

การออกแบบและพัฒนาเครื่องสูบท่อน้ำมันสำปะหลังทั้งต้น

สามารถ บุญอาจ และ สุธรรม ดวนสันเทียะ*

สาขาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ สร้าง พัฒนา ทดสอบและประเมินผลเครื่องสูบท่อน้ำมันสำปะหลังทั้งต้น ผลการวิจัยพบว่า เครื่องสูบท่อน้ำมันสำปะหลังทั้งต้นมีขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) 1.2 x 3 x 3 เมตร รองรับอ่างชุบน้ำ 2,400 ลิตร ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 2,500 วัตต์ เป็นต้นกำลังให้กับรอกสลิงไฟฟ้ายกท่อน้ำมันและมอเตอร์เกียร์ ควบคุมการหมุนของชุดเฟือง พร้อมจุดต่อพ่วงสำหรับลากเครื่องเข้าพื้นที่ทำงาน

ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องพบว่า เครื่องสูบท่อน้ำมันสำปะหลังมีความสามารถในการทำงาน 137.28 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (320 ท่อนต่อชั่วโมง) การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 0.24 ลิตรต่อชั่วโมง อัตราความเสียหายของท่อน้ำมันสำปะหลังจากการทำงานของเครื่องอยู่ที่ร้อยละ 0 และอัตราของท่อน้ำมันที่ไม่ถูกซึบด้วยน้ำยาเคมีในอ่างชุบของเครื่องอยู่ที่ร้อยละ 20 ผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่า จุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องสูบท่อน้ำมันสำปะหลังเปรียบเทียบกับแรงงานคนในพื้นที่ค่าแรง 300 บาทต่อวัน อยู่ที่ 27.76 ไร่ต่อปี และระยะเวลาในการคืนทุนภายใน 2.2 ปีในพื้นที่การทำงาน 100 ไร่ต่อปี

คำสำคัญ: น้ำมันสำปะหลัง เครื่องสูบท่อน้ำมันสำปะหลัง

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: kongsuts7@hotmail.com

Design and Development of Cassava Stem Soaking Machine

Smart Bun-art and Sutham Duansanthia *

*Thailand School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree
University of Technology, Nakhonratchasima, 30000, Thailand*

Abstract

In this research to designed, created, developed, tested and evaluated cassava stem soaking machine. The research found that cassava stem soaking machine dimensions 1.2 x 3 x 3 meter support soaking bath size 2,400 liter. Installation with 2,500 watt generator used with electric hoist lift the stem and the motor gear control rotation of a crane. With trailer hitch for travelling.

Performance test results found that the field capacity of machine was 132.28 kg/h (320 stem/hour). The fuel consumption was found to be 0.42 liter/h. The cassava stem damage was 0%. The cassava stem with no soaking with chemical in bath was 20%. Economic analysis showed that the break-even point of the machine in the working area 300 baht per day was 27.76 rai/year with a consequence of payback period within 2.2 year at working area 100 rai/year.

Keywords: Cassava, Cassava Stem Soaking

* Corresponding author: E-mail: kongsuts7@hotmail.com

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย จากข้อมูลการส่งออกปี พ.ศ. 2555 พบว่าไทยส่งออกมันสำปะหลังอัดเม็ด 84,215.2 ตัน และแป้งมันสำปะหลัง 1,056,508.2 ตัน มีมูลค่าการส่งออกทั้ง 2 รายการมากถึง 31,378.5 ล้านบาท (Office of agricultural economics, 2012) เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชที่ปลูกได้ในดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนเหนียวและทนแล้งได้ดี ดังนั้นพื้นที่ปลูกมากกว่าร้อยละ 50 จึงอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ โดยเฉพาะในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอหนองบุญมาก ครบุรี และเสิงสาง มันสำปะหลังนอกจากจะถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแปรรูปต่างๆ การผลิตอาหารสัตว์และอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ แล้ว ยังมีศักยภาพสูงที่จะนำไปผลิตเอทานอลในเชิงพาณิชย์เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนพลังงานปิโตรเลียม

ปัญหาประการหนึ่งซึ่งพบมากในกระบวนการผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทยคือการระบาดของเพลี้ยแป้ง ซึ่งในปีหนึ่งๆ จะส่งผลให้ผลผลิตมันสำปะหลังต้องลดลงเป็นอย่างมาก เมื่อเกิดการระบาดของเพลี้ยแป้งขึ้นแล้วมักจะควบคุมได้ยากลำบาก ส่งผลให้เกิดการระบาดออกไปเป็นวงกว้าง สำหรับสาเหตุที่เกิดการระบาดขึ้นนั้นมาจากเกษตรกรจะใช้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังจากหลายแหล่งปลูกทั่วประเทศ ทำให้ท่อนพันธุ์ที่ใช้อาจเกิดการติดเชื้อของเพลี้ยแป้งได้ และเมื่อเกษตรกรนำไปปลูกในพื้นที่ปลูกของตนเอง เพลี้ยแป้งเหล่านี้ก็จะระบาดออกไปสู่พื้นที่ข้างเคียงและขยายวงกว้างออกไปในที่สุดสำหรับวิธีการควบคุมและลดการระบาดของเพลี้ยแป้งนั้น

ควรชุบท่อนพันธุ์มันสำปะหลังด้วยสารเคมีก่อนทำการปลูกจะได้ผลดีที่สุด ซึ่งจะสามารถลดการระบาดของเพลี้ยแป้งในช่วง 1 เดือนแรกของการปลูกได้ โดยสารเคมีที่แนะนำให้ใช้คือไทอะมีโทแซม จำนวน 4 กรัม ผสมกับน้ำ 20 ลิตร และชุบท่อนพันธุ์ในแนวนอนโดยใช้เวลาประมาณ 15 นาทีจึงนำท่อนพันธุ์ไปปลูก (Chotinun, 2010)

จากการที่คณะผู้วิจัยอยู่ในระหว่างดำเนินการวิจัยและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์นั้น ท่อนพันธุ์ที่จะนำมาใช้กับเครื่องปลูกมันสำปะหลังจะเป็นท่อนพันธุ์ที่ยังไม่หั่นเป็นท่อนสั้นซึ่งมีข้อดีในด้านความสะดวกและง่ายต่อการทำงาน หากแต่ปัญหาที่พบคือการนำท่อนพันธุ์ขนาดยาวไปชุบในสารเคมีเพื่อป้องกันและกำจัดเพลี้ยแป้งนั้นไม่สามารถทำได้โดยสะดวกนัก เนื่องจากต้องชุบในแนวนอน ดังนั้นจึงเกิดปัญหาค้างขึ้นในระหว่างการทำงานของเครื่องปลูกมันสำปะหลัง และในอนาคตเครื่องปลูกมันสำปะหลังจะเป็นเครื่องจักรกลเกษตรที่จะเข้ามาแทนการปลูกด้วยมือของเกษตรกร การชุบท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบชุบทั้งต้นจึงเป็นปัญหาที่จะต้องมีการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือเพื่อเข้ามาช่วยในกระบวนการดังกล่าว

ในปัจจุบันมีการออกแบบเครื่องชุบท่อนพันธุ์อ้อยเพื่อป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืชเช่นเดียวกัน (Nuntasukoun and Sutivaree, 2005) หากแต่เครื่องชุบท่อนพันธุ์ดังกล่าวยังไม่เหมาะสมและไม่สามารถนำมาใช้งานกับมันสำปะหลังได้ เนื่องจากอ้อยจะใช้น้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส ในการชุบท่อนพันธุ์เท่านั้น ไม่มีการนำสารเคมีเข้ามาเกี่ยวข้องและตัวเครื่องสำหรับอ้อยมีขนาดใหญ่และไม่เหมาะสมในการนำมาใช้งานกับมันสำปะหลังซึ่งมีลักษณะ

ทางกายภาพแตกต่างกันส่งผลให้เครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งมีราคาสูงและไม่เหมาะกับเกษตรกรโดยทั่วไป

จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นจึงนำมาสู่แนวความคิดในการดำเนินโครงการวิจัยนี้ โดยจะเป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งสำหรับเกษตรกรที่สามารถสูบน้ำได้ทั้งต้น เพื่อสามารถนำไปใช้งานกับเครื่องปลูกมันสำปะหลังได้ และจากปัญหาในเรื่องของความปลอดภัยในการทำงานของเกษตรกรที่กล่าวมาข้างต้นนั้น เครื่องที่จะดำเนินการวิจัยนี้จึงควรมีความปลอดภัยในการทำงานของเกษตรกรและควรจะสามารถเคลื่อนที่ได้เพื่อนำเข้าไปในแปลงให้ใกล้กับเครื่องปลูกมันสำปะหลังเพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการทำงานส่งผลให้สามารถลดปัญหาการระบาดของเพลี้ยแป้งหรือโรคพืชต่างๆ เกษตรกรสามารถที่จะได้ผลผลิตทันต่อฤดูกาลเก็บเกี่ยวและนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังของประเทศในภาพรวมได้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งสำหรับเกษตรกร
2. เพื่อทดสอบและประเมินผลเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งสำหรับเกษตรกร

วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย จึงได้วางแผนวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งสำหรับเกษตรกร

การศึกษาในขั้นตอนนี้เพื่อหาข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งสำหรับเกษตรกร โดยใช้ข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการศึกษาของผู้วิจัยโดยตรง ได้แก่

- ศึกษาอัตราการทำงานของเครื่องปลูกมันสำปะหลังระยะการปลูกมันสำปะหลังที่เหมาะสมเพื่อหาจำนวนต้นพันธุ์และรอบการสูบน้ำที่ติดตั้งสำหรับเตรียมต้นพันธุ์ให้เพียงพอต่อการทำงานของเครื่องปลูก
- ศึกษาลักษณะทางกายภาพของมัดต้นพันธุ์มันสำปะหลังที่ประกอบไปด้วย จำนวนต้นต่อมัด น้ำหนักความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางจากเอกสารทางวิชาการและเก็บข้อมูลจากต้นพันธุ์มันสำปะหลังของเกษตรกรในพื้นที่จำนวน 100 มัด (2,000-2,500 ต้น) เพื่อนำข้อมูลไปออกแบบเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งสำหรับเกษตรกร
- หาขนาดของอ่างสูบ โดยใช้ข้อมูลขนาดของความยาวที่กำหนดขนาดความยาวอ่าง ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางมากำหนดความกว้างอ่างและจำนวนการสูบน้ำต่อรอบมากำหนดความสูงของอ่าง
- หาหน้าหนักการยกต่อรอบการสูบน้ำไปเลือกชนิดและขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้า
- หาขนาดของมอเตอร์เกียร์ ได้จากสมการ

$$W_p = 2\pi n \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ W_p = กำลังของมอเตอร์ (วัตต์)
 n = ความเร็วรอบการหมุน (รอบต่อนาที)
 T = โมเมนต์แรงบิด (นิวตันต่อเมตร)

- หาขนาดเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า ได้จากผลหารรวมขนาดกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์รอกไฟฟ้าและขนาดของมอเตอร์เกียร์

2. การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

จากการศึกษาข้อมูลที่เป็นแล้วสามารถดำเนินการออกแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และดำเนินการสร้างเครื่องต้นแบบ ซึ่งกำหนดเกณฑ์และรายละเอียดในการออกแบบดังต่อไปนี้

- เครื่องชุปท่อนพันธุน้ำมันสำหรับหลังทั้งต้นสามารถชุปต้นพันธุ์ได้
- กลไกการยกและการหมุนของเครื่องสามารถทำงานได้
- มีผู้ปฏิบัติงาน 1 คน
- เครื่องต้นแบบมีจุดต่อพ่วงสามารถเคลื่อนที่เข้าพื้นที่ทำงานได้

3. ศึกษาสภาวะในการทำงานของเครื่องต้นแบบ

สภาวะในการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องหมายถึงความสามารถในการชุปท่อนพันธุน้ำมันให้สอดคล้องกับการทำงานของเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ หากจำนวนรอบการชุปและเวลาที่เหมาะสมในการชุป เพื่อเตรียมท่อนพันธุ์ให้เพียงพอต่อการทำงานของเครื่องปลูกมันสำปะหลัง

4. ทดสอบและประเมินสมรรถนะของเครื่องต้นแบบ

การทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบในภาคสนามเพื่อหาสมรรถนะประสิทธิภาพการทำงาน และคุณภาพของการชุปของเครื่องต้นแบบ โดยมีค่าชี้ผลดังนี้

4.1 ความสามารถในการทำงาน

$$\text{ความสามารถในการทำงาน} = \frac{\text{น้ำหนักการยก (กิโลกรัม)}}{\text{เวลาทั้งหมด (ชั่วโมง)}} \dots\dots(2)$$

เมื่อ ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)

4.2 การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

$$F_c = \frac{O}{t} \dots\dots\dots(3)$$

เมื่อ F_c = อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตรต่อชั่วโมง)

O = น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร)

t = เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)

4.3 ท่อนพันธุ์ที่เสียหายจากการทำงานของเครื่อง

$$\text{ร้อยละ} = \left(\frac{\text{ท่อนพันธุ์ทั้งหมด} - \text{ท่อนพันธุ์ที่ดี}}{\text{ท่อนพันธุ์ทั้งหมด}} \right) \times 100 \dots\dots\dots(4)$$

ของท่อนพันธุ์ที่เสียหายจากการทำงานของเครื่อง

เมื่อ ท่อนพันธุ์ที่เสียหายจากการทำงานของเครื่อง (ร้อยละ)

4.4 ท่อนพันธุ์ที่ไม่ถูกชุปจากการทำงานของเครื่อง

$$\text{ร้อยละ} = \left(\frac{\text{ท่อนพันธุ์ทั้งหมด} - \text{ท่อนพันธุ์ที่ไม่ถูกชุป}}{\text{ท่อนพันธุ์ทั้งหมด}} \right) \times 100 \dots\dots\dots(5)$$

ของท่อนพันธุ์ที่ไม่ถูกชุป

เมื่อ ท่อนพันธุ์ที่เสียหายจากการทำงานของเครื่อง (ร้อยละ)

4.5 วิธีการประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์การ ใช้งานเครื่องต้นแบบ

1. การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break - even point) เป็นการคำนวณเปรียบเทียบการเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลังโดยนับตั้งแต่กระบวนการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังไปจนกระทั่งการซบท่อนพันธุ์ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับเครื่องต้นแบบจะสามารถใช้ต้นทุนในการทำงานเท่ากับต้นทุนของการซบท่อนพันธุ์มันสำปะหลังโดยใช้แรงงานคนที่พื้นที่เท่าไรในระยะเวลา 1 ปี

2. การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period, PBP) เป็นการคำนวณระยะเวลาจากการเริ่มต้นลงทุนถึงเวลาที่ผลประโยชน์สุทธิ (Net Benefits) ของการใช้เครื่องต้นแบบมีค่าเท่ากับการลงทุนและทำการคำนวณหาระยะเวลาในการคืนทุนต่อพื้นที่การทำงานต่อปีของการใช้เครื่องซบท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบ

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบเครื่อง ซบท่อนพันธุ์มันสำปะหลังทั้งต้น

ผลการศึกษาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ในปัจจุบันมีความสามารถในการทำงาน 0.5 - 1 ไร่ต่อชั่วโมง และข้อมูลลักษณะทางกายภาพต้นพันธุ์มันสำปะหลัง (Rayong field crops Research Center, 1994) ต้นพันธุ์มันสำปะหลังที่นำมาปลูกต้องมีอายุ 8 - 10 เดือนถือเป็นช่วงอายุที่มีอัตราการงอกสูง มีขนาดความยาว 1.6-2.5 เมตร แล้วนำมาตัดเป็นท่อนสั้นๆ ขนาดความยาว 20-25 เซนติเมตรเพื่อนำไปแปลงปลูกต้องใช้ต้นพันธุ์ 1,600 ท่อน หรือ 225 ต้น หรือ 11

มัด (20 - 25 ต้นต่อมัด) ที่ระยะการปลูก 1x1 เมตร (Field crop, 1983)

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของต้นมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์อายุ 8-10 เดือน ที่เกษตรกรในพื้นที่นำมาเป็นท่อนพันธุ์ มีรายละเอียดแสดงใน Table 1

Table 1 Study the physical characteristics of the varieties of cassava

List	Average
Number of stem per bundle (Stem)	22
Weight per bundle (Kg)	8
Length per bundle (cm)	177
Largest diameter (cm)	27
Smallest diameter (cm)	22

จากข้อมูลข้างต้นและข้อมูลใน Table 1 สามารถนำผลมาออกแบบเครื่องได้ดังนี้

1) ความสามารถในการทำงานของเครื่องปลูกมันสำปะหลัง เลือกใช้ความสามารถในการทำงานของเครื่องปลูกมันสำปะหลังที่ 1 ไร่ต่อชั่วโมง เป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องซบท่อนพันธุ์มันสำปะหลังทั้งต้น

2) จำนวนต้นพันธุ์มันสำปะหลังต่อไร่ ในการปลูกมันสำปะหลัง 1 ไร่ ถ้าปลูกในระยะ 0.8 เมตร x 1.2 เมตร ต้องใช้พันธุ์มันสำปะหลัง 1,670 ท่อน ซึ่งแต่ละท่อนยาว 20 - 25 เซนติเมตร และความยาวของต้นพันธุ์มีความยาว 1 - 2.5 เมตร ถ้าใช้ต้นพันธุ์ที่มีความยาวเฉลี่ย 1.5 เมตร ต้องใช้ต้นพันธุ์ 280 ต้น

3) จำนวนต้นพันธุ์ต่อรอบการซบ การซบท่อนพันธุ์ด้วยสารเคมีในแนวนอนก่อนนำไปปลูก (Chotinun,

2010) การชุบตันพันธุ์ใช้เวลา 10 นาทีต่อหนึ่งรอบการชุบ รวมเวลาในการนำตันพันธุ์มันสำปะหลังเข้าและออกไม่เกิน 5 นาที รวมเป็นเวลา 15 นาที จะสามารถชุบได้ 4 รอบในเวลา 1 ชั่วโมง ดังนั้น 1 รอบการชุบต้องใช้ตันพันธุ์ $280 / 4 = 70$ ตัน ต่อการชุบ 1 ครั้ง

4) ขนาดของอ่างชุบของเครื่องต้นแบบ ใน 1 มัดของตันมันสำปะหลัง มีตันพันธุ์มันสำปะหลัง 20 – 25 ตัน ต้องใช้ 3 – 4 มัดต่อการชุบ 1 รอบ และจากศึกษาขนาดของความยาวของตันมันสำปะหลังอยู่ที่ 1 - 2.5 เมตร และขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางมัดอยู่ที่ 0.2 – 0.4 เมตร ดังนั้นเพื่อการรองรับจำนวนมัดและความยาวของตันมันสำปะหลัง จึงสามารถออกแบบขนาดของอ่างชุบคือ $1.2 \times 2.5 \times 0.8$ เมตร (กว้าง x ยาว x สูง) รองรับการชุบตันพันธุ์ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางมัด 0.2 เมตรได้สูงสุด 12 มัด ตันพันธุ์ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางมัด 0.3 - 0.4 เมตรได้สูงสุด 6-8 มัด ต่อหนึ่งรอบการชุบที่ระดับน้ำยาเติมความจุของอ่างชุบ

5) ขนาดของน้ำหนักการยก จากการเก็บข้อมูลชั่งน้ำหนักตันมันสำปะหลังจะหนัก 5 – 15 กิโลกรัมต่อมัด และในการชุบต่อรอบ 4 - 12 มัด ดังนั้นในการชุบต่อรอบโดยคิดจากน้ำหนักคิดที่ 15 กิโลกรัมต่อมัด ใน 1 รอบจะยกน้ำหนักที่ 60-180 กิโลกรัม สามารถนำข้อมูลไปเลือกรอกสลิงไฟฟ้าที่รองรับการยกสูงสุด 200 กิโลกรัม ซึ่งระบุขนาดมอเตอร์ 800 วัตต์

6) ขนาดของมอเตอร์เกียร์ การคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ต้นกำลังขับเคลื่อนของกลไกขับเคลื่อนชุดเครนหาได้จากสมการที่ (1)

สามารถคำนวณหาขนาดมอเตอร์ได้จาก

- น้ำหนักท่อนพันธุ์รวมโครงสร้างและอุปกรณ์ 180 กิโลกรัม

- รัศมีเฟืองโซ่ขับเคลื่อน 75 มิลลิเมตร

- มีรอบการใช้งานที่ความเร็ว 1.4 รอบต่อวินาที

ดังนั้น จากการคำนวณ มีกำลังของมอเตอร์เกียร์เท่ากับ 1,164.41 วัตต์ เลือกใช้ขนาดมอเตอร์ 2 แรงม้า หรือ 1,492 วัตต์

7) ขนาดของเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า เนื่องจากการชุบท่อนพันธุ์มันสำปะหลังนั้นอาจมีบางช่วงที่ต้องใช้จากรอกสลิงไฟฟ้าและมอเตอร์เกียร์พร้อมกัน ดังนั้นขนาดของเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าหาได้จาก

(1) ขนาดมอเตอร์รอกสลิงไฟฟ้า มีขนาด 800 วัตต์

(2) ขนาดของมอเตอร์เกียร์มีขนาด 1,492 วัตต์

ดังนั้น ขนาดของเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า $800 + 1,492 = 2,292$ วัตต์

จึงเลือกใช้เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าขนาด 2,500 วัตต์

2. ผลการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

จากผลการศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบจึงได้ออกแบบเครื่องต้นแบบด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ออกเป็น 5 ส่วนหลักๆ ของเครื่องชุบท่อนพันธุ์มันสำปะหลังทั้งต้น ดังแสดงใน Fig.1

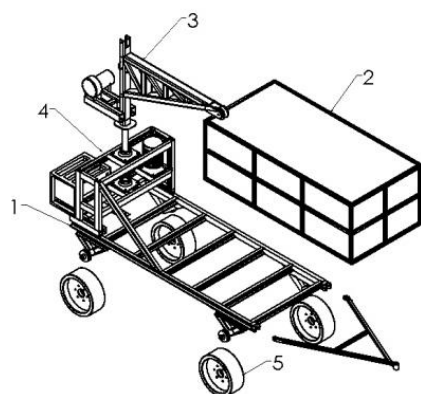


Fig.1 The main components of the prototype.

ซึ่งมีรายละเอียดการออกแบบ ดังนี้

1) ชุดโครงสร้างเครื่องต้นแบบ

สร้างขึ้นจากเหล็กรูปพรรณมีขนาด $3 \times 1.3 \times 0.1$ เมตร ประกอบด้วยโครงสร้างส่วนล่างไว้สำหรับติดตั้งอ่างชุบน้ำยาเคมีและชุดล้อ ส่วนโครงสร้างบนสำหรับติดตั้งชุดเครนและกลไกขับเคลื่อนเครน

2) ชุดอ่างน้ำยาเคมี

สร้างจากเหล็กรูปพรรณขนาด $1.2 \times 2.5 \times 0.8$ เมตร ขนาดความจุ 2,400 ลิตร เป็นส่วนบรรจุน้ำยาเคมีและส่วนชูป้อนพันธุ์มันสำปะหลัง

3) ชุดเครนยกท่อนพันธุ์

สร้างขึ้นจากเหล็กรูปพรรณลักษณะแบบ Pillar Jib Cranes เป็นเครนตั้งเสามีขนาดความสูง 2 เมตร มีแขนยื่นยาว 1.5 เมตร เป็นส่วนยกท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเข้าสู่ชุดอ่างชุบ โครงสร้างส่วนบนเป็นที่ติดตั้งรอกสลิงไฟฟ้าสำหรับยกท่อนพันธุ์ โครงสร้างส่วนล่างเป็นเพลาลูกตอเข้ากับชุดขับเคลื่อนกลไกการหมุนของเครน

4) ชุดกลไกขับเคลื่อนเครน

เป็นชุดเฟืองโซ่ต่อเข้ากับมอเตอร์เกียร์เพื่อส่งกำลังขับเคลื่อนการหมุนของชุดเครนยกท่อนพันธุ์ โดยมีเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าเป็นต้นกำลังให้กับชุดมอเตอร์เกียร์และชุดรอกไฟฟ้าถูกติดตั้งให้บริเวณเดียวกัน

5) ชุดล้อและจุดต่อพ่วง

เป็นชุดรองรับตัวเครื่องติดตั้งล้อยางรถยนต์จำนวน 4 ล้อและติดตั้งแขนลากจูงเป็นจุดต่อพ่วงเข้ากับรถลากเพื่อนำเครื่องต้นแบบเข้าพื้นที่ทำงาน

จากรายละเอียดส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องสามารถประกอบเป็นเครื่องต้นแบบ ดังแสดงใน Fig.2

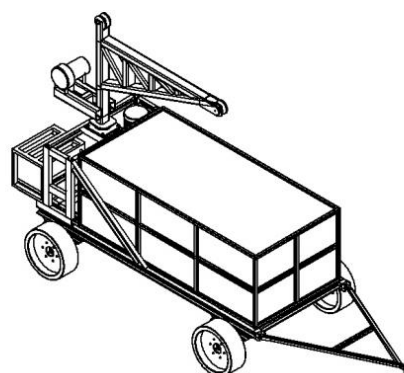


Fig.2 The result of the design cassava stem soaking machine

จากรายละเอียดการออกแบบข้างต้นสามารถสร้างเครื่องต้นแบบ ดังแสดงใน Fig.3



Fig.3 The result of the building cassava stem soaking machine

3. ผลการศึกษาสภาวะในการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องต้นแบบ

เพื่อความสะดวกคล่องกับการทำงานของเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ที่อัตราการทำงาน 1 ไร่ต่อชั่วโมง สามารถแบ่งการซบได้ออกเป็น 4 รอบต่อเวลา 1 ชั่วโมง โดยใช้เวลาในการซบท่อนพันธุ์ 10 นาที และเวลาในการนำท่อนพันธุ์เข้า-ออก 5 นาที รวมเป็น 15 นาที ต่อหนึ่งรอบการซบ สามารถเตรียมท่อนพันธุ์ได้อย่างเพียงพอต่อการทำงานของเครื่องปลูกมันสำปะหลัง 1 เครื่อง

4. ผลการทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องต้นแบบ

หลังจากสร้างเครื่องต้นแบบและทดสอบสภาวะการทำงานของเครื่องต้นแบบแล้ว จึงได้นำเครื่องต้นแบบมาทดสอบภาคสนามที่แปลงทดสอบในการเตรียมท่อนพันธุ์สำหรับปลูก 1 ไร่ จำนวน 10 ครั้ง การทดสอบเครื่องซบท่อนพันธุ์มันสำปะหลังทั้งต้น ได้ทำการเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้ในการทดสอบเครื่องต้นแบบซึ่งได้แสดงใน Table 2 ผลการ

ทดสอบสมรรถนะเครื่องต้นแบบแสดงใน Table 3 และภาพการทดสอบเครื่องต้นแบบแสดงใน Fig.4

Table 2 The study on physical characteristics cassava stems use in the test

List	Average
Number of stem per bundle (Stem)	20
Weight per bundle (Kg)	8.58
Length per bundle (cm)	186.73
Largest diameter (cm)	20.50

Table 3 The test results of efficiency and quality

List	Results
The fuel capacity (Kg/Hr)	137.28
The fuel consumption (L/Hr)	0.42
The cassava stems damage (%)	little
The cassava stems no soaking (%)	20



Fig.4 Performance test results

การประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์การใช้งาน

เครื่องต้นแบบ

1. คำนวณต้นทุนเครื่อง

ราคาแรกซื้อ (P)	=	48,000 บาท
อายุการใช้งาน (N)	=	5 ปี
มูลค่าซาก (S)	=	4,800 บาท
(คิด 10 % ของราคาแรกซื้อ)		
อัตราดอกเบี้ย (r)	=	12%
(อัตราดอกเบี้ย ธกส.)		
ค่าบำรุงรักษา (R)	=	5.76 บาท/ชม.
(1.2% ของราคาแรกซื้อ / 100 ชม.)		
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (F)	=	12.6 บาท/ชม.
(อัตราการสิ้นเปลือง ลิตร/ชม. x 30 บาท/ลิตร)		
ค่าน้ำมันหล่อลื่น (O)	=	1.26 บาท/ชม.
(คิด 10% ของค่าน้ำมันเชื้อเพลิง)		
ค่าแรงงาน (L)	=	37.5 บาท/ชม.
คิดค่าแรง 300 บาท/วัน (300 บาท / 8 ชม.)		
ความสามารถในการทำงาน (Ct)	=	
132.28 กิโลกรัม/ชม.		
(ที่การทำงานของปลูก 1 ไร่ต่อชั่วโมง)		

$$\begin{aligned} \text{ค่าเสื่อมราคา } D &= \left(\frac{P-S}{N} \right) \\ &= \left(\frac{48,000-4,800}{5} \right) \\ &= 8,640 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดอกเบี้ย } I &= \left[\frac{P+S}{2} \right] \times \left(\frac{r}{100} \right) \\ &= \left[\frac{48,000+4,800}{2} \right] \times \left(\frac{12}{100} \right) \\ &= 3,168 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนคงที่ } F_c &= D + I \\ &= 11,808 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

ต้นทุนการใช้เครื่อง A_c , พื้นที่ปลูกใน 1 ปี A

$$\begin{aligned} A_c &= \left(\frac{F_c}{A} \right) + \left(\frac{1}{C_t} \right) [R + F + O + L] \\ A_c &= \left(\frac{11,808}{A} \right) + 54.62 \end{aligned}$$

2. คำนวณต้นทุนการจ้าง

จากผลการสำรวจของผู้วิจัยพบว่า การจ้างแรงงาน คนทำงานในบางพื้นที่ 250 บาท 300 บาท และ 350 บาท ตามลำดับ การนำมาคำนวณคิดค่าจ้างในพื้นที่การจ้าง 300 บาทต่อคน และความสามารถของแรงงานตัดและซบถอนพันธุ์นั้นพบว่า แรงงานคน 16 คน สามารถเตรียมถอนพันธุ์ใช้ปลูกได้ 10 ไร่

ดังนั้นในพื้นที่ 10 ไร่

ต้นทุนในการจ้างแรงงานตัด 4,800 บาท

รวมต้นทุน 480 บาท/ไร่

3. คำนวณหาจุดคุ้มทุน

$$\begin{aligned} A_c &= \left(\frac{11,808}{A} \right) + 54.62 \\ 480 &= \left(\frac{11,808}{A} \right) + 54.62 \\ A &= 27.76 \text{ ไร่/ปี} \end{aligned}$$

ดังนั้นจุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องต้นแบบมีค่าเท่ากับ 27.76 ไร่/ปีเมื่อเทียบกับการซบถอนพันธุ์โดยใช้คน

4. คำนวณระยะเวลาคืนทุนของการใช้เครื่องต้นแบบ

ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period, PBP) คือ ระยะเวลาจากการเริ่มต้นลงทุนถึงเวลาที่ผลประโยชน์สุทธิ (Net Benefits) ของการใช้เครื่องต้นแบบมีค่าเท่ากับการลงทุน คำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{จำนวนเงินลงทุน}}{\text{ผลประโยชน์สุทธิเฉลี่ยต่อปี}} \dots\dots\dots(6)$$

$$\begin{aligned} \text{ผลประโยชน์สุทธิ} &= \text{ผลประโยชน์(บาท/ปี)} \\ &\quad - \text{ต้นทุน การใช้เครื่องมือ} \dots\dots\dots(7) \end{aligned}$$

ผลประโยชน์ = พื้นที่เพาะปลูก x ค่าจ้าง(8)
 ต้นทุนการใช้เครื่อง = ดอกเบี้ย + ค่าซ่อมบำรุง
 + ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง
 + ค่าน้ำมันหล่อลื่น
 + ค่าแรงงาน (9)
 ค่าดอกเบี้ย = (48,00 บาท x 0.12 ปี)
 = 5,760 บาท/ปี
 ค่าบำรุงรักษา = (5.76 บาท/ชม.) x (1 ชม./ไร่)
 = 5.76 บาท/ไร่
 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง = (0.42 ลิตร/ไร่) x (30 บาท/ลิตร)
 = 12.6 บาท/ไร่
 ค่าแรงงาน = (37.5 บาท/ชม.) x (1 ชม./ไร่)
 = 37.5 บาท/ไร่
 แทนค่าต่างๆ ที่เกี่ยวกับสมการที่ 9 = ต้นทุนการใช้เครื่อง
 แทนค่าต่างๆ ที่เกี่ยวกับสมการที่ 8 = ผลประโยชน์
 แทนค่าต่างๆ ที่เกี่ยวกับสมการที่ 8 = ผลประโยชน์สุทธิ
 แทนค่าต่างๆ ที่เกี่ยวกับสมการที่ = ระยะเวลาคืนทุน
 ซึ่งได้คำนวณและแทนค่าแสดงออกมาเป็น
 แผนภูมิแสดงใน Fig. 6

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบและ
 พัฒนาเครื่องขุดท่อน้ำมันสำหรับทั้งต้นพบว่า
 ตัวเครื่องขุดท่อน้ำมันสำหรับทั้งต้นมีขนาด (กว้าง x ยาว
 x สูง) 1.3 x 2.5 x 3 เมตรและมีจุดต่อพ่วงสำหรับลากจูง
 เข้าพื้นที่ทำงานได้ สามารถเข้าทำงานพื้นที่ทางเข้าขนาด
 แคบได้เนื่องจากขนาดของเครื่องไม่ใหญ่มาก รองรับการทำงาน
 ขุดท่อน้ำมันสำหรับทั้งต้นที่มีความยาวสูงสุด 2.5 เมตร

ด้วยขนาดของอ่างขุด (กว้าง x ยาว x สูง) 1.2 x 2.5 x
 0.8 เมตร มีความจุ 2,400 ลิตร และติดตั้งเครื่องกำเนิด
 กระแสไฟฟ้าขนาด 2,500 วัตต์ เป็นแหล่งพลังงานสำหรับ
 ขับมอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อนกลไกการเคลื่อนที่ของครนใน
 การทำงานของเครื่องขุดท่อน้ำมันสำหรับทั้งต้น ดังแสดง
 ใน Fig. 1

ผลการเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพของพื้นที่
 สำหรับขุดท่อน้ำมันสำหรับทั้งต้นที่ขุดทดสอบ Table 2 โดยใช้พื้นที่
 สำหรับขุดท่อน้ำมันสำหรับทั้งต้น 50 มีค่าเฉลี่ย 20 ต้นต่อมัด มี
 เส้นผ่านศูนย์กลางมัดเฉลี่ย 20.50 เซนติเมตร จึงใช้
 จำนวน 4 มัด (80 ต้น) ต่อหนึ่งรอบการขุด ดังนั้นจาก
 ข้อมูลตรงนี้สามารถกำหนดปริมาณความสูงของน้ำยาเคมี
 ที่ระดับ 25 เซนติเมตร จากพื้นอ่างเพื่อให้มีความ
 เหมาะสม ประหยัด และคุ้มค่ากับการใช้น้ำยาเคมี โดยไม่
 สูญเปล่า มีขนาดความยาวเฉลี่ย 186.63 เซนติเมตร และ
 น้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 8.58 กิโลกรัม

ผลการทดสอบ Table 3 ความสามารถในการ
 ทำงานของเครื่องอยู่ที่ 137.28 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือ
 320 ต้นต่อชั่วโมงรองรับการทำงานของเครื่องปลูก
 สำหรับขุดท่อน้ำมันสำหรับทั้งต้น 1 ไร่ต่อชั่วโมง ได้ 1
 เครื่อง มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ 0.42 ลิตรต่อ
 ชั่วโมง วัดผลจากการติดเครื่องยนต์ตลอดการทำงานของ
 เครื่องต้นแบบในเวลาหนึ่งชั่วโมง และอัตราความเสียหาย
 ของท่อน้ำมันจากการทำงานของเครื่องมีค่าน้อยมาก
 เพราะบริเวณที่เสียหายส่วนมากเป็นตาของท่อน้ำมันแต่
 เมื่อนำไปปลูกต้องตัดเป็นท่อนสั้นๆแต่ละท่อนมีตา
 มากกว่า 10 ตา ทำให้ตาที่เสียหายไม่มีผลต่อการงอกของ
 ท่อนน้ำมันจึงสามารถประมาณเป็นร้อยละ 0 ในส่วนอัตรา
 ของท่อนน้ำมันที่ไม่ถูกขุดอยู่ที่ร้อยละ 20 เนื่องจากท่อน

พันธุ์บางต้นมีน้ำหนักเบาและมีลักษณะโค้งงอ จึงไม่สามารถขุดลงในน้ำยาเคมีได้

เมื่อประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์การใช้เครื่องขุดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเทียบกับการใช้แรงงานคนปลูกพบว่า สำหรับพื้นที่ที่มีค่าจ้างแรงงาน 250, 300 และ 350 บาทต่อวัน ตามลำดับ จุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องต้นแบบอยู่ที่พื้นที่การปลูก 23.36, 27.76 และ 31.19 ไร่ต่อปี ตามลำดับ แสดงใน Fig.5 และระยะเวลาการคืนทุนของการใช้เครื่องต้นแบบ เมื่อใช้งานในพื้นที่ 350 ไร่ต่อปี จะมีระยะเวลาคืนทุน 1.4 ปี ถ้าจำนวนพื้นที่การทำงานต่อปีน้อยลงจะส่งผลให้ระยะเวลาในการคืนทุนเพิ่มขึ้น โดยถ้าพื้นที่ในการทำงานลดลงเหลือ 100 ไร่ จะมีระยะเวลาคืนทุน 2.2 ปี ดังแสดงใน Fig.6

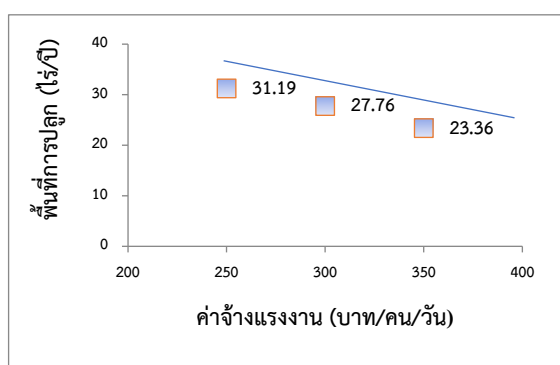


Fig.5 Show the break-even point of the machine

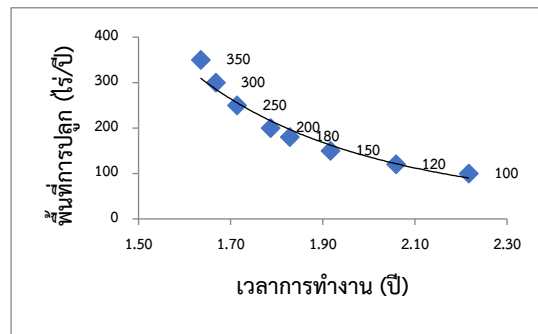


Fig.6 Show consequence payback of the machine

สรุปผลการวิจัย

เครื่องขุดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังทั้งต้นที่ได้ออกแบบและพัฒนา สามารถลดขั้นตอนในการขุดท่อนซึ่งขุดได้ทั้งต้นโดยไม่ต้องสับเป็นท่อนเล็กๆ ลดแรงงานเพราะใช้แรงงานเพียง 1 คนก็สามารถทำงานได้ถือเป็นการลดต้นทุนด้านค่าแรงได้เป็นอย่างดีและไม่ต้องสัมผัสกับสารเคมีโดยตรงทำให้มีความสะดวก ความปลอดภัยในการขุดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง เครื่องต้นแบบขนาด 1.2 x 3 x 3 เมตร รองรับอ่างขุดขนาด 2,400 ลิตร ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 2,500 วัตต์ เป็นต้นกำลังให้กับรอกสลิงไฟฟ้าและมอเตอร์เกียร์และจุดต่อพ่วงสำหรับลากเครื่องความสามารถในการทำงาน 137.28 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 0.42 ลิตรต่อชั่วโมง อัตราความเสียหายของท่อนพันธุ์มีค่าน้อยมากประมาณค่าอยู่ที่ร้อยละ 0 และอัตราท่อนพันธุ์ที่ไม่ถูกขุดร้อยละ 20 ผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ จุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องขุดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเปรียบเทียบกับแรงงานคนในพื้นที่ค่าแรง 300 บาทต่อวันอยู่ที่ 27.76 ไร่

ต่อปี และระยะเวลาในการคืนทุนภายใน 2.2 ปี โดยมีพื้นที่
การทำงาน 100 ไร่ต่อปี

3. ควรมีการทดสอบเครื่องกับพันธุ์มันสำปะหลัง
ชนิดอื่น เพื่อนำข้อมูลไว้ใช้กับพันธุ์มันสำปะหลังชนิดนั้น

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการหยุดเครื่องยนต์ของเครื่องกำเนิด
กระแสไฟฟ้า ขณะนำท่อนพันธุ์ลงไปชุบในอ่างเพื่อลดการ
สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

2. ควรมีการรวมกลุ่มกันสำหรับชุบท่อนพันธุ์เพื่อ
ความคุ้มค่าสำหรับการซื้อสารเคมี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ได้
ให้งบประมาณสนับสนุนโครงการวิจัยและขอขอบคุณ
บุคลากรภายในมหาวิทยาลัยทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุน
ในด้านต่างๆ จนโครงการวิจัยนี้ประสบความสำเร็จในการ
ดำเนินการอย่างดี ทางผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

References

- Chotinun, N. 2010. Plating cassava stem subdue aphids [Online]. [Accessed August 26, 2013]. Available from: http://it.doa.go.th/pibai/pibai/n13/v_5-june/rai.html (in Thai)
- Field crop. 1983. Cassava. Technical paper book 7. Department of Agriculture. 117 p. (in Thai)
- Nuntasukoun, S., and Sutivaree, P. 2005. Sugarcane varieties phrases before planting machine. Agricultural Engineering Research Institute, Department of agriculture, Bangkok. (in Thai)
- Office of agricultural economics. 2012. Statistics of export - tapioca: quantity and value of exports monthly [Online]. [Accessed September 4, 2010]. Available from: http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php. (in Thai)
- Rayong field crops Research Center. 1994. Technical paper tapioca. Field crops Research Institute of the Department of agriculture. 210 p. (in Thai)