็มถุง (S) หลังจากนั้นจะทำการตรวจวัดอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องในขณะ

ทำงาน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องกรอกดินกับเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ โดยการตรวจวัดด้วยคลิปแอมป์มิเตอร์และนำไปคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ใช้การคำนวณที่อัตราค่าไฟฟ้าในบ้านเรือนทั่วไป ขนาดมิเตอร์ 15 A ที่ค่าไฟฟ้าอัตราปกติหน่วยละ 3.94 บาท

2.3.2 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคน

ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคนกรอก จำนวน 1 คน ในด้านอัตราการผลิตใช้ระยะเวลาทำการทดลอง 1 h ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ตัวแปรชี้วัดคือ อัตราการผลิต ด้านอัตราการกรอกดินเต็มถุงเปรียบเทียบกับจำนวนถุง 100 ถุง ด้วยการทำงานแบบต่อเนื่องเปรียบเทียบกับทำการทดลอง 3 ซ้ำ ตัวแปรชี้วัดคืออัตราการกรอกดินเต็มถุง ซึ่งจะถูกคำนวณโดยใช้สมการต่อไปนี้ (วัชรพล และคณะ, 2555)

$$\text{Success} = \frac{S}{100} \times 100 \quad (1)$$

2.4 การประเมินความพึงพอใจของเครื่องกรอกดินใส่ถุงเพาะชำต้นกล้ายางพารา รุ่น 2

ด้านการประเมินความพึงพอใจของเครื่องที่สร้างขึ้นด้วยการตอบแบบประเมินใน 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการออกแบบเครื่อง ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกในการใช้งาน และด้านการผลิต ใช้เกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นใช้มาตราวัดเจตคติแบบลิเคิร์ท สเกล (Likert scale) ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive selection) กับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกสวนยางพาราในพื้นที่ ตำบลนาป่า อำเภอมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 30 ราย

3 ผลและวิจารณ์

3.1 ผลการทดสอบเพื่อหาความเร็วที่เหมาะสมของใบกวาดดินกับระยะเวลาหนึ่งในการเลื่อนลังกรอกดิน

จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าความเร็วรอบใบกวาดดินกับระยะเวลาหนึ่งมีผลต่ออัตราการผลิตและอัตราการกรอกดินเต็มถุง โดยเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นจะทำให้เวลาการผลิตต่อถังเร็วขึ้นส่งผลให้มีอัตราการผลิตที่สูงขึ้นตาม ส่วนระยะเวลาการหนึ่งของชุดเลื่อนเมื่อตั้งค่าน้อยจะทำให้อัตราการกรอกดินเต็มถุง

ลดลง แต่ในทางกลับกันถ้าเพิ่มระยะเวลาการหมุนมากเกินไปจะได้อัตราการกรอกดินเต็มถุง 100% ทั้งหมด แต่จะมีดินล้นถุงออกมาเปื้อนพื้นและเกิดการอัดแน่นสะสมของดินจนในบักเวตดินหยุดหมุนในที่สุด ซึ่งจากการทดลองพบว่าความเร็วรอบที่มีอัตราการผลิตที่สูงและมีอัตราการกรอกดินเต็มถุงที่สูงมี 2 ระดับ คือ ที่ความเร็วรอบ 20 rpm กับระยะเวลาหนึ่ง 5 s และ 40 rpm กับระยะเวลาหนึ่ง 5 s (Table 2) แต่ที่ระดับหลังนี้จะเกิดการล้นของดินบนพื้น ดังนั้นจึงเลือกใช้ความเร็วรอบของบักเวตดินที่ 20 rpm กับระยะเวลาหนึ่ง 5 s เพื่อใช้ทดสอบหาอัตราการผลิตเครื่องต่อไป ด้านความสูญเสียในกระบวนการผลิต ได้แก่การหยุดเครื่องเพื่อทำความสะอาดเครื่องและการรอกจากผู้สวมถุงใส่ถังกรอกดิน

Table 2 Result summary of the tests were conducted.

Speed of paddle wheel (rpm)	Slider delay of crates (s)	Cycle time of 100 bags (min)	Success rate of full bags (%)
20	3	14.68	90
	5	16.31	100
	7	N/A	N/A
40	3	13.17	90
	5	15.25	100a
	7	N/A	N/A

N/A: Paddle stops as due to soil compaction.

^aFull bags and overflow.

3.2 ผลการทดสอบหาอัตราการผลิตของเครื่องและประสิทธิภาพของเครื่องเปรียบเทียบกับแรงงานคน

จากผลการทดสอบหาอัตราการผลิตเครื่องจะได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 473 ถุง h^{-1} ซึ่งสูงขึ้นกว่าเครื่องเดิมที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ประมาณ 145 ถุง h^{-1} (อัตราการผลิตเครื่องเดิม 328 ถุง h^{-1}) ซึ่งเป็นผลจากการใช้ระบบการทำงานแบบอัตโนมัติและต่อเนื่องจึงทำให้มีอัตราการผลิตที่สูงขึ้น ด้านอัตราการผลิตต่อ d ประมาณ 3,784 ถุง d^{-1} ที่การทำงาน 8 h มีอัตราการกรอกดินได้เต็มถุงเฉลี่ย 92% (Table 3) หรือจะมีจำนวนถุงที่กรอกดินไม่เต็มประมาณ 8 ถุงจาก 100 ถุง หรือประมาณ 38 ถุง h^{-1} ซึ่งถุงเหล่านี้ต้องทำการใส่ดินเพิ่มเติมให้เต็มถุง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของถุงเพาะชำด้วยถ้าเป็นถุงเพาะชำใหม่จะช่วยให้อัตราการกรอกดินเต็มถุงได้สูงมากขึ้น

จากผลการทดลอง (Table 3) อัตราการผลิตของเครื่องเฉลี่ยเท่ากับ 473 ถุง h^{-1} ส่วนอัตราการผลิตด้วยแรงงานคนกรอกเฉลี่ยเท่ากับ 183 ถุง h^{-1} เนื่องจากเครื่องจักรเป็นระบบอัตโนมัติสามารถกรอกดินได้ครั้งละ 10 ถุง จะเห็นได้ว่าอัตราการผลิตของเครื่องสูงกว่าแรงงานคนประมาณ 2.58 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับที่การทำงานปกติของเครื่องที่มีคนทำงาน 2 คนเปรียบเทียบกับคนกรอก 1 คน หรือถ้าเปรียบเทียบกับที่การทำงาน 1 คนเท่ากัน อัตราการผลิตของเครื่องก็ยังคงสูงกว่าแรงงานคนประมาณ 1.29 เท่า ด้านอัตราการกรอกดินเต็มถุงของเครื่องจะมีค่าต่ำกว่าแรงงานคนกรอก 0.08 เท่า หรือ 8% โดยเครื่องจะมีอัตราการกรอกดินเต็มถุงเฉลี่ยเท่ากับ 92% ส่วนแรงงานคนกรอกเท่ากับ 100% ซึ่งประสิทธิภาพเครื่องในส่วนนี้จะมีค่าต่ำกว่าแรงงานคนเพราะในเครื่องนั้นถ้ามีการไหลของดินไม่สม่ำเสมอถุงที่อยู่ด้านข้างอาจมีดินไม่เต็มถุงได้ และผู้วิจัยยังได้เก็บข้อมูลโดยการสอบถามเกษตรกรผู้ปลูกยางและผู้ผลิตต้นกล้ายางเพื่อจำหน่ายว่าในการใช้แรงงานคนทั่วไปสามารถที่จะกรอกดินได้ต่อ d ปริมาณเท่าใด ซึ่งผลสรุปของแรงงานคนกรอกดินจะมีค่าประมาณ 500-600 ถุง d^{-1} ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ได้จากการทดลองมาก และจากข้อมูลดังกล่าวนี้จะทำให้อัตราการผลิตของเครื่องสูงกว่าแรงงานคนเพิ่มขึ้นถึง 6.31 เท่า ส่วนด้านผลการทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าพบว่าขณะเครื่องทำงานใช้กระแสไฟฟ้า 0.55 A หรือ 0.12 หน่วย h^{-1} จะได้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 0.48 บาท h^{-1} ซึ่งมีอัตราค่าไฟฟ้าใกล้เคียงกับโทรทัศน์สี ขนาด 14" พัดลมตั้งโต๊ะ หรือเครื่องขยายเสียง ขนาด 120 W เป็นต้น

Table 3 Result summary of comparison between the machine and manual.

Test	production rate (bags hour ⁻¹)	Success rate of full bags (%)
soil packing machine	460	90
	480	90
	480	95
Average	473	92
manual	184	100
	186	100
	178	100
Average	183	100



Figure 5 The performance tests.

Table 4 A satisfaction survey of the farmers to a soil packing machine for pre-transplanting para rubber bags, Model 2 in Phetchabun province of Thailand.

Overall satisfaction	Question	Satisfaction scale ($\bar{x}$) (SD)	
Design	Machine frame	4.30	0.54
	Motor transmission	4.23	0.57
	Hopper size	4.10	0.85
	Straight spikes/Paddle	4.17	0.65
	Conveyor system	4.13	0.90
	Packing soil bags system	4.17	0.91
	Quantity 10 bags crates ⁻¹	4.40	0.62
Satisfaction level		4.20	0.72
Safety	Electricity	4.67	0.51
	Power Mechanic	4.33	0.48
	Conveyor	4.30	0.60
	Control Switch	4.43	0.57
Satisfaction level		4.43	0.54
Easy to use	Easy to fill soil	4.23	0.82
	Easy to fill bags to the crates	4.20	0.71
	Easy to moving	4.30	0.54
	Easy to Maintenance	4.47	0.57
Satisfaction level		4.30	0.66
Production rate	Enjoyable with success rate	4.37	0.62
	Enjoyable with production rate	4.43	0.63
	Satisfaction level	4.40	0.62
Overall satisfaction level		4.33	0.63

3.3 ผลการทดสอบเพื่อประเมินความพึงพอใจกับเกษตรกรผู้ปลูกสวนยางพารา

ด้านผลการประเมินความพึงพอใจกับเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ปลูกสวนยางในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 30 ราย ผลการประเมินทั้ง 4 ด้าน พบว่าด้านการออกแบบเครื่อง ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกในการใช้งาน และด้านการผลิต มีผลการประเมินเท่ากับ 4.20, 4.43, 4.47 และ 4.43 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับดีทุกด้าน และผลการประเมินเฉลี่ยทั้งหมด 4 ด้าน มีค่าเท่ากับ 4.33 ซึ่งอยู่ในระดับดี มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 แสดงว่ามีความแตกต่างของข้อมูลอยู่ในระดับที่น่าพอใจ (Table 4) ด้านข้อเสนอแนะ ได้แก่ ควรเพิ่มชุดลึงกรอกดินให้สามารถใส่ถุงได้หลายขนาดมากขึ้น ควรปรับปรุงการสวมถุงเพาะชำให้ทำงานได้ง่ายขึ้น และควรเพิ่มกำลังมอเตอร์ให้มีขนาดที่สูงขึ้น

4 สรุป

จากผลการพัฒนา ทดสอบ และประเมินสมรรถนะเครื่องกรอกดินใส่ถุงเพาะชำต้นกล้ายางพารา รุ่น 2 พบว่าเครื่องดังกล่าวสามารถเพิ่มอัตราการผลิตให้สูงขึ้นได้จริงตามสมมติฐานของงานวิจัย ค่าความเร็วรอบที่เหมาะสมของใบกวาดดินเพื่อทำหน้าที่หมุนนำดินไหลลงสู่ชุดกรอกดินของเครื่องมีค่าที่ 20 rpm กับระยะเวลาหน่วย 5 s ด้านอัตราการผลิตของเครื่องเท่ากับ 473 ถุง h^{-1} ซึ่งสูงกว่าเครื่องเดิมประมาณ 145 ถุง h^{-1} มีอัตราการผลิตต่อ d ประมาณ 3,784 ถุง มีประสิทธิภาพสูงกว่าแรงงานคนกรอกประมาณ 2.58 เท่า ด้านอัตราการกรอกดินเต็มถุงของเครื่องจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าแรงงานคนกรอก 8% และในด้านผลการประเมินความพึงพอใจใน 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการออกแบบเครื่อง ด้านความปลอดภัย ด้านความสะดวกในการใช้งาน และด้านการผลิต ผลการประเมินอยู่ในระดับดีทุกด้าน ซึ่งจากผลการพัฒนาเครื่องกรอกดินใส่ถุงเพาะชำต้นกล้ายางพารา รุ่น 2 ดังกล่าวข้างต้นสามารถนำไปใช้งานในพื้นที่จริงได้

5 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัย และขอขอบคุณองค์การบริหารส่วนตำบลนาป่า จ. เพชรบูรณ์ ที่ได้อนุเคราะห์สถานที่และนำเกษตรกรผู้ปลูกสวนยางในพื้นที่เข้าร่วมทดสอบและประเมินความพึงพอใจ

6 เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. คู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์ดินทางกายภาพ. แหล่งข้อมูล : <http://www.ldd.go.th/PMQA/2553/Manual/OSD-04.pdf>. เข้าถึงเมื่อ 5 พฤศจิกายน 2556.
- ชัชวาล ป้อมสุวรรณ. 2553. เครื่องรอกดินใส่ถุงเพาะชำอัตโนมัติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิตสาขารัฐศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ธนาคารกรุงเทพ. 2556. การส่งออกยางพาราของไทย เดือน ก.ย. 2556. แหล่งข้อมูล : http://www.bangkokbank.com/BangkokBankThai/BusinessBanking/RatesAndReports/Reports/EconomicNewsAndResearch/Documents/TH_IR_Agri_Ex_Rubber_0913.pdf. เข้าถึงเมื่อ 30 ตุลาคม 2556.
- ธรรมณชาติ วันแต่ง. 2556. การออกแบบและสร้างเครื่องรอกดินใส่ถุงเพาะชำกล้ายางพารา. วารสารราชภัฏเพชรบูรณ์สาร 15(2), 30-37.
- ปัญญา เทียนนาวา. 2554. ผลงานสิ่งประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้รับรางวัล ปี 2543-2552. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- ยุคล ลิ้มแหลมทอง. 2556. ยางไทยครึ่งปีหลังรุ่งหรือร่วง. วารสารยางเศรษฐกิจ 3(29), 46-49.
- วัชรพล ชยประเสริฐ, กิตติเดช โพธิ์นิยม, อมรรัตน์ เขียวข้า, ปณัฐพงศ์ ดีทอง. 2555. การพัฒนาเครื่องปักต้นกล้ายาสูบขนาดหนึ่งท่อน. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 18(1), 1-7.
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2555. วารสารการพยากรณ์ผลผลิตการเกษตร ปีเพาะปลูก 2555/56. กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.