# การออกแบบและสร้างเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลัง

# Design and Fabrication of a Cassava Root Picking Machine

**จตุรงค์ ลังกาพินธุ์[1*] รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์[1] มานพ ตันตระบัณฑิตย์[1]**

Jaturong Langkapin[1*] Roongruang Kalsirisilp[1] Manop Tantrabandit[1]

**Abstract**

The main objective of this research was to design and fabricate the cassava roots picking machine for cassava roots picking, reduce time and overcome the labor shortage problem in agricultural sector. Preliminary, the study of the necessary information to collect the data for designing of the prototype include, the currently cassava roots picking method, and the preferred cassava variety in Thailand, Kasetsart-50 was selected to study crop properties. The machine consisted of the main frame, the pressing unit, the cylinder saw unit, the feeding unit, power transmissions unit, and a tractor PTO was used as a power source. The whole stump with cassava root was fed manually on the feeding unit, and pressed to the cylinder saw unit that was installed at the center of feeding unit by pressing unit, and then the cassava roots were cut and discharged to the discharge chute, cassava stump was fallen through the feeding unit. For performance evaluation, two types of Pressing unit (flat and step type) were used. The highest picking quality of the picking unit were found at the cylinder saw speed was more than 1,000 rpm, and operated with second pressing unit. The percentage of picking was 94.5-97.9%, working capacity was between 313-376 kg/hr, and fuel consumption of the speeds range tested was between 5.2-6.1 l/hr.

Key-words: Picking, Cassava, Cassava root

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังสำหรับใช้ในการปลิดแยกหัวมันสำปะหลังสดออกจากเหง้า ลดเวลาในการเก็บเกี่ยวและปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรกรรม เริ่มจากการศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบได้แก่ วิธีการปลิดหัวมันสำปะหลังที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของเหง้าและหัวมันสำปะหลังพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดในประเทศไทย คือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 จนได้เครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังต้นแบบที่มีส่วนประกอบหลัก คือ โครงสร้างของเครื่อง ชุดกดหัวมันสำปะหลัง ชุดใบเลื่อยทรงกระบอก ชุดป้อนเหง้า ระบบส่งกำลัง และใช้เพลาอำนวยกำลังของรถแทรกเตอร์เป็นต้นกำลัง การทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ควบคุมป้อนเหง้าและหัวมันสำปะหลังลงบนชุดป้อนเหง้า โดยคว่ำด้านที่เป็นเหง้าลงด้านล่าง ต่อจากนั้นชุดกดหัวมันสำปะหลังจะเคลื่อนที่ลงมากดหัวมันสำปะหลังพร้อมเหง้าลงสู่ชุดใบเลื่อยทรงกระบอกที่ติดตั้งอยู่ตรงกลางของชุดป้อนเหง้า เพื่อปลิดและตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า โดยหัวมันที่ถูกตัดแล้วจะหลุดร่วงลงมาตามช่องรองรับหัวมัน ส่วนเหง้าก็จะตกผ่านชุดใบเลื่อยทรงกระบอก จากการทดสอบเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังโดยใช้ชุดกดหัวมันสำปะหลัง 2 แบบ (แบบเรียบและแบบขั้นบันได) พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่สุด เมื่อใช้หัวกดแบบขั้นบันไดที่ความเร็วของชุดใบเลื่อยทรงกระบอกตั้งแต่ 1,000 รอบต่อนาที ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การปลิดหัวมันสำปะหลัง 94.5-97.9% ความสามารถในการทำงาน 313-376 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 5.2-6.1 ลิตรต่อชั่วโมง

**คำหลัก** การปลิด มันสำปะหลัง หัวมันสำปะหลัง

[1]ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12110: 02-5493579-80, fax: 02-5493581

[1]Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumthani 12110: (Tel) 02-5493579-80, Fax: 02-5493581:* Corresponding author: Leaw44@yahoo.com

## คำนำ

จากผลการศึกษาสินค้าเกษตรประเภทมันสำปะหลังของสำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ปี 2555 ได้รายงานว่า ปี 2548-2552 ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังรายใหญ่ของโลก ด้วยส่วนแบ่งการตลาดประมาณ 76.68% ของตลาดการส่งออกมันสำปะหลังโลก และยังเป็นแหล่งปลูกมันสำปะหลังใหญ่เป็นอันดับ 4 ของโลก ดังนั้นมันสำปะหลังจึงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยรองจากข้าว ยางพารา และอ้อย (น้ำตาลและผลิตภัณฑ์) เท่านั้น พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั้งหมดในประเทศไทยในปี 2553-2554 มีประมาณ 7.1-7.4 ล้านไร่ กระจายเกือบทุกพื้นที่ของประเทศ ยกเว้นภาคใต้ ภาคที่มีการปลูกมันสำปะหลังมากที่สุดคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาคือ ภาคกลางและภาคเหนือ พันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากที่สุดในประเทศไทย คือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีพื้นที่ปลูกมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั้งประเทศหรือประมาณ 4 ล้านไร่ หัวมันสดที่ผลิตได้ในประเทศแต่ละปีจะถูกนำมาแปรรูป เป็นแป้งมัน มันอัดเม็ด และมันเส้น เพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบในภาคอุตสาหกรรมต่างๆ สำหรับการบริโภคในประเทศและการส่งออก ปี 2550-2554 ประเทศผู้ผลิตมันสำปะหลังในเอเชีย เช่น ไทย จีน อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ มีนโยบายส่งเสริมการผลิตพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงจากฟอสซิลมากขึ้น ทำให้ความต้องการใช้มันสำปะหลังขยายตัวมากขึ้น ซึ่งมาตรการพลังงานทดแทนยังขยายไปยังประเทศเวียดนามที่รัฐบาลมีมาตรการให้ใช้แก๊สโซฮอล์ผสมเอทานอลร้อยละ 5 ทำให้คาดว่าแนวโน้มความต้องการใช้มันสำปะหลังเพื่อพลังงานทดแทนยังมีทิศทางเพิ่มสูงขึ้นอีก รวมทั้งราคาที่เกษตรกรขายได้ในปี 2554 อยู่ในเกณฑ์ดี ทำให้เกษตรกรขยายเนื้อที่เพาะปลูกเพิ่มมากขึ้น (นิรนาม, 2555)

การเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลังสดในปัจจุบัน เริ่มจากการตัดต้นมันออกให้เหลือลำต้นสูงจากพื้นดินประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วใช้คนดึงหรือเครื่องขุดมันสำปะหลังขุดออกจากดิน (นิรนาม, 2554) หลังจากนั้นจะใช้มีดสับแยกหัวมันสดออกจากเหง้าแล้วขนขึ้นรถบรรทุก ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการเก็บเกี่ยวที่ใช้เวลาและแรงงานจำนวนมาก จึงทำให้ค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวค่อนข้างสูง อีกทั้งปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรกรรมยังทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ ในปัจจุบันโดยเฉพาะฤดูเก็บเกี่ยว และจากการสืบค้นข้อมูลของคณะวิจัยไม่พบว่าได้มีการนำเครื่องจักรกลมาใช้ในขั้นตอนนี้ในประเทศไทย ดังนั้นการวิจัยและออกแบบเครื่องจักรกลเกษตรที่สามารถปลิดแยกหัวมันสดออกจากเหง้าแล้วขนขึ้นรถบรรทุกได้ในเวลาเดียวกัน โดยให้สามารถใช้ได้กับเหง้าและหัวมันสำปะหลังที่ผ่านการขุดทั้งจากแรงงานคนหรือใช้เครื่องขุดมันสำปะหลัง จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวหัวมัน สะดวกรวดเร็ว ลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานและยกระดับการผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทยอีกทางหนึ่ง ซึ่งงานวิจัยในบทความนี้จะอยู่ในส่วนของขั้นตอนการปลิดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า

## อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้จะเน้นการออกแบบและพัฒนาเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังสำหรับใช้กับมันสำปะหลังที่ปลูกในประเทศไทย วิธีการวิจัยจะเริ่มจากการศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบในขั้นตอนการปลิดหัวมันสำปะหลังของเกษตรกร แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ รวมทั้งทดสอบประเมินสมรรถนะเครื่องต้นแบบเพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปพัฒนาเครื่องต้นแบบให้ใช้งานได้จริงต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### 1. ศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ

#### ก) การศึกษาปัญหาและวิธีการปลิดหัวมันสำปะหลังของเกษตรกร

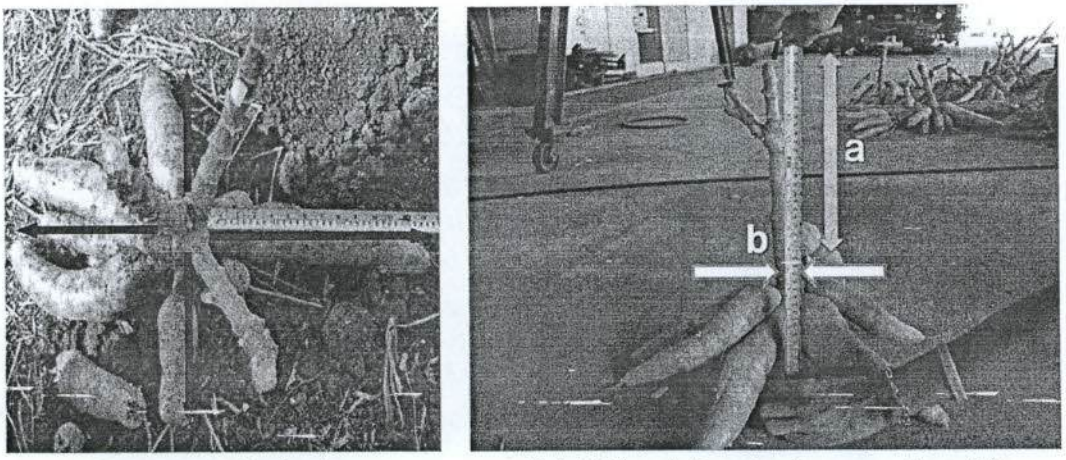
วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและวิธีในการปลิดหัวมันสำหลังของเกษตรกรในปัจจุบัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องปลิดและลำเลียงหัวมันสำปะหลังต้นแบบกับวิธีการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลังสดได้แก่ เกษตรกร (ทั้งที่ทำงานด้วยตัวเองและ

จ้างผู้อื่น) และผู้รับจ้างเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังจำนวน 20 ราย (เพศชาย 15 ราย เพศหญิง 5 ราย) อายุระหว่าง 20-50 ปี ในเขตอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี (มีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังรวมทั้งจังหวัดประมาณ 2.9 แสนไร่) ซึ่งเป็นแหล่งปลูกมันสำปะหลังสำคัญลำดับที่ 5 ของประเทศไทยรองจาก จังหวัดนครราชสีมา กำแพงเพชร สระแก้ว และชัยภูมิ (สุดใจและคณะ, 2554) นอกจากนั้นคณะวิจัยยังได้รับการสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัยจากกลุ่มเกษตรกรที่นี่เป็นอย่างดี เช่น ให้ใช้พื้นที่ไร่มันสำปะหลังและรถแทรกเตอร์ รวมทั้งเครื่องมือกลพื้นฐานที่ใช้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของเครื่องต้นแบบตลอดการวิจัย มีผลการศึกษาดังนี้

- แรงงานส่วนใหญ่เป็นแรงงานภายในชุมชน หรือหมู่บ้านใกล้เคียง โดยจำนวนแรงงานและเวลาในการปลิดหัวมันสำปะหลังขึ้นอยู่กับผลผลิตของเกษตรกรในแต่ละปี
- มันสำปะหลังที่เก็บเกี่ยวมีอายุ 10-12 เดือน
- ค่าจ้างแรงงานเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง 200 บาทต่อวัน หรือจ้างเหมา 250 บาทต่อตัน
- ปริมาณการปลิดหัวมันสำปะหลังในแต่ละวัน 8-10 ตัน (ทำงาน 7-8 ชั่วโมง) โดยขึ้นอยู่กับความชำนาญ ใช้แรงงาน 8-14 คน
- ปัญหาที่พบในขั้นตอนการปลิดและลำเลียงหัวสำปะหลัง เกษตรกรมีอาการปวดมือ และปวดหลังเรื้อรัง เนื่องจากต้องก้มทำงานทั้งวัน และความไม่ปลอดภัยในการทำงาน เช่น เกิดอุบัติเหตุจากมีดบาด และขาดแคลนแรงงานสำหรับการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังโดยเฉพาะในช่วงการเก็บเกี่ยวอ้อย หรือข้าวโพด

**ข) การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเหง้าและหัวมันสำปะหลัง**

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงลักษณะทางกายภาพของเหง้าและหัวมันสำปะหลังสำหรับใช้เป็นค่าอ้างอิงในการออกแบบเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังได้แก่ ความกว้างของการกระจายหัวมันสำปะหลังที่ติดอยู่รอบๆ เหง้า ความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สุดของเหง้า น้ำหนักทั้งหมดของเหง้าและหัวมันสำปะหลัง และค่าความชื้น (การหาความชื้นจะหาตามวิธีของ ASAE (1983)) ดำเนินการศึกษาจากการวัดเหง้าและหัวมันสำปะหลังที่ได้จากการขุดโดยตรง โดยใช้พันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดในประเทศไทย คือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (วิจารณ์ และคณะ, 2546) ซึ่งตำแหน่งในการวัดแสดงดังรูปที่ 1 (Fig. 1) แล้วนำค่าที่ได้จากการวัดไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด




Cassava root distribution

Height (a) and diameter of cassava stump (b)

Figure 1 Cassava root and cassava stump for dimension measurement

จากการวัดลักษณะทางกายภาพเหง้าและหัวมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 จำนวน 100 ต้น อายุ 10 เดือน มีค่าความชื้น 57.4% ผลที่ได้จากการวัดแสดงดังตารางที่ 1 (Table 1) ความกว้างของการกระจายหัวมันสำปะหลังมีค่าระหว่าง 34.0-72.0 เซนติเมตร ความสูงของเหง้า 22.0-37.2 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของเหง้า 2.4-5.0 เซนติเมตร น้ำหนักทั้งหมดหัวมันสำปะหลัง 1.6-4.2 กิโลกรัม ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำมาใช้ในการออกแบบส่วนประกอบของเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลัง เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สุดของเหง้ามันสำปะหลังจะนำไปใช้ออกแบบความโตของชุดใบเลื่อยทรงกระบอก ความกว้างการกระจายหัวมันสำปะหลังจะนำไปออกแบบขนาดของหัวกด และอุปกรณ์รองรับมันสำปะหลังของชุดป้อนเหง้า เป็นต้น

Table 1 Dimensions and weight of cassava root and cassava stump

| Properties | Cassava root distribution (cm) | Height of cassava stump (cm) | Diameter of cassava stump (cm) | Weight of cassava root and stump (kg) |
|---|---|---|---|---|
| Max. Value | 72.0 | 37.2 | 5.0 | 4.2 |
| Min. Value | 34.0 | 22.0 | 2.4 | 1.6 |
| Average | 49.9 | 27.8 | 3.3 | 2.5 |
| SD(±) | 8.3 | 3.3 | 0.6 | 0.5 |

2. การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

เมื่อได้ศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบแล้ว จึงได้ดำเนินการออกแบบเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังต้นแบบตามหลักการออกแบบทางวิศวกรรม (Shigley and Mischke,1989) และหลักการออกแบบเครื่องจักรกลเกษตร (Krutz et al., 1994) โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ โครงสร้างของเครื่อง ชุดกดหัวมันสำหลัง ชุดใบเลื่อยทรงกระบอก ชุดป้อนเหง้า ระบบส่งกำลัง และใช้เพลาสไปลน์รับกำลังจากเพลาอำนวยกำลัง (PTO) ของรถแทรกเตอร์ดังรูปที่ 2 (Fig. 2) มีรายละเอียดดังนี้

- **โครงสร้างของเครื่อง** ใช้ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องต้นแบบ วัสดุที่ใช้สร้างส่วนใหญ่เป็นเหล็กกล่อง ขนาด 40x40 มิลลิเมตร โครงสร้างที่ออกแบบมีขนาด 90x150x300 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) และมีจุดต่อ 3 จุดสำหรับใช้ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์เพื่อให้เคลื่อนย้ายเครื่องได้สะดวก
- **ชุดกดหัวมันสำปะหลัง** จะทำหน้าที่กดเหง้าและหัวมันสำปะหลังไปยังชุดใบเลื่อยทรงกระบอกเพื่อให้ใบเลื่อยทรงกระบอกตัดปลิดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า (Fig. 3) เส้นผ่านศูนย์กลางของชุดกดจะออกแบบให้มีขนาดเล็กที่สุด 30 เซนติเมตร โดยอ้างอิงจากความกว้างของการกระจายหัวมันสำปะหลังเล็กสุด (34 เซนติเมตร) เพื่อให้สามารถใช้กับเหง้าและหัวมันสำปะหลังที่มีการกระจายของหัวมันสำปะหลังขนาดเล็กได้
- **ชุดใบเลื่อยทรงกระบอก** จะทำหน้าที่ตัดเฉือนแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า มีลักษณะเป็นทรงกระบอกยาว 300 มิลลิเมตร ปลายด้านหนึ่งมีฟันเลื่อย 12 ฟัน ส่วนอีกด้านจะถูกขับด้วยพูเล่ย์ ออกแบบให้เส้นผ่านศูนย์กลางรูในมีขนาด 86 มิลลิเมตร ซึ่งจะต้องใหญ่กว่าเส้นผ่านกลางใหญ่สุดของเหง้า (50 มิลลิเมตร) เพื่อให้เหง้าสามารถลอดผ่านลงไปได้หลังจากที่หัวมันถูกปลิดออกจากเหง้าแล้ว
- **ชุดป้อนเหง้า** เป็นตำแหน่งที่ให้ผู้ควบคุมเครื่องนำเหง้ามาวางเพื่อที่จะปลิดเอาหัวมันสำปะหลังออก ชุดป้อนเหง้าจะวางครอบอยู่บนชุดใบเลื่อยทรงกระบอก ประกอบด้วยแผ่นรับเหง้าและเสาแบบสปริง 4 ชุด ซึ่งเสาสปริงจะทำหน้าที่ช่วยจับยึดหัวมันสำปะหลังไม่ให้กระเด็นขณะที่ชุดกดกดเหง้าและหัวมัน

สำปะหลังมาปลิดที่ชุดใบเลื่อยทรงกระบอก ต่อจากนั้นหัวมันสำปะหลังที่ถูกปลิดแล้วจะร่วงลงสู่ช่องรองรับหัวมันเมื่อชุดกดเคลื่อนที่กลับ (ขึ้น)

- **ระบบส่งกำลัง** เครื่องต้นแบบถูกออกแบบให้มีจุดต่อ 3 จุด และใช้ต้นกำลังจากเพลาอำนวยกำลังของรถแทรกเตอร์เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและการทำงานในไร่มันสำปะหลัง ระบบส่งกำลังจะเริ่มจากเพลาสไปลน์รับกำลังจากเพลาอำนวยกำลัง แล้วส่งกำลังผ่านชุดเฟืองทดไปยังส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องโดยใช้เฟืองโซ่และโซ่ รวมทั้งพูเล่ย์และสายพาน

การทำงานของเครื่องต้นแบบเริ่มจากผู้ควบคุมป้อนหัวมันสำปะหลังที่ติดอยู่กับเหง้าลงบนชุดป้อนเหง้า โดยคว่ำด้านที่เป็นเหง้าลงด้านล่าง ต่อจากนั้นชุดกดหัวมันสำปะหลังจะเคลื่อนที่ลงมากดหัวมันพร้อมเหง้าลงสู่ชุดใบเลื่อยทรงกระบอกที่ติดตั้งอยู่ตรงกลางของชุดป้อนเหง้าเพื่อตัดแยกหัวมันออกจากเหง้า โดยหัวมันที่ถูกตัดแล้วจะหลุดร่วงลงมาตามช่องรองรับหัวมัน ส่วนเหง้าก็จะตกผ่านชุดใบเลื่อยทรงกระบอก

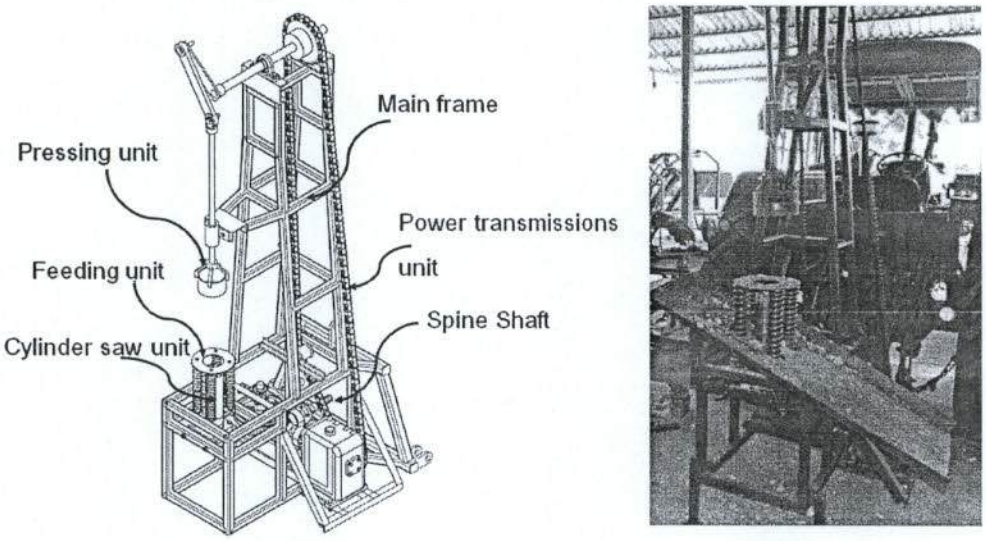



Figure 2 The schematic of the cassava picking machine prototype

### 3. การทดสอบและประเมินสมรรถนะ

หลังจากการทดสอบเบื้องต้นพบว่าความเร็วของชุดใบเลื่อยทรงกระบอกที่ตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าได้ดีต้องเท่ากับหรือมากกว่า 1,000 รอบต่อนาที และยังได้ออกแบบให้ความเร็วรอบของชุดใบมีดทรงกระบอกสัมพันธ์กับความเร็วในการเคลื่อนที่ของชุดกดหัวมันสำปะหลัง ดังนั้นความเร็วของชุดใบเลื่อยทรงกระบอกไม่ควรเกิน 1,500 รอบต่อนาที ซึ่งจะทำให้ผู้ควบคุมเครื่องป้อนหัวมันสำปะหลังเข้าสู่ชุดป้อนเหง้าได้ทันและปลอดภัย จึงทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังต้นแบบโดยใช้หัวกดแบบเรียบ (Type 1) และหัวกดแบบขั้นบันได (Type 2) ดังรูปที่ 3 (Fig. 3) ที่ความเร็วของชุดใบเลื่อยทรงกระบอก 3 ระดับคือ 1,000 1,200 และ 1,400 รอบต่อนาที ตามลำดับ แต่ละการทดสอบจะทำซ้ำ 3 ครั้ง ใช้หัวมันสำปะหลังแต่ละซ้ำ 100 กิโลกรัม ในการทดสอบแต่ละครั้งจะบันทึกค่าน้ำหนักทั้งหมดของเหง้าและหัวมันสำปะหลังก่อนทดสอบ (กิโลกรัม) น้ำหนักของหัวมันสำปะหลังทั้งหมดที่ได้หลังจากการปลิด (กิโลกรัม) เวลาในการทำงาน (วินาที) และปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (มิลลิลิตร) เพื่อนำไปหาค่าชี้ผลการศึกษาได้แก่ เปอร์เซ็นต์การปลิดหัวมันสำปะหลัง ความสามารถในการปลิดหัวมันสำปะหลัง และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และใช้วิธีการทาง

สถิติวิเคราะห์ผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการทำงานของหัวกดทั้งสองแบบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (Gomez et al., 1984)

ตลอดการทดสอบใช้หัวมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 อายุ 10 เดือน ความกว้างของการกระจายหัวมันสำปะหลังเฉลี่ย 51.3 เซนติเมตร ความสูงของเหง้าเฉลี่ย 29.2 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของเหง้าเฉลี่ย 3.1 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 2.4 กิโลกรัม และมีความชื้นเฉลี่ย 61.2% (สุ่มวัด 50 ตัวอย่าง) และมีสมการของค่าชี้ผลการศึกษาดังนี้

1) เปอร์เซ็นต์ในการปลิดหัวมันสำปะหลัง (%)

$$\frac{S}{D} \text{x } 100 \qquad ..(1)$$

เมื่อ $s$ = น้ำหนักหัวมันสำปะหลังที่ปลิดได้ทั้งหมด (กิโลกรัม)

$D$ = น้ำหนักของหัวมันสำปะหลังทั้งหมด (รวมน้ำหนักหัวมันสำปะหลังที่ถูกปลิดและที่เหลือติดกับเหง้าหลังจากการปลิด) (กิโลกรัม)

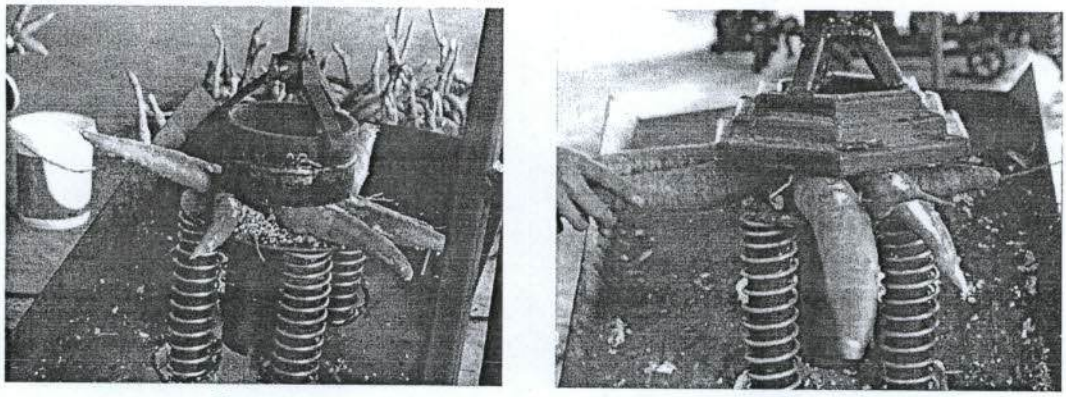
2) ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัม/ชั่วโมง)

$$C_p = \frac{s}{t} \qquad ..(2)$$

$t$ = เวลาในการทำงานทั้งหมด (ชั่วโมง)

3) อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ชั่วโมง)

$$\frac{\text{ปริมาณน้ำมันที่ใช้ (ลิตร)}}{\text{เวลาในการทำงานทั้งหมด (ชั่วโมง)}} \qquad ..(3)$$



Type 1 Type 2

Figure 3 The cassava picking machine in operation with two types of pressing unit

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1) เปอร์เซ็นต์การปลิดหัวมันสำปะหลัง

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การปลิดหัวมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในการใช้หัวกดแบบเดียวกันเมื่อทดสอบที่ความเร็วของชุดใบเลื่อยทรงกระบอกต่างๆ (Fig. 4a)

จากผลการทดสอบ (Fig. 4a และ Fig. 4b) แสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์การปลิดหัวมันสำปะหลังของเครื่องปลิดที่ใช้หัวกดแบบที่ 1 และ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 82-83.5% และ 94.5-97.9% ตามลำดับ ซึ่งช่วงความเร็วรอบที่ใช้ในการทดสอบไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การปลิดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ดังนั้นควรเลือกใช้ความเร็วรอบของชุดใบเลื่อยทรงกระบอกต่ำที่สุดที่สามารถตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าได้เพื่อลดการสึกหรอของชิ้นส่วนของเครื่องปลิดที่เคลื่อนที่และลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ส่วนการใช้หัวกดแบบที่ 2 จะมีเปอร์เซ็นต์การปลิดสูงกว่าหัวกดแบบที่ 1 ที่ทุกความเร็วรอบที่ใช้ในการทดสอบ แสดงให้เห็นว่าการกดหัวมันโดยใช้หัวกดแบบที่ 1 ซึ่งมีลักษณะเรียบจะกดหัวมันสำปะหลังไปพร้อมๆ กันทั้งหมดจึงกดแยกหัวมันได้น้อยกว่าการกดหัวมันโดยใช้หัวกดแบบที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นขั้นบันไดจะกดหัวมันสำปะหลังจากส่วนปลายของหัวมันเข้าไปหาส่วนโคนทำให้หัวมันกระดกช่วยให้การปลิดหัวมันสำปะหลังได้ดีขึ้น หัวกดแบบที่ 2 จึงเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นชุดกดหัวมันสำปะหลัง เหง้าและหัวมันสำปะหลังที่ได้ผ่านการทดสอบจากเครื่องต้นแบบแสดงดังรูปที่ 5 (Fig. 5)

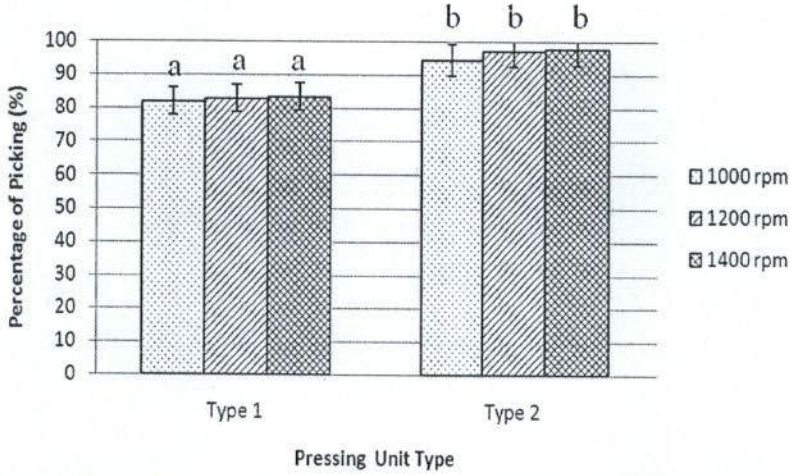



Figure 4a Effect of pressing unit types on percentage of picking at different cutting speeds: (In each pressing unit types, mean followed by same letter are not significantly different at $P < 0.05$)

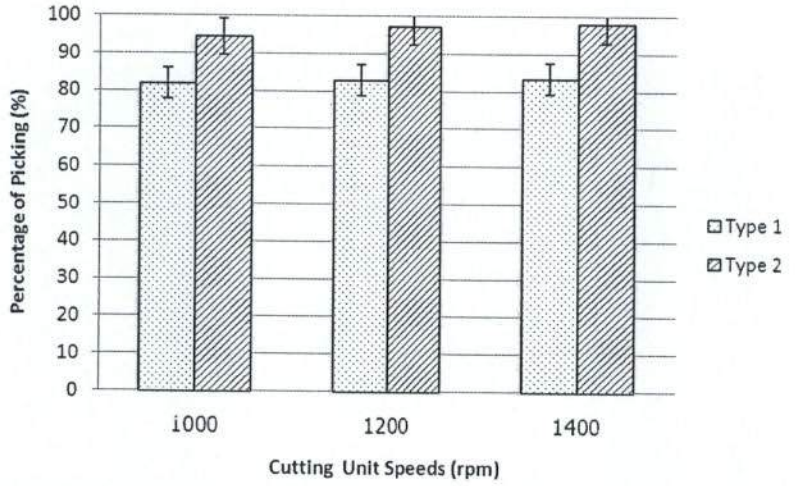
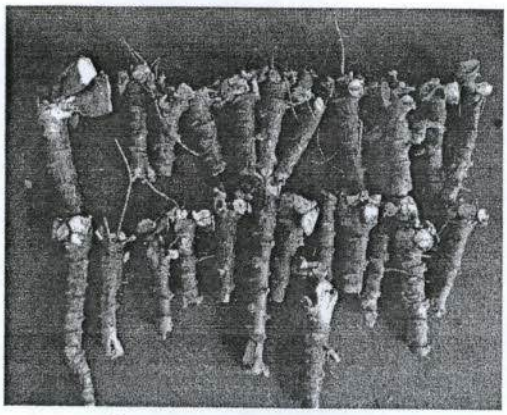
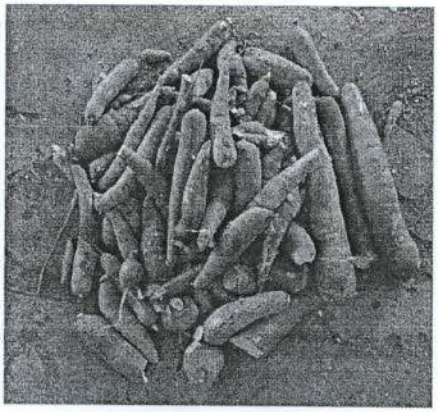



Figure 4b The comparison of percentage of picking at different cutting speeds and pressing unit types



Cassava stump after picking



Cassava root after picking

Figure 5 Cassava root and cassava stump after picking by the prototype

2) ความสามารถในการทำงาน

จากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าความสามารถในการทำงานของเครื่องต้นแบบมีความแตกต่างทางสถิติในการทดสอบโดยใช้หัวกดแบบเดียวกันที่ความเร็วของชุดใบเลื่อยทรงกระบอกต่างๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (Fig. 6a)

จากผลการทดสอบ (Fig. 6a และ Fig. 6b) พบว่าความสามารถในการทำงานของเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วของชุดใบมีดทรงกระบอกที่ 1,000 1,200 และ 1,400 rpm โดยใช้หัวกดแบบที่ 1 และแบบที่ 2 มีค่าระหว่าง 225-320 และ 313-376 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งหัวกดแบบที่ 2 จะมีความสามารถในการทำงานสูงกว่าหัวกดแบบที่ 1 เนื่องจากหัวกดแบบที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การปลิดแยกหัวมันออกจากเหง้าได้ดีกว่าแบบที่ 1 ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น เครื่องต้นแบบได้ถูกออกแบบให้ความเร็วรอบของชุดใบมีเลื่อยทรงกระบอกสัมพันธ์กับความเร็วในการเคลื่อนที่ของชุดกดหัวมันสำปะหลัง เมื่อเพิ่มความเร็วรอบของชุดใบเลื่อยทรงกระบอกชุดหัวกดจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น เวลาในการทำงานจึงลดลงทำให้ความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้น เมื่อคิดที่ความสามารถในการทำงานสูงสุดที่เครื่องทำได้และใช้ผู้ควบคุม 1 คน เครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ 3,008 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งมากกว่าเกษตรกรที่มีความชำนาญประมาณ 3 เท่า (เกษตรกรทำงาน 8 ชั่วโมง ปลิดได้ประมาณ 1,000 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน)

นอกจากนั้นยังพบอีกว่าความเร็วรอบของชุดใบเลื่อยทรงกระบอกที่ใช้ทดสอบไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การปลิดหัวมัน แต่มีผลกับความสามารถในการทำงานเนื่องจากความเร็วรอบของชุดใบมีดทรงกระบอกจะสัมพันธ์กับความเร็วในการเคลื่อนที่ของชุดกดหัวมันสำปะหลัง ดังนั้นควรใช้ความเร็วรอบต่ำที่สุดของชุดใบเลื่อยทรงกระบอกเป็นค่าคงที่แล้วศึกษาหาอัตราการป้อนที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ความสามารถในการทำงานสูงที่สุดและผู้ควบคุมเครื่องสามารถทำงานได้อย่างเหมาะสม (ไม่มีความเครียดและเมื่อยล้าเกินไป) และปลอดภัย

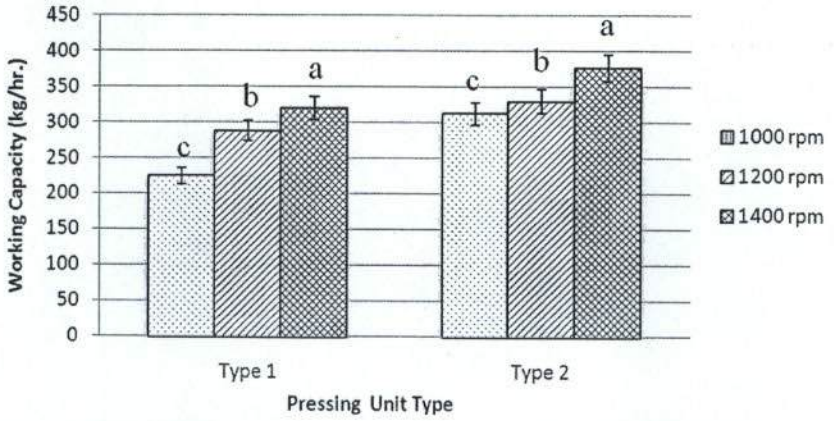



Figure 6a Effect of pressing unit types on working capacity at different cutting speeds: (In each pressing unit types, mean followed by same letter are not significantly different at P < 0.05)

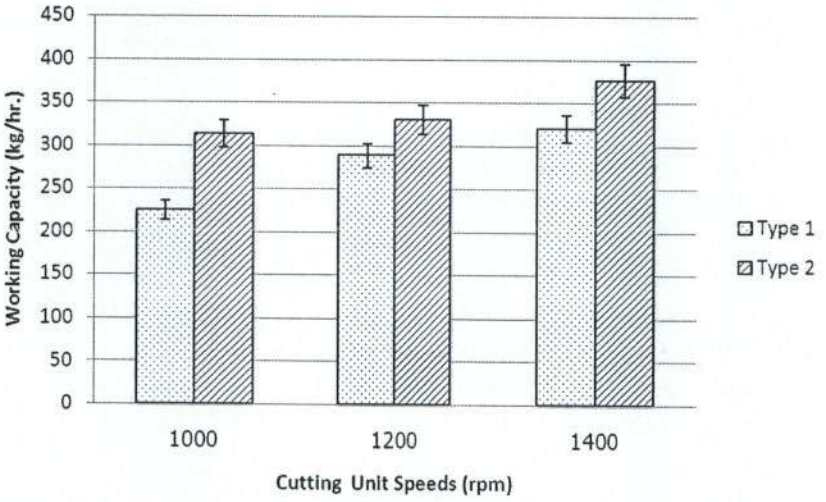



Figure 6b The comparison of working capacity at different cutting speeds and pressing unit types

**3) อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง**

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องต้นแบบมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อใช้หัวกดแบบเดียวกันในการทดสอบที่ความเร็วของชุดใบเลื่อยทรงกระบอกต่างๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (Fig. 7a)

จากผลการทดสอบ (Fig. 7a และ Fig. 7b) แสดงให้เห็นว่าอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ระดับความเร็วของชุดใบเลื่อยทรงกระบอก 1,000 1,200 และ 1,400 rpm โดยใช้หัวกดทั้งสองแบบมีค่าระหว่าง 5.2-6.1 ลิตรต่อชั่วโมง และมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเร่งเครื่องยนต์จึงต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น

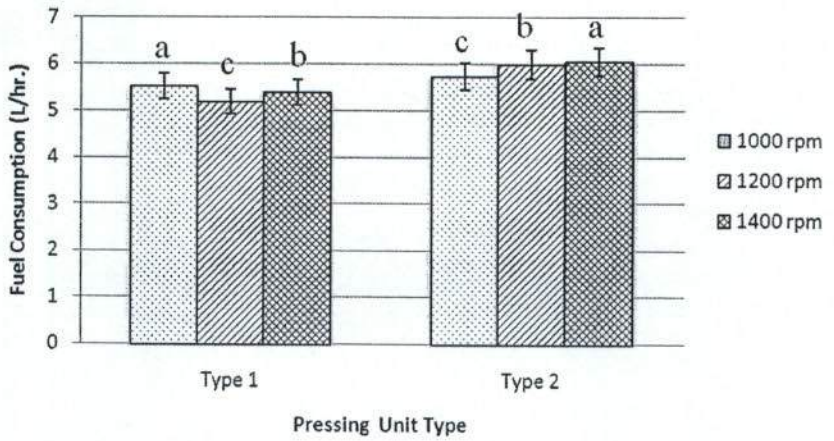



Figure 7a Effect of pressing unit types on fuel consumption at different cutting speeds: (In each pressing unit types, mean followed by same letter are not significantly different at $P < 0.05$)

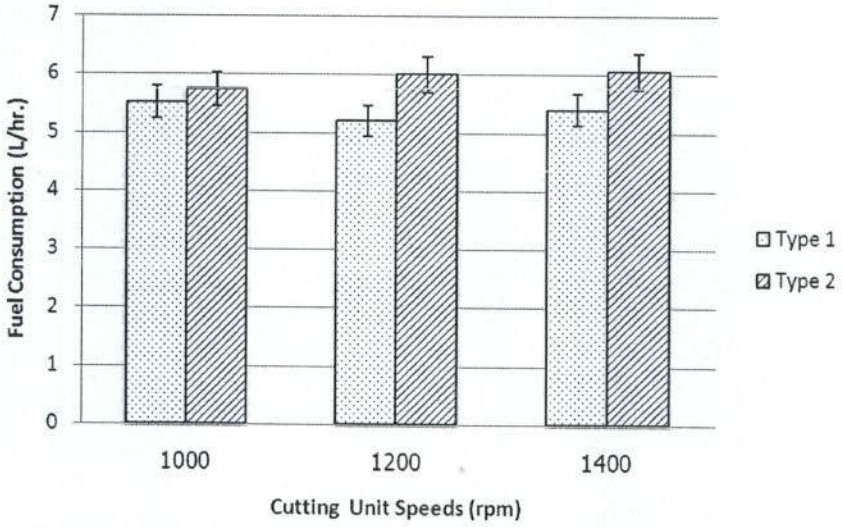



Figure 7b The comparison of fuel consumption at different cutting speeds and pressing unit types

## สรุปผลการทดลอง

การทดสอบสมรรถนะเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังโดยทดสอบเปรียบเทียบระหว่างหัวกดแบบเรียบและแบบขั้นบันได ใช้เปอร์เซ็นต์การปลิดหัวมันสำปะหลัง ความสามารถในการทำงาน และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นค่าชี้วัดผลการศึกษา พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่สุด เมื่อใช้หัวกดแบบขั้นบันไดและความเร็วของชุดใบมีดทรงกระบอกมีความเร็วตั้งแต่ 1,000 รอบต่อนาที ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การปลิดหัวมันสำปะหลัง 94.5-97.9% ความสามารถในการทำงาน 313-376 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 5.2-6.1 ลิตรต่อชั่วโมง ค่าต่างๆ ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะถูกนำไปใช้ในการพัฒนาเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังที่มีระบบชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกให้สามารถใช้ทดแทนแรงงานคนได้จริง เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานและยกระดับการเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลังสดของประเทศไทยต่อไป

**คำขอบคุณ**

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย รวมทั้งภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร. ธัญบุรี และเกษตรกรในเขตอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ที่สนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์ในการทดสอบต่างๆ

**เอกสารอ้างอิง**

นิรนาม. 2554. วิธีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง *ศูนย์เรียนรู้และพัฒนาการปลูกมันสำปะหลัง* สีคิ้ว นครราชสีมา [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://kasetcenter.tarad.com/product.detail_684821_th_3952465 ค้นเมื่อ 23 มกราคม 2554.

นิรนาม. 2555. *สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2555.* สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. 173 หน้า

วิจารณ์ วิชชุกิจ เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์ เอ็จ สโรบล และประภาส ช่างเหล็ก. 2546. เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์มันสำปะหลังที่นิยมปลูกมากที่สุดในประเทศไทย. *นิทรรศการงานวิจัย 60 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์* [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.ku.ac.th/kaset60/ku60/cassava.html ค้นเมื่อ 24 มกราคม 2553.

สุดใจ ศูนาสวน ยรรยง สมบัติวิชาธร สิริมา ธนพงศ์พิพัฒน์ คนางค์ ดวงมณี และเสาวณิต วรดิษฐ์. 2554. *รายงานผลการศึกษาสินค้าเกษตรประเภทมันสำปะหลัง* กลุ่มทำงานศึกษาและวิเคราะห์สินค้าเกษตรประเภทมันสำปะหลัง สำนักงานคณะกรรมการกำกับการซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้า กรุงเทพฯ. 92 หน้า

ASAE.1983. *Moisture Measurement.* ASAE Standard S 410, Agricultural Engineers handbook, pp. 329-330.

Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. *Statistical Procedure for Agricultural Research.* 2nd Edition, John Wiley and Sons, New York. 704 P.

Krutz, G., Thomson, L. and P. Claar. 1994. *Design of Agricultural Machinery.* John Wiley and Sons. New York Chicheter Brisbne, Toronto, Sigapore. 472 P.

Shigley, J.E. and C.R. Mischke. 1989. *Mechanical Engineering Design.* 5th Edition, McGraw-Hill Book Company, USA. 779 P.