

การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์

สามารถ บุญอาจ*

สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา 3000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ โดยมี ส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน ได้แก่ ชุดยกร่องปลูก ชุดเปิดหน้าดิน ชุดกลไกการตัดและผลักร่อนพันธุ์ปลูก ชุดโครงสร้างและระบบส่ง กำลัง

ผลการทดสอบสมรรถนะการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องปลูกมันสำปะหลังพบว่า ช่วงความเร็วในการทำงานที่เหมาะสมคือ 0.90-1.20 กิโลเมตรต่อชั่วโมงที่ระดับเกียร์ 2 ต่ำ

ผลการทดสอบสมรรถนะและคุณภาพการปลูกในภาคสนามของเครื่องปลูกมันสำปะหลัง พบว่า ความสามารถในการ ทำงานเชิงพื้นที่ 0.8 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพในการทำงานร้อยละ 80 การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3.5 ลิตรต่อไร่ ท่อนพันธุ์ที่ ปลูกตั้งร้อยละ 90 ท่อนพันธุ์ที่ปลูกล้มร้อยละ 7 ท่อนพันธุ์ที่สูญหายร้อยละ 3 ท่อนพันธุ์ที่เสียหายร้อยละ 1 ท่อนพันธุ์ที่งอกร้อยละ 90 ท่อนพันธุ์ทำมุมกับพื้นดิน 65 องศา ความลึกท่อนพันธุ์ปลูก 13 เซนติเมตร

ผลการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์พบว่า จุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องปลูกมันสำปะหลังคือ 32.39 ไร่ต่อปี และ ระยะเวลาในการคืนทุนภายใน 2 ปี เมื่อทำงาน 250 ไร่ต่อปี

คำสำคัญ : มันสำปะหลัง, เครื่องปลูกมันสำปะหลัง

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: bsamart@sut.ac.th

Design and Development of a Tractor-mounted Cassava Planter

Samart Bun-art *

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

Abstract

In this research, a tractor-mounted cassava planter were designed, built, and tested. The planter prototype consisted mainly of soil furrow and ridge set, soil opener set, stem cutting and pushing set and transmission mechanism set.

The test of machine appropriate condition showed that the appropriate speed ranged from 0.90-1.20 km/hr at the 2nd gear speed (low).

The field test showed that the field capacity of 0.8 rai/h and field efficiency of 80% . The fuel consumption was found to be 3.5 L/rai. The cassava stakes with completely planted were 90% , 7% uncomplete planted, 3% stakes loss and cassava stakes damage with 1%. The germination was 90%. The angled planting was 65 degree, respecting to horizontal ground and the planting depth was 13 cm.

Economic analysis showed that the break even point of the machine was 32.39 rai/year with a consequence of payback period within 2 years at 250 rai/year.

Keywords: Cassava, Cassava planter

* Corresponding author: E-mail: bsamart@sut.ac.th

มันสำปะหลังเป็นพืชอาหารที่สำคัญของโลกและยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยอีกด้วย ซึ่งประเทศไทยสามารถผลิตมันสำปะหลังได้เป็นอันดับ 2 ของโลกรองจากประเทศไนจีเรีย แต่เป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก ครองส่วนแบ่งทางการตลาด ร้อยละ 70 มีมูลค่าการส่งออกรวมมากกว่า 70,000 ล้านบาทต่อปี และมีพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด 8.7 ล้านไร่ ครอบคลุม 45 จังหวัด มีเกษตรกรปลูกถึง 0.48 ล้านครัวเรือนหรือคิดเป็นร้อยละ 8 ของเกษตรกรทั้งประเทศ มีผลผลิตรวมทั้งประเทศกว่า 30 ล้านตันต่อปี โดยมีพื้นที่เพาะปลูกอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ร้อยละ 52 ภาคกลาง ร้อยละ 26 และภาคเหนือ ร้อยละ 22 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) หัวมันสดที่ผลิตได้ในแต่ละปีนั้นจะถูกนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มันอัดเม็ด แป้งมันและมันเส้น เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในภาคอุตสาหกรรมอาหาร อาหารสัตว์ อุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ อีกทั้งยังเป็นวัตถุดิบในการผลิตแอลกอฮอล์เกรดสูงสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางอีกด้วย ผลิตภัณฑ์ที่ได้ส่วนหนึ่งจะใช้เพื่อการบริโภคในประเทศและส่วนที่เหลือส่งออกสร้างรายได้เข้าประเทศ นอกจากนี้มันสำปะหลังจะเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญที่ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมดังกล่าวแล้ว ยังจัดเป็นพืชพลังงานที่สำคัญโดยมันสำปะหลังจัดเป็นพืชที่มีความเหมาะสมที่สุดในการนำมาถลุงเอทานอล เพื่อใช้เป็นส่วนผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 ในการผลิตน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่มีออกเทนเท่ากับน้ำมันเบนซิน 95 สามารถลดการนำเข้สาร MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) ที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และปัจจุบันได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐบาลให้มีการส่งเสริมการผลิตมันสำปะหลังและขยายวงกว้างมากขึ้นอีกทั้งยังมีแนวโน้มว่าพื้นที่การปลูกมันสำปะหลังจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ อีกด้วย (ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง, 2537)

การปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยจะปลูกตามฤดูกาลซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ช่วง โดยจะปลูกในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน หากปลูกล่าช้าไม่ทันตามฤดูกาล อาจเกิดความเสียหายต่อต้นพันธุ์จะทำให้ท่อนพันธุ์ที่ปลูกมีอัตราการงอกต่ำและแห้งตาย ส่งผลให้เกิดการสูญเสียทั้งค่าใช้จ่ายค่าจ้างแรงงาน และส่งผลให้กระบวนการผลิตมันสำปะหลังต้องล่าช้าออกไป กระบวนการปลูกมันสำปะหลังจะเริ่มตั้งแต่การเตรียมดิน ยกร่องปลูก ตัดท่อนพันธุ์ และปลูกท่อนพันธุ์โดยการปักท่อนพันธุ์ลงดิน ซึ่งการปักท่อนพันธุ์นั้นต้องปักด้านโคนของท่อนพันธุ์ลงในดินที่มีการยกร่องแล้ว หากปักท่อนพันธุ์ด้านยอดลงจะทำให้ท่อนพันธุ์ไม่มีการงอกและ

ท่อนพันธุ์จะแห้งตายได้ วิธีการปลูกมันสำปะหลังที่เหมาะสมและให้ผลผลิตสูงนั้นจะปลูกโดยวิธีการปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลังให้ตั้งตรงหรือมีมุมเอียงได้ไม่เกิน 45 องศา ให้มีความลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตร สำหรับการปลูกในต้นฤดูฝน และความลึกประมาณ 10-15 เซนติเมตร สำหรับการปลูกปลายฤดูฝน การปักให้ท่อนพันธุ์ตั้งตรงหรือเอียงเล็กน้อยจะทำให้รากและหัวออกรอบโคนลำต้นได้อย่างสมดุลดีกว่าการปักเอียง (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

จากการศึกษาเบื้องต้นของผู้วิจัยพบว่า เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังนั้นมีรถแทรกเตอร์เพื่อใช้เป็นต้นกำลังในการทำกิจกรรมทางการเกษตรอยู่แล้ว แต่ในปัจจุบันขั้นตอนการปลูกมันสำปะหลังนั้นยังใช้แรงงานคนเป็นหลัก ซึ่งพื้นที่การปลูกที่มีขนาดกลางและขนาดใหญ่ต้องใช้เวลาและแรงงานจำนวนมาก จากผลของการขยายตัวในภาคอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ ทำให้กระบวนการปลูกมันสำปะหลังและพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ ประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานและยังไม่พบว่ามีเครื่องปลูกมันสำปะหลังมาใช้ทดแทนแรงงานคนในกระบวนการปลูกมันสำปะหลังแต่อย่างใด จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ เพื่อช่วยให้เกษตรกรสามารถปลูกได้ทันฤดูกาล ลดต้นทุนการผลิต ลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานคนในกระบวนการปลูกมันสำปะหลัง และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังได้ต่อไป

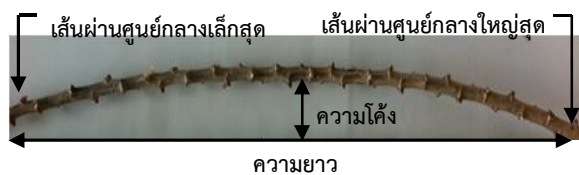
วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงได้วางแผนวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบ

การศึกษาในขั้นตอนนี้เพื่อหาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบโดยใช้ข้อมูลจากรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องและการศึกษาของผู้วิจัยโดยตรง ได้แก่ ลักษณะการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรในปัจจุบัน และลักษณะทางกายภาพของต้นพันธุ์มันสำปะหลังที่ประกอบด้วย ความยาว ความโค้ง น้ำหนักต่อต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สุดและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กสุดของต้นพันธุ์มันสำปะหลังที่มีอายุระหว่าง 8-10 เดือน โดยลักษณะทางกายภาพต้นพันธุ์ แสดงในภาพที่ 1 ทำการศึกษาโดยสุ่มวัดต้นพันธุ์ที่เกษตรกรเตรียมจะปลูก จำนวนไม่น้อยกว่า 100 ต้นพันธุ์ ในบริเวณพื้นที่ปลูก

มันสำปะหลังใกล้เคียงมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
จังหวัดนครราชสีมา



ภาพที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของต้นพันธุ์มันสำปะหลัง

2. ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

จากการศึกษาข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบแล้ว จึงดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องปลูกมันสำปะหลัง ต้นแบบขึ้น ซึ่งกำหนดเกณฑ์และรายละเอียดในการ ออกแบบดังต่อไปนี้

- เครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบสามารถยกทรง ให้พร้อมปลูกได้ในขั้นตอนเดียว

- กลไกการตัดและผลักท่อนพันธุ์ปลูกสามารถ ทำงานได้ในขั้นตอนเดียวโดยใช้แรงงานคนป้อนต้นพันธุ์เข้าสู่ กลไกเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบ

- ใช้รถแทรกเตอร์ขนาดกลางเป็นต้นกำลัง

- มีผู้ปฏิบัติงาน 2 คน

- เครื่องต้นแบบติดตั้งกับจุดต่อพวงแบบ 3 จุดของ รถแทรกเตอร์ได้

3. ศึกษาสถานะในการทำงานที่เหมาะสมของ เครื่องต้นแบบ

สถานะในการทำงานที่เหมาะสมหมายถึงความเร็ว ของเครื่องปลูกมันสำปะหลังที่ให้คุณภาพการปลูกดีที่สุด โดยหลังจากที่ได้ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบรวมถึง การทดสอบการทำงานในเบื้องต้นแล้ว จะศึกษาสถานะการ ทำงานที่เหมาะสมของเครื่องต้นแบบ โดยนำเครื่องต้นแบบ ไปทดสอบการทำงานที่ความเร็วต่าง ๆ กัน โดยใช้การ เปลี่ยนระดับเกียร์ 3 ระดับ คือ L1, L2 และ L3 และรักษา ความเร็วรอบเครื่องยนต์ให้คงที่ระหว่าง 1,000-1,200 รอบ ต่อนาที (ความเร็วรอบดังกล่าวเป็นช่วงที่รถแทรกเตอร์ที่ใช้ ทดสอบให้กำลังได้ดีที่สุด)

โดยค่าสัมผลของการศึกษานี้ จะนำไปเปรียบเทียบ คุณภาพของการปลูกของเครื่องต้นแบบเพื่อหาสถานะในการ ทำงานที่เหมาะสมที่สุดต่อไป

4. ทดสอบ และประเมินสมรรถนะของเครื่องต้นแบบ

หลังจากการทดสอบสถานะในการทำงานที่ เหมาะสมของเครื่องต้นแบบแล้ว จะดำเนินการทดสอบการ ทำงานของเครื่องต้นแบบในภาคสนามเพื่อหาสมรรถนะ ประสิทธิภาพในการทำงาน และคุณภาพของการปลูกของ เครื่องต้นแบบ (วินิต ชินสุวรรณ, 2530) โดยมีค่าสัมผลดังนี้

4.1 ความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่

$$C_a = \frac{A}{T_t}$$

เมื่อ C_a = ความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่ (ไร่ต่อชั่วโมง)
 A = พื้นที่การทำงาน (ไร่)
 T_t = เวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมด (ชั่วโมง)

4.2 ประสิทธิภาพในการทำงาน

$$E_f = \frac{T_e}{T_t} \times 100$$

เมื่อ E_f = ประสิทธิภาพในการทำงาน (ร้อยละ)
 T_e = เวลาที่ใช้ในการทำงาน (ชั่วโมง)
 T_t = เวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมด (ชั่วโมง)

4.3 การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

$$F_c = \frac{O}{A}$$

เมื่อ F_c = อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตรต่อไร่)
 O = น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร)
 A = พื้นที่การทำงาน (ไร่)

4.4 ท่อนพันธุ์ที่ปลูกตั้ง (ร้อยละ)

4.5 ท่อนพันธุ์ที่ปลูกล้ม (ร้อยละ)

4.6 ท่อนพันธุ์ที่สูญหาย (ร้อยละ)

4.7 ท่อนพันธุ์ที่เสียหาย (ร้อยละ)

4.8 ท่อนพันธุ์ที่งอก (ร้อยละ)

4.9 มุมท่อนพันธุ์ที่ศทางตั้งฉากกับพื้นดิน (องศา)

4.10 ความลึกของการปลูกท่อนพันธุ์ (เซนติเมตร)

1. ผลการศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบ

จากการศึกษาข้อมูลเอกสารวิชาการการปลูกมันสำปะหลังของกรมวิชาการเกษตรพบว่า วิธีการปลูกมันสำปะหลังที่เหมาะสมและให้ผลผลิตสูงคือการปลูกโดยวิธีการปักท่อนพันธุ์มันสำปะหลังให้ตั้งตรงหรือเอียงได้ไม่เกิน 45 องศา ให้มีความลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตร สำหรับการปลูกในต้นฤดูฝน และความลึกประมาณ 10-15 เซนติเมตร สำหรับการปลูกปลายฤดูฝน การปักท่อนพันธุ์ตั้งตรงทำให้รากและหัวออกรอบโคนอย่างสมดุลดีกว่าการปักเอียง และระยะปลูกที่เหมาะสมคือระยะปลูกประมาณ 1x1 เมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

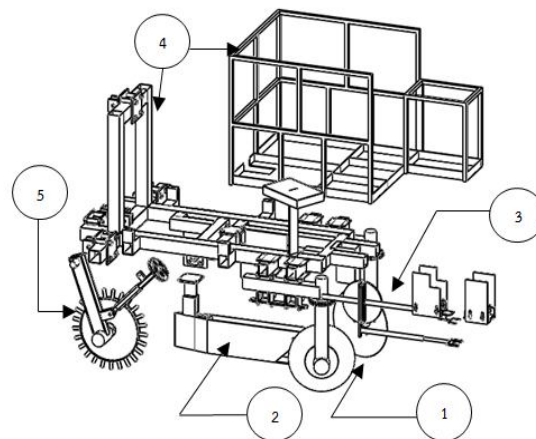
และจากการสุ่มวัดขนาดความยาวของต้นพันธุ์ที่มีอายุระหว่าง 8-10 เดือน ที่เกษตรกรจะนำมาตัดเป็นท่อนพันธุ์เพื่อใช้ในการปลูก ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของต้นพันธุ์มันสำปะหลัง

รายการ	เฉลี่ย
ความยาวของต้นพันธุ์ (เซนติเมตร)	114.50
ความโค้งของต้นพันธุ์ (เซนติเมตร)	8.20
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สุด (เซนติเมตร)	2.90
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กสุด (เซนติเมตร)	1.43
น้ำหนักต่อต้น (กิโลกรัม)	0.25

2. ผลการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

จากการกำหนดเกณฑ์ในการออกแบบและจากผลการศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบแล้ว จึงได้ออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบโดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วนหลักๆ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบหลักต่าง ๆ ของเครื่องต้นแบบ : 1) ชุดยกร่องปลูก 2) ชุดเปิดหน้าดิน 3) ชุดกลไกการตัดและผลักท่อนพันธุ์ปลูก 4) ชุดโครงสร้างเครื่องต้นแบบ 5) ชุดระบบส่งกำลัง

ซึ่งมีรายละเอียดการออกแบบ ดังนี้

1) ชุดยกร่องปลูก

ในส่วนการยกร่องปลูกของเครื่องต้นแบบโดยใช้ผลจานคู่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว โดยวางตำแหน่งผลจวนคู่ไว้ด้านหลังของตัวเครื่อง สามารถปรับระดับความลึกและปรับหน้ากว้างในการทำงานได้ ซึ่งเกษตรกรจะสามารถปรับระดับตามความเหมาะสมของการปลูกได้ด้วย

2) ชุดเปิดหน้าดิน

การเปิดหน้าดินของเครื่องต้นแบบนี้ ออกแบบให้อยู่จุดตรงกลางของเครื่องต้นแบบ สามารถปรับระดับความลึกได้ ซึ่งอุปกรณ์เปิดหน้าดินนอกจากเปิดหน้าดินแล้วจะทำหน้าที่เป็นตัวหยุดต้นพันธุ์ (Stopper) ที่ถูกส่งจากช่องป้อนต้นพันธุ์โดยแรงงานคน พร้อมเป็นตัวประคองท่อนพันธุ์ที่ถูกกลไกตัดและผลักท่อนพันธุ์ปลูกไม่ให้เอียงออกด้านข้างด้วย

3) ชุดกลไกการตัดและผลักท่อนพันธุ์ปลูก

เป็นกลไก Four-Bar-Linkage แบบ Scotch yoke ที่มีหลักการทำงานแบบเปลี่ยนการเคลื่อนที่จากการหมุนเป็นการเคลื่อนที่แบบซิกไป-กลับ (มงคล กวางวโรภาส, 2545) โดยติดตั้งใบมีดตัดท่อนพันธุ์มุมใบมีดตัด 20 องศา พร้อมตัวประคองและผลักท่อนพันธุ์เข้าสู่ดินที่ยกร่องปลูกที่ตัวกลไกและติดตั้งชุดใบมีดรับท่อนพันธุ์จากตัดที่โครงสร้างของตัวเครื่องโดยทำหน้าที่เป็นใบมีดรับสำหรับตัดท่อนพันธุ์ให้ขาดออกจากกัน การทำงานของกลไกจะรับกำลังการขับเคลื่อน (Ground Wheel)

4) ชุดโครงสร้างเครื่องต้นแบบ

โครงสร้างของตัวเครื่องต้นแบบสร้างขึ้นจากเหล็กรูปพรรณต่าง ๆ ประกอบด้วยโครงสร้างส่วนล่างสำหรับ

ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องต้นแบบและโครงสร้าง ส่วนบนสำหรับรองรับต้นพันธุ์ที่ใช้ปลูก

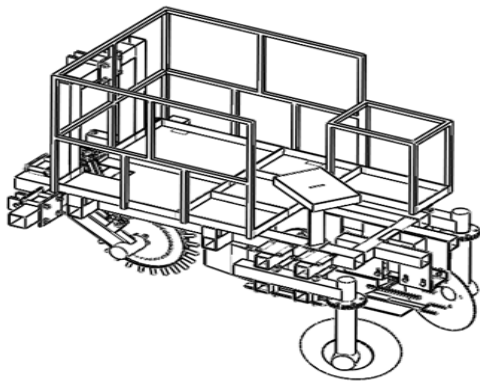
5) ชุดระบบส่งกำลัง

ระบบส่งกำลังเครื่องต้นแบบจะใช้ล้อขับเคลื่อน (Ground Wheel) ในการส่งกำลังผ่านโซ่และเฟืองทดไปขับ กลไกการตัดและพลิกท่อนพันธุ์ปลูก

จากรายละเอียดการออกแบบจะได้ลักษณะเครื่องต้นแบบ ดังแสดงในภาพที่ 3

3. ผลการศึกษาสภาวะในการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องต้นแบบ

เมื่อการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเสร็จสิ้นแล้ว จึงได้ดำเนินการทดสอบสภาวะในการทำงานที่เหมาะสมของ เครื่องต้นแบบตามปัจจัยที่ได้กำหนดไว้ โดยผลการศึกษา แสดงในตารางที่ 2



ภาพที่ 3 ผลการออกแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบ

จากผลการออกแบบสามารถสร้างเครื่องปลูกมันสำปะหลัง ต้นแบบ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผลการสร้างเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสภาวะในการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องต้นแบบ

รายการ	เกียร์		
	L1	L2	L3
ความเร็ว (กม./ชม.)	0.60-0.75	0.90-1.20	1.30-1.90
ท่อนพันธุ์ที่ปลูกตั้ง (ร้อยละ)	50.00	87.00	58.00
ท่อนพันธุ์ที่ปลูกล้ม (ร้อยละ)	49.00	7.00	20.00
ท่อนพันธุ์ที่สูญหาย (ร้อยละ)	1.00	6.00	22.00
ท่อนพันธุ์ที่เสียหาย (ร้อยละ)	1.00	1.00	1.00
มูมท่อนพันธุ์ปลูก (องศา)	35	63	66
ความลึกท่อนพันธุ์ปลูก (ซม.)	15	14	12

จากตารางที่ 2 พบว่า การทำงานของเครื่องต้นแบบ จะทำงานได้ดีที่ความเร็วของรถแทรกเตอร์ระหว่าง 0.90-1.20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระดับเกียร์ L2 ความสามารถในการปลูกตั้งของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังดีที่สุดร้อยละ 87 ท่อนพันธุ์ทำมูมกับพื้นดิน 63 องศา และความลึกของท่อนพันธุ์ที่ปลูกนั้น มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ผลการทดสอบ แสดงให้เห็นว่าเครื่องต้นแบบมีความเหมาะสมกับการทำงานร่วมกับรถแทรกเตอร์ที่มีความเร็วระหว่าง 0.90-1.20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่ระดับเกียร์ L2

4. ผลการทดสอบ และประเมินสมรรถนะของเครื่องต้นแบบ

หลังจากทดสอบสภาวะในการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องต้นแบบแล้ว จึงได้นำเครื่องต้นแบบมาทดสอบ ภาคสนามที่แปลงทดสอบภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ช่วงความเร็วการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ 0.90-1.20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระดับเกียร์ L2 เพื่อหาสมรรถนะ ประสิทธิภาพ และคุณภาพการปลูกโดยการทดสอบแสดงในภาพที่ 5 และภาพที่ 6 ผลการทดสอบในภาคสนามแสดงในตารางที่ 3



ภาพที่ 5 การทดสอบสมรรถนะเครื่องต้นแบบ

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการทดสอบสมรรถนะ ประสิทธิภาพและคุณภาพการปลูกของเครื่องต้นแบบในภาคสนามอยู่ในระดับที่ดีมาก โดยเครื่องต้นแบบมีความสามารถในการทำงาน 0.8 ไร่ต่อชั่วโมงและประสิทธิภาพในการทำงานร้อยละ 80 เนื่องมาจากเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ไม่เกิดการติดขัดของกลไกในระหว่างทำงาน ผู้ปฏิบัติงานสามารถป้อนท่อนพันธุ์ได้ตลอดเวลา ส่งผลให้สามารถลดเวลาที่สูญเสียลงได้ นำไปสู่ค่าสมรรถนะและประสิทธิภาพที่ดีดังกล่าว



ภาพที่ 6 คุณภาพการปลูกของเครื่องต้นแบบ

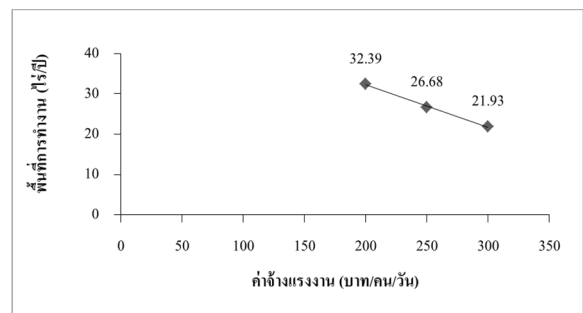
ตารางที่ 3 ผลการทดสอบสมรรถนะ ประสิทธิภาพและคุณภาพการปลูกของเครื่องต้นแบบในภาคสนาม

รายการ	ผล
ความสามารถในการทำงาน (ไร่ต่อชั่วโมง)	0.8
ประสิทธิภาพในการทำงาน (ร้อยละ)	80
การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตรต่อไร่)	3.5
ท่อนพันธุ์ที่ปลูกตั้ง (ร้อยละ)	90
ท่อนพันธุ์ที่ปลูกล้ม (ร้อยละ)	7
ท่อนพันธุ์ที่สูญหาย (ร้อยละ)	3
ท่อนพันธุ์ที่เสียหาย (ร้อยละ)	1
ท่อนพันธุ์ที่งอก (ร้อยละ)	90
ท่อนพันธุ์ที่จมกับพื้นดิน (องศา)	65
ความลึกท่อนพันธุ์ปลูก (เซนติเมตร)	13

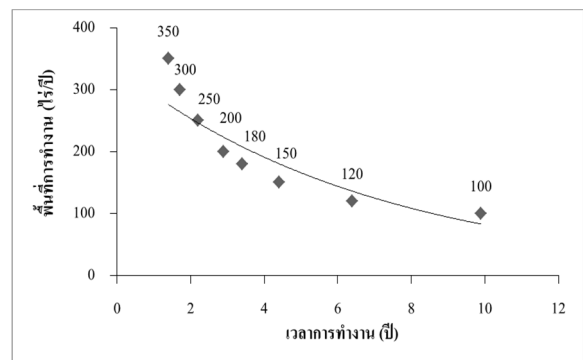
คุณภาพของการปลูกพบว่าท่อนพันธุ์สามารถปลูกตั้งได้ร้อยละ 90 ปลูกล้มร้อยละ 7 และมีท่อนพันธุ์สูญหายเพียงร้อยละ 3 เนื่องมาจากกลไกในส่วนของชุดยกทรงปลูก

สามารถกลับท่อนพันธุ์ได้ดีจึงทำให้คุณภาพของการปลูกอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและเป็นที่ยอมรับของเกษตรกรได้

เมื่อประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์การใช้เครื่องปลูกมันสำปะหลังเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนปลูกพบว่า สำหรับพื้นที่การปลูกมันสำปะหลังที่มีค่าจ้างแรงงานคนปลูก 200, 250, และ 300 บาทต่อวัน ตามลำดับ จุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องต้นแบบอยู่ที่พื้นที่การทำงาน 32.39, 26.68, และ 21.93 ไร่ต่อปี ตามลำดับ แสดงในภาพที่ 7 และระยะเวลาการคืนทุนของการใช้เครื่องต้นแบบเมื่อใช้งานในพื้นที่ 250 ไร่ต่อปี จะมีระยะเวลาคืนทุน 2 ปี ถ้าจำนวนพื้นที่การทำงานต่อปีน้อยลงจะส่งผลให้ระยะเวลาในการคืนทุนเพิ่มขึ้นโดยถ้าพื้นที่ในการทำงานลดลงเหลือ 150 ไร่ จะมีระยะเวลาคืนทุน 4.4 ปี ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 7 จุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องต้นแบบเปรียบเทียบกับ การจ้างแรงงานคน



ภาพที่ 8 ระยะเวลาการคืนทุนของการใช้เครื่องต้นแบบต่อพื้นที่การทำงาน

สรุปผลการวิจัย

เครื่องปลุกมันสำปะหลังแบบต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ที่ได้ออกแบบและพัฒนา สามารถลดเวลา ลดขั้นตอนการทำงาน ลดต้นทุน และแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการปลุกมันสำปะหลังได้ โดยมีส่วนประกอบหลักคือ ชุดเปิดหน้าดิน ชุดยกร่องปลูก ชุดกลไกการตัดและพลิกท่อนพันธุ์ปลูก ชุดโครงสร้างและระบบส่งกำลัง ซึ่งมีหลักการทำงานแบบกลไก Scotch Yoke มุมไบมีดตัดท่อนพันธุ์ 20 องศา ช่วงความเร็วในการทำงานที่เหมาะสมคือ 0.90 – 1.20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ที่ระดับเกียร์ L2 สมรรถนะในการทำงาน 0.8 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน ร้อยละ 80 การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3.5 ลิตรต่อไร่ ท่อนพันธุ์ที่ปลูกตั้งร้อยละ 90 ท่อนพันธุ์ที่ปลูกล้มร้อยละ 7 ท่อนพันธุ์ที่สูญหายร้อยละ 3 ท่อนพันธุ์ที่เสียหายร้อยละ 1 ท่อนพันธุ์ที่งอกร้อยละ 90 ท่อนพันธุ์ทำมุมกับพื้นดิน 65 องศา ความลึกของท่อนพันธุ์ปลูก 13 เซนติเมตร เมื่อวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้งานเครื่องปลุกมัน

สำปะหลัง พบว่า จุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องปลุกมันสำปะหลังคือ 32.39 ไร่ต่อปี ที่พื้นที่ค่าจ้างแรงงาน 200 บาทต่อคนต่อวัน และระยะเวลาในการคืนทุนภายใน 2 ปี ที่พื้นที่การทำงาน 250 ไร่ต่อปี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ได้ให้งบประมาณสนับสนุนโครงการวิจัยและขอขอบคุณบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุนในด้านต่าง ๆ จนโครงการวิจัยนี้ประสบความสำเร็จในการดำเนินการอย่างดี ทางผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2551. การปลุกมันสำปะหลัง. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6. 40 หน้า.
- มงคล กวางวโรภาส. 2545. ทฤษฎีเครื่องจักรกลเกษตร. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 325 หน้า.
- วินิต ชินสุวรรณ. 2530. เครื่องจักรกลเกษตรและการจัดการเบื้องต้น. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 220 หน้า.
- ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง. 2537. เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. 210 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติการส่งออกมันสำปะหลัง : ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน. (สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2558) Available from. URL: http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php