

การออกแบบและสร้างเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลัง

Design and Fabrication of a Cassava Root Picking Machine

จตุรงค์ ลังกาพินธุ์^{1/} รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์^{1/} มานพ ต้นตระบันฑิตย์^{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 labour 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, Kasetart-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 centre 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

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลัง สำหรับใช้ในการปลิดแยกหัวมันสำปะหลังสดออกจากเหง้า ลดเวลาในการเก็บเกี่ยวและปัญหาการขาดแคลนแรงงานใน

^{1/} ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12110

^{1/} Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, district Thanyaburi, Pathum Thani province 12110

ในภาคเกษตรกรรมโดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบได้แก่ วิธีการผลิตหัวมันสำปะหลังที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆ ของเหง้าและหัวมันสำปะหลังพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดในประเทศไทยคือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 จนได้เครื่องผลิตหัวมันสำปะหลังต้นแบบที่มีส่วนประกอบหลัก คือโครงสร้างของเครื่อง ชุดกดหัวมันสำปะหลัง ชุดใบเลื่อยทรงกระบอก ชุดป้อนเหง้า ระบบส่งกำลังและใช้เพลอำนาจกำลังของรถแทรกเตอร์เป็นต้นกำลังการทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ควบคุมป้อนเหง้าและหัวมันสำปะหลังลงบนชุดป้อนเหง้า โดยคว่ำด้านที่เป็นเหง้าลงด้านล่าง ต่อจากนั้นชุดกดหัวมันสำปะหลังจะเคลื่อนที่ลงมากดหัวมันสำปะหลัง พร้อมเหง้าลงสู่ชุดใบเลื่อยทรงกระบอกที่ติดตั้งอยู่ตรงกลางของชุดป้อนเหง้า เพื่อผลิตและตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า โดยหัวมันที่ถูกตัดแล้วจะหลุดร่วงลงมาตามช่องรองรับหัวมันส่วนเหง้าก็จะตกผ่านชุดใบเลื่อยทรงกระบอกจากการทดสอบเครื่องผลิตหัวมันสำปะหลังโดยใช้ชุดกดหัวมันสำปะหลัง 2 แบบ (แบบเรียบและแบบชั้นบันได) พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่สุด เมื่อใช้หัวกดแบบชั้นบันไดที่ความเร็วของชุดใบเลื่อยทรงกระบอกตั้งแต่ 1,000 รอบ/นาที ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การผลิตหัวมันสำปะหลัง 94.5-97.9% ความสามารถในการทำงาน 313-376 กม./ชม. และอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 5.2-6.1 ลิ./ชม.

คำหลัก: การผลิต มันสำปะหลัง หัวมันสำปะหลัง

คำนำ

ในการศึกษาสินค้าเกษตรประเภทมันสำปะหลัง ของสำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ปี พ.ศ. 2555 ได้รายงานไว้ว่า ปี พ.ศ. 2548-2552 ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังรายใหญ่ของโลก ด้วยส่วนแบ่งการตลาดประมาณ 76.68% ของตลาดการส่งออกมันสำปะหลังโลก และยังเป็นแหล่งปลูกมันสำปะหลังใหญ่เป็นอันดับ 4 ของโลก ดังนั้นมันสำปะหลังจึงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยรองจากข้าว ยางพาราและอ้อย (น้ำตาลและผลิตภัณฑ์) เท่านั้น พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั้งหมดในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2553-2554 มีประมาณ 7.1-7.4 ล้านไร่ กระจายเกือบทุกพื้นที่ของประเทศ ยกเว้นภาคใต้ ภาคที่มีการปลูกมันสำปะหลังมากที่สุดคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาคือ ภาคกลางและภาคเหนือ พันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากที่สุดในประเทศไทย คือพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีพื้นที่ปลูกมากกว่า 50% ของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั้งประเทศหรือประมาณ 4 ล้านไร่ หัวมันสดที่ผลิตได้ในประเทศแต่ละปีจะถูกนำมาแปรรูปเป็นแป้งมัน มันอัดเม็ดและมันเส้น เพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบในภาคอุตสาหกรรมต่างๆ สำหรับการบริโภคในประเทศและการส่งออก ปี พ.ศ. 2550-2554 ประเทศผู้ผลิตมันสำปะหลังในเอเชีย เช่น ไทย จีน อินโดนีเซียและฟิลิปปินส์ มีนโยบายส่งเสริมการผลิตพลังงานทดแทน

เชื้อเพลิงจากฟอสซิลมากขึ้น ทำให้ความต้องการใช้มันสำปะหลังเพิ่มการขยายตัวมาก ซึ่งมาตรการพลังงานทดแทนยังขยายไปยังประเทศเวียดนามที่รัฐบาลมีมาตรการให้ใช้ก๊าซโซฮอลล์ผสมเอทานอล 5% ทำให้คาดว่าแนวโน้มความต้องการใช้มันสำปะหลังเพื่อพลังงานทดแทนยังมีทิศทางเพิ่มสูงขึ้นอีก รวมทั้งราคาที่เกษตรกรขายได้ในปี พ.ศ. 2554 อยู่ในเกณฑ์ดี ทำให้เกษตรกรขยายเนื้อที่เพาะปลูก (นิรนาม, 2555)

การเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลังสดในปัจจุบัน เริ่มจากการตัดต้นมันออกให้เหลือลำต้นสูงจากพื้นดินประมาณ 30 ซม. แล้วใช้คนดึงหรือเครื่องขุดมันสำปะหลังขุดออกจากดิน (นิรนาม, 2554) หลังจากนั้นจะใช้มีดสับแยกหัวมันสดออกจากเหง้าแล้วขนขึ้นรถบรรทุก ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการเก็บเกี่ยวที่ใช้เวลาและแรงงานจำนวนมาก จึงทำให้ค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวค่อนข้างสูง อีกทั้งปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรกรรมยังทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ ในปัจจุบันโดยเฉพาะฤดูเก็บเกี่ยวและจากการสืบค้นข้อมูลของคณะวิจัยไม่พบว่า ได้มีการนำเครื่องจักรกลมาใช้ในขั้นตอนนี้ในประเทศไทย ดังนั้นการวิจัยและออกแบบเครื่องจักรกลเกษตรที่สามารถผลิตแยกหัวมันสดออกจากเหง้าแล้วขนขึ้นรถบรรทุกได้ในเวลาเดียวกัน โดยให้สามารถใช้ได้กับเหง้าและหัวมันสำปะหลังที่ผ่านการขุดทั้งจากแรงงานคนหรือใช้เครื่องขุดมันสำปะหลัง จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวหัวมัน สะดวกรวดเร็ว ลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานและยกระดับการผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทยอีกทางหนึ่ง ซึ่งงานวิจัยในบทความนี้

จะอยู่ในส่วนของขั้นตอนการผลิตแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ให้ความสำคัญการออกแบบและพัฒนาเครื่องผลิตหัวมันสำปะหลัง สำหรับใช้กับมันสำปะหลังที่ปลูกในประเทศไทย วิธีการวิจัยจะเริ่มจากการศึกษาข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบในขั้นตอนการผลิตหัวมันสำปะหลังของเกษตรกร แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ รวมทั้งทดสอบประเมินสมรรถนะเครื่องต้นแบบ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปพัฒนาเครื่องต้นแบบให้ใช้งานได้จริงต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลที่เป็นต่อการออกแบบ

1.1 การศึกษาปัญหาและวิธีการผลิตหัวมันสำปะหลังของเกษตรกร

เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและวิธีในการผลิตหัวมันสำปะหลังของเกษตรกรในปัจจุบัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องผลิต และลำเลียงหัวมันสำปะหลังต้นแบบกับวิธีการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลังสดได้แก่ เกษตรกร (ทั้งที่ทำงานด้วยตัวเองและจ้างผู้อื่น) และผู้รับจ้างเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังจำนวน 20 ราย (เพศชาย 15 ราย เพศหญิง 5 ราย) อายุระหว่าง 20-50 ปี ในเขต อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี (มีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังรวมทั้งจังหวัดประมาณ 2.9 แสนไร่) ซึ่งเป็นแหล่งปลูกมันสำปะหลังสำคัญลำดับที่ 5 ของประเทศไทยรองจาก จ.นครราชสีมา กำแพงเพชร

สระแก้วและชัยภูมิ (สุดใจและคณะ, 2554) นอกจากนั้นคณะวิจัยยังได้รับการสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัยจากกลุ่มเกษตรกรที่นี้เป็นอย่างดี เช่น ให้ใช้พื้นที่ไร่ มันสำปะหลังและรถแทรกเตอร์ รวมทั้งเครื่องมือ กลพื้นฐานที่ใช้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของเครื่องต้นแบบตลอดการวิจัย มีผลการศึกษา ดังนี้

1.1.1 แร่งงานส่วนใหญ่เป็นแร่งงาน ภายในชุมชน หรือหมู่บ้านใกล้เคียง โดยจำนวน แร่งงานและเวลาในการปลิดหัวมันสำปะหลังขึ้นอยู่กับผลผลิตของเกษตรกรในแต่ละปี

1.1.2 มันสำปะหลังที่เก็บเกี่ยวมีอายุ 10-12 เดือน

1.1.3 ค่าจ้างแร่งงานเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง 200 บาท/วัน หรือจ้างเหมา 250 บาท/ตัน

1.1.4 ปริมาณการปลิดหัวมันสำปะหลัง 8-10 ตัน/วัน (ทำงาน 7-8 ชม.) โดยขึ้นอยู่กับ ความชำนาญ ใช้แรงงาน 8-14 คน

1.1.5 ปัญหาที่พบในขั้นตอนการปลิด และลำเลียงหัวมันสำปะหลัง เกษตรกรมีอาการ ปวดมือ และปวดหลังเรื้อรัง เนื่องจากต้องก้ม ทำงานทั้งวัน และความไม่ปลอดภัยในการทำงาน เช่น เกิดอุบัติเหตุจากมีดบาดและขาดแคลน แร่งงานสำหรับการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง โดยเฉพาะในช่วงการเก็บเกี่ยวอ้อยหรือข้าวโพด

1.2 การศึกษาลักษณะทางกายภาพของ เหง้าและหัวมันสำปะหลัง

วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงลักษณะทาง กายภาพของเหง้า และหัวมันสำปะหลังสำหรับ ใช้เป็นค่าอ้างอิงในการออกแบบเครื่องปลิดหัวมัน

สำปะหลังได้แก่ ความกว้างของการกระจาย หัวมันสำปะหลังที่ติดอยู่รอบๆ เหง้า ความสูง และเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สุดของเหง้า น้ำหนัก ทั้งหมดของเหง้าและหัวมันสำปะหลัง และค่า ความชื้น (การหาความชื้นจะหาตามวิธีของ ASAE (Anon,2000) ดำเนินการศึกษาจากการ วัดเหง้าและหัวมันสำปะหลังที่ได้จากการขุด โดยตรง โดยใช้พันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุด ใน ประเทศไทยคือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 (วิจารณ์ และคณะ, 2546) ซึ่งตำแหน่งในการวัดแสดง ใน Figure 1 แล้วนำค่าที่ได้จากการวัดไป วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด

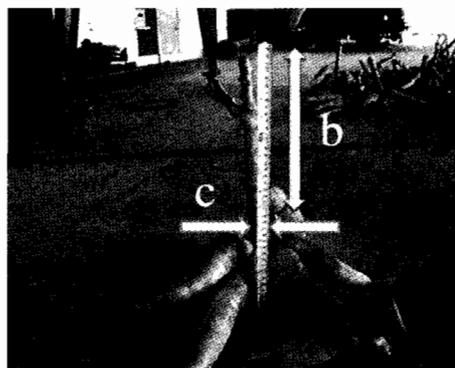
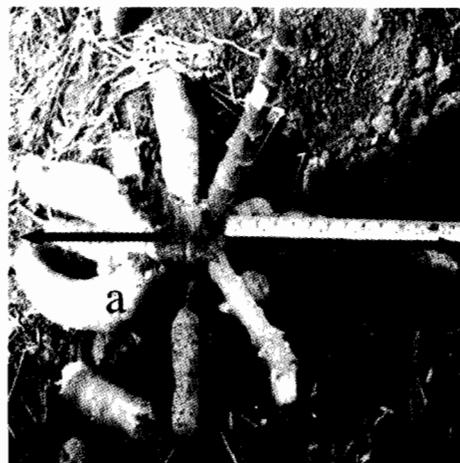


Figure 1. Cassava root distribution, (a) height (b) and cassava stump (c) for dimension measurement

วัดลักษณะทางกายภาพเหง้าและหัวมันสำปะหลัง พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 จำนวน 100 ต้น อายุ 10 เดือน มีค่าความชื้น 57.4% ความกว้างของการกระจายหัวมันสำปะหลังมีค่าระหว่าง 34.0-72.0 ซม. ความสูงของเหง้า 22.0-37.2 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลางของเหง้า 2.4-5.0 ซม. น้ำหนักทั้งหมดหัวมันสำปะหลัง 1.6-4.2 กก. (Table 1) ซึ่ง

ข้อมูลที่ได้จะนำมาใช้ในการออกแบบส่วนประกอบของเครื่องผลิตหัวมันสำปะหลัง เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สุดของเหง้ามันสำปะหลังจะนำไปใช้ออกแบบความโตของชุดใบเลื่อยทรงกระบอก ความกว้างการกระจายหัวมันสำปะหลังจะนำไปออกแบบขนาดของหัวกด และอุปกรณ์รองรับหัวมันสำปะหลังของชุดป้อนเหง้า 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)
Maximum value	72.0	37.2	5.0	4.2
Minimum value	34.0	22.0	2.4	1.6
Average	49.9	27.8	3.3	2.5
Standard deviation (±)	8.3	3.3	0.6	0.5

2. การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

เมื่อได้ศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบแล้ว จึงได้ดำเนินการออกแบบเครื่องผลิตหัวมันสำปะหลังต้นแบบตามหลักการออกแบบทางวิศวกรรม (Shigley and Mischke, 1989) และหลักการออกแบบเครื่องจักรกลเกษตร (Krutz *et al.*, 1994) โดยมีส่วนประกอบหลักคือ โครงสร้างของเครื่องชุดกดหัวมันสำปะหลัง ชุดใบเลื่อยทรงกระบอก ชุดป้อนเหง้า ระบบส่งกำลัง และใช้เพลาสไปน์รับกำลังจากเพลานำของเครื่องยนต์ 2 (Figure 2) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 โครงสร้างของเครื่อง ใช้ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องต้นแบบ วัสดุที่ใช้สร้างส่วนใหญ่เป็นเหล็กกล่องขนาด 40x40 มม.

โครงสร้างที่ออกแบบมีขนาด กว้างxยาวxสูง 90x150x300 ซม. และมีจุดต่อ 3 จุดสำหรับใช้ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์เพื่อให้เคลื่อนย้ายเครื่องได้สะดวก

2.2 ชุดกดหัวมันสำปะหลัง ซึ่งทำหน้าที่กดเหง้าและหัวมันสำปะหลังไปยังชุดใบเลื่อยทรงกระบอกเพื่อให้ใบเลื่อยทรงกระบอกตัดปัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า (Figure 3) เส้นผ่านศูนย์กลางของชุดกด ออกแบบให้มีขนาดเล็กที่สุด 30 ซม. โดยอ้างอิงจากความกว้างของการกระจายหัวมันสำปะหลังเล็กสุด (34 ซม.) เพื่อให้สามารถใช้กับเหง้าและหัวมันสำปะหลังที่มีการกระจายของหัวมันสำปะหลังขนาดเล็กได้

2.3 ชุดใบเลื่อยทรงกระบอก ทำหน้าที่ตัดเฉือนแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า

มีลักษณะเป็นทรงกระบอกยาว 300 มม. ปลายด้านหนึ่งมีฟันเลื่อย 12 ฟัน ส่วนอีกด้านจะถูกขับเคลื่อนด้วยพู่เล่ย์ ออกแบบให้เส้นผ่านศูนย์กลางรูในมีขนาด 86 มม. ซึ่งจะต้องใหญ่กว่าเส้นผ่านกลางใหญ่สุดของเหง้า (50 มม.) เพื่อให้เหง้าสามารถลอดผ่านลงไปได้หลังจากที่หัวมันถูกปลิดออกจากเหง้าแล้ว

2.4 ชุดป้อนเหง้า เป็นตำแหน่งที่ให้ผู้ควบคุมเครื่องนำเหง้ามาวางเพื่อที่จะปลิดเอาหัวมันสำปะหลังออก ชุดป้อนเหง้าจะวางครอบอยู่บนชุดใบเลื่อยทรงกระบอก ประกอบด้วยแผ่นรับเหง้าและเสาแบบสปริง 4 ชุด ซึ่งเสาสปริงจะทำหน้าที่ช่วยจับยึดหัวมันสำปะหลังไม่ให้กระเด็นขณะที่ชุดกดๆเหง้า และหัวมันสำปะหลังมาปลิดที่ชุดใบเลื่อยทรงกระบอก ต่อจากนั้นหัวมันสำปะหลังที่ถูกปลิด แล้วร่วงลงสู่ช่องรองรับหัวมันเมื่อชุดกดเคลื่อนที่กลับ (ขึ้น)

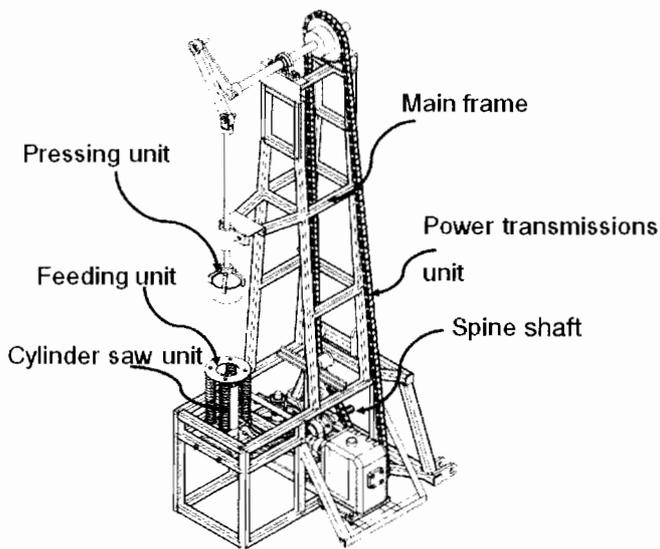


Figure 2. The schematic of the cassava picking machine prototype

2.5 ระบบส่งกำลัง เครื่องต้นแบบถูกออกแบบให้มีจุดต่อ 3 จุด และใช้ต้นกำลังจากเพลลาอำนาจกำลังของรถแทรกเตอร์เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย และการทำงานในไร่มันสำปะหลัง ระบบส่งกำลังจะเริ่มจากเพลลาสปายน์ (spine shaft) รับกำลังจากเพลลาอำนาจกำลัง แล้วส่งกำลังผ่านชุดเฟืองทดไปยังส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องโดยใช้เฟืองโซ่และโซ่ รวมทั้งพู่เล่ย์และสายพาน

การทำงานของเครื่องต้นแบบ เริ่มจากผู้ควบคุมป้อนหัวมันสำปะหลังที่ติดอยู่กับเหง้าลงบนชุดป้อนเหง้า โดยคว่ำด้านที่เป็นเหง้าลงด้านล่าง ต่อจากนั้นชุดกดหัวมันสำปะหลังจะเคลื่อนที่ลงมากดหัวมันพร้อมเหง้าลงสู่ชุดใบเลื่อยทรงกระบอกซึ่งติดตั้งอยู่ตรงกลางของชุดป้อนเหง้า เพื่อตัดแยกหัวมันออกจากเหง้า โดยหัวมันที่ถูกตัดแล้วหลุดร่วงลงมาตามช่องรองรับหัวมัน ส่วนเหง้าก็ตกผ่านชุดใบเลื่อยทรงกระบอก



3. การทดสอบและประเมินสมรรถนะ

หลังจากการทดสอบเบื้องต้นพบว่า ความเร็วของชุดใบเลื่อยทรงกระบอกที่ตัดแยก หัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าได้ดีต้องเท่ากับหรือมากกว่า 1,000 รอบ/นาที และยังสามารถให้ความเร็วรอบของชุดใบมีดทรงกระบอกสัมพันธ์กับความเร็วในการเคลื่อนที่ของชุดกดหัวมันสำปะหลัง ดังนั้นความเร็วของชุดใบเลื่อยทรงกระบอกไม่ควรเกิน 1,500 รอบ/นาที ซึ่งจะทำให้ผู้ควบคุมเครื่องป้อนหัวมันสำปะหลังเข้าสู่ชุดป้อนเหง้าได้ทันและปลอดภัย จึงทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องผลิตหัวมันสำปะหลังต้นแบบโดยใช้หัวกดแบบเรียบ (Type 1) และหัวกดแบบชั้นบันได (Type 2) (Figure 3) ที่ความเร็วของชุดใบเลื่อยทรงกระบอก 3 ระดับ คือ 1,000 1,200 และ 1,400 รอบ/นาที ตามลำดับ แต่ละการทดสอบจะทำซ้ำ 3 ครั้ง ใช้หัวมันสำปะหลังแต่ละซ้ำ 100 กก. ในการทดสอบแต่ละครั้งจะบันทึกค่าน้ำหนักทั้งหมดของเหง้าและหัวมันสำปะหลังก่อนทดสอบ (กก.) น้ำหนักของหัวมันสำปะหลังทั้งหมดที่ได้หลังจากการผลิต (กก.) เวลาในการทำงาน (วินาที) และปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (มล.) เพื่อนำไปหาค่าชี้ผลการศึกษาค่าได้แก่ เปอร์เซ็นต์การผลิตหัวมันสำปะหลัง ความสามารถในการผลิตหัวมันสำปะหลัง และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และใช้วิธีการทางสถิติวิเคราะห์ผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการทำงานของหัวกดทั้งสองแบบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (Gomez et al., 1984)

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

3.1 เปอร์เซ็นต์ในการผลิตหัวมันสำปะหลัง (%)

$$\frac{S}{D} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ s = น้ำหนักหัวมันสำปะหลังที่ผลิตได้ทั้งหมด (กก.)

D = น้ำหนักของหัวมันสำปะหลังทั้งหมด (รวมน้ำหนักหัวมันสำปะหลังที่ถูกผลิตและที่เหลือติดกับเหง้าหลังจากการผลิต) (กก.)

3.2 ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)

$$C_p = \frac{S}{t} \quad (2)$$

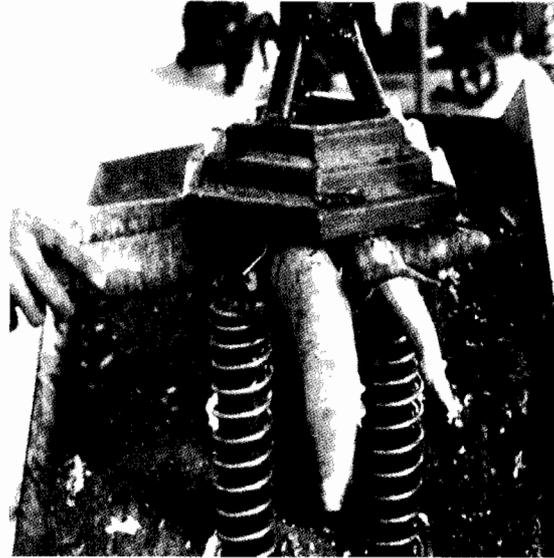
t = เวลาในการทำงานทั้งหมด (ชม.)

3.3 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ล./ชม.)

$$\frac{\text{ปริมาณน้ำมันที่ใช้ (ล.)}}{\text{เวลาในการทำงานทั้งหมด (ชม.)}} \quad (3)$$



Type 1



Type 2

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

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. เปอร์เซ็นต์การปลิดหัวมันสำปะหลัง

ในเปอร์เซ็นต์การปลิดหัวมันสำปะหลัง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อใช้หัวกดแบบเดียวกันทดสอบที่ความเร็วของ ชุดใบเลื่อยทรงกระบอกต่างๆ (Figure 4a)

ในการทดสอบเปอร์เซ็นต์การปลิดหัวมัน สำปะหลังของเครื่องปลิดที่ใช้หัวกดแบบที่ 1 และ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 82-83.54 และ 94.5-97.9% ตามลำดับ (Figures 4 a,b) ซึ่งช่วง ความเร็วรอบที่ใช้ในการทดสอบไม่มีผลต่อ เปอร์เซ็นต์การปลิดแยกหัวมันสำปะหลังออกจาก เหง้า ดังนั้นควรเลือกใช้ความเร็วรอบของชุดใบ เลื่อยทรงกระบอกต่ำที่สุดที่สามารถตัดแยก หัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าได้ เพื่อลดการ

สึกหรอของชิ้นส่วนของเครื่องปลิดที่เคลื่อนที่และ ลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ส่วนการใช้หัวกดแบบที่ 2 จะมีเปอร์เซ็นต์การปลิดสูงกว่าหัวกดแบบที่ 1 ที่ทุกความเร็วรอบที่ใช้ในการทดสอบ แสดงการ กดหัวมันโดยใช้หัวกดแบบที่ 1 ซึ่งมีลักษณะเรียบ จะกดหัวมันสำปะหลังไปพร้อมๆ กันทั้งหมดจึง กดแยกหัวมันได้น้อยกว่าการกดหัวมันโดยใช้หัว กดแบบที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นขั้นบันไดจะกดหัว มันสำปะหลังจากส่วนปลายของหัวมันเข้าไปหา ส่วนโคนทำให้หัวมันกระดกช่วยให้การปลิดหัวมัน สำปะหลังได้ดีขึ้น หัวกดแบบที่ 2 จึงเหมาะที่จะ นำมาใช้เป็นชุดกดหัวมันสำปะหลัง เหง้าและ หัวมันสำปะหลังที่ได้ผ่านการทดสอบจาก เครื่องต้นแบบ (Figure 5)

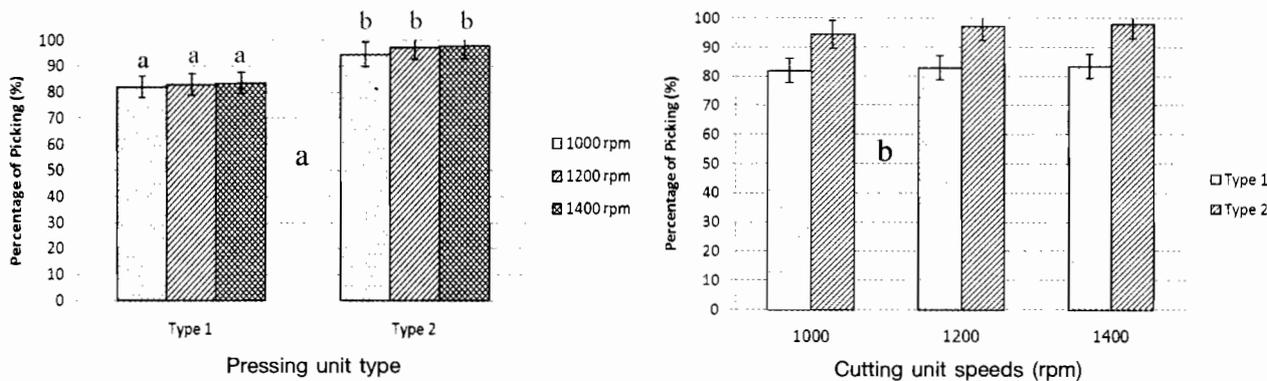


Figure 4. Effect of pressing unit types on percentage of picking at different cutting speeds (a), means each pressing unit types, followed by a common letter are not significantly different at the 5% by DMRT; the comparison of percentage of picking at different cutting speeds and pressing unit types (b)



Figure 5. Cassava stump (a) and cassava root (b) after picking

2. ความสามารถในการทำงาน

ความสามารถในการทำงานของเครื่องต้นแบบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบโดยใช้หัวกดแบบเดียวกันที่ความเร็วของชุดใบเลื่อยทรงกระบอกต่างๆ (Figure 6a) พบว่าความสามารถในการทำงานของเครื่องผลิตหัวมันสำปะหลังมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วของชุดใบมีดทรงกระบอกที่ 1,000

1,200 และ 1,400 รอบ/นาที โดยใช้หัวกดแบบที่ 1 และแบบที่ 2 มีค่าระหว่าง 225-320 และ 313-376 กก./ชม. ตามลำดับ ซึ่งหัวกดแบบที่ 2 จะมีความสามารถในการทำงานสูงกว่าหัวกดแบบที่ 1 เนื่องจากหัวกดแบบที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การปลดแยกหัวมันออกจากเหง้าได้ดีกว่าแบบที่ 1 ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น เครื่องต้นแบบได้ถูกออกแบบให้ความเร็วรอบของชุดใบมีดเลื่อยทรงกระบอก

สัมพันธ์กับความเร็วในการเคลื่อนที่ของชุดกดหัว
 ม้วนสำปะหลัง เมื่อเพิ่มความเร็วรอบของชุดใบ
 เลื่อยทรงกระบอกชุดหัวกดจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น
 เวลาในการทำงานจึงลดลง ทำให้เพิ่มควม
 สามารถในการทำงาน เมื่อคิดที่ความสามารถใน
 การทำงานสูงสุดที่เครื่องทำได้และใช้ผู้ควบคุม
 1 คน เครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ 3,008
 กก./วัน ซึ่งมากกว่าเกษตรกรที่มีความชำนาญ
 ประมาณ 3 เท่า (เกษตรกรทำงาน 8 ชม. ผลิตได้
 ประมาณ 1,000 กก./วัน)

นอกจากนั้นยังพบอีกว่า ความเร็วรอบ

ของชุดใบเลื่อยทรงกระบอกที่ใช้ทดสอบไม่มีผล
 ต่อเปอร์เซ็นต์การผลิตหัวมัน แต่มีผลกับความ
 สามารถในการทำงาน เนื่องจากความเร็วรอบ
 ของชุดใบมีดทรงกระบอกจะสัมพันธ์กับความเร็ว
 ในการเคลื่อนที่ของชุดกดหัวมันสำปะหลัง ดังนั้น
 ควรใช้ความเร็วรอบต่ำที่สุดของชุดใบเลื่อยทรง
 กระบอกเป็นค่าคงที่แล้วศึกษาหาอัตราการป้อนที่
 เหมาะสม เพื่อให้ได้ความสามารถในการทำงาน
 สูงที่สุด และผู้ควบคุมเครื่องสามารถทำงานได้
 อย่างเหมาะสม โดยไม่มีความเครียดและเมื่อยล้า
 เกินไป และปลอดภัย

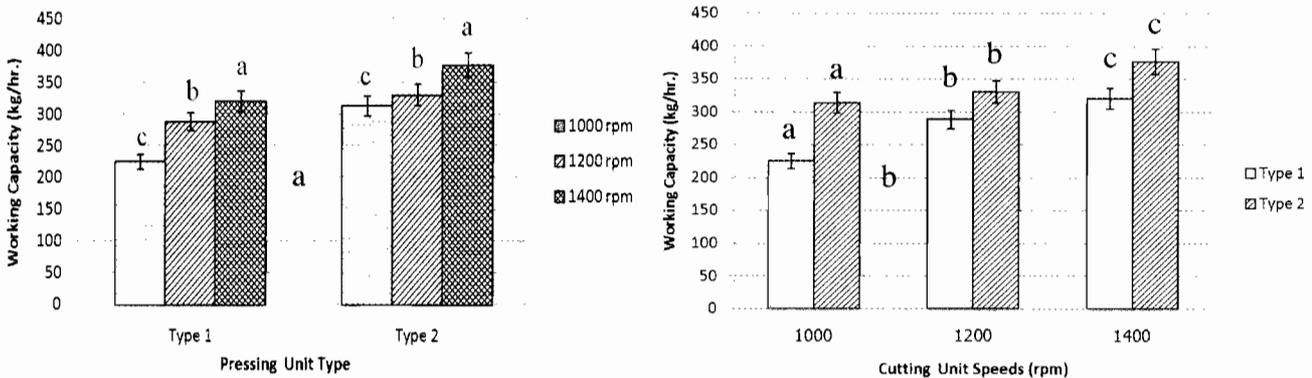


Figure 6. Effect of pressing unit types on working capacity at different cutting speeds (a), means in each pressing unit types, followed by same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT; the comparison of working capacity at different cutting speeds and pressing unit types (b)

3 อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง อัตราสิ้น
 เปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องต้นแบบมีความ
 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อใช้หัวกด
 แบบเดียวกันในการทดสอบที่ความเร็วของชุดใบ
 เลื่อยทรงกระบอกต่างๆ ที่ระดับต่างๆ อย่างมี
 นัยสำคัญ (Figure 7a)

แสดงว่าอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่
 ระดับความเร็วของชุดใบเลื่อยทรงกระบอก
 1,000 1,200 และ 1,400 รอบ/นาที โดยใช้หัว
 กดทั้งสองแบบมีค่าระหว่าง 5.2-6.1 ล./ชม. และ
 มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นเนื่องจาก
 การเร่งเครื่องยนต์จึงต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่ม
 ขึ้น (Figures 7 a,b)

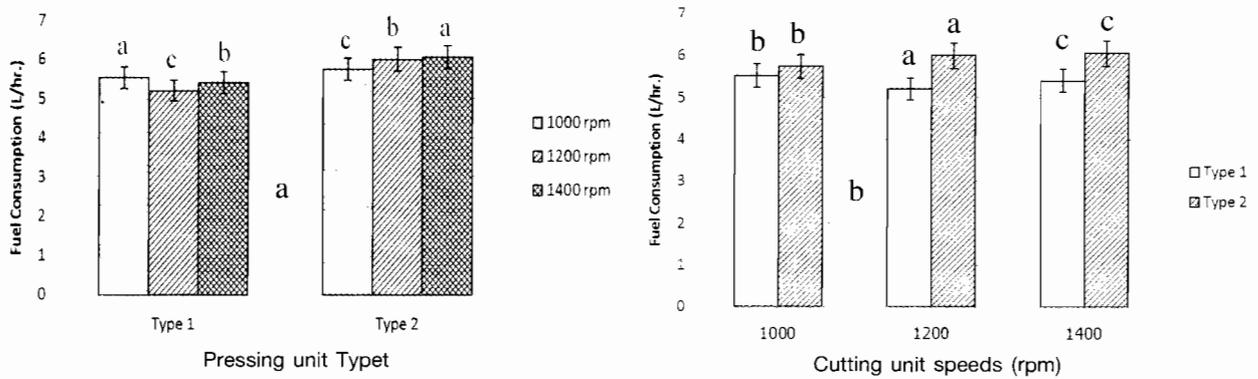


Figure 7 Effect of pressing unit types on fuel consumption at different cutting speeds:(a), means in each pressing unit types, followed by common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT; the comparison of fuel consumption at different cutting speeds and pressing unit types

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบสมรรถนะเครื่องผลิตหัวมันสำปะหลัง โดยทดสอบเปรียบเทียบระหว่างหัวกดแบบเรียบและแบบขั้นบันได ใช้เปอร์เซ็นต์การปลดหัวมันสำปะหลัง ความสามารถในการทำงาน และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นค่าชี้วัดผลการศึกษา พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ดีที่สุด เมื่อใช้หัวกดแบบขั้นบันไดและความเร็วของชุดใบมีดทรงกระบอกมีความเร็วตั้งแต่ 1,000 รอบ/นาที ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การปลดหัวมันสำปะหลัง 94.5-97.9% ความสามารถในการทำงาน 313-376 กม./ชม. และอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 5.2-6.1 ล./ชม. ค่าต่างๆ ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ จะถูกนำไปใช้ในการพัฒนาเครื่องผลิตหัวมันสำปะหลังที่มีระบบชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกให้สามารถใช้ทดแทนแรงงานคนได้จริง เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานและยกระดับการเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลังสดของประเทศไทยต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย รวมทั้งภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และเกษตรกรในเขต อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี ที่สนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์ในการทดสอบต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

- นิรนาม. 2554. วิธีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง ศูนย์เรียนรู้และพัฒนาการปลูกมันสำปะหลัง สีคิ้ว นครราชสีมา http://kasetcenter>trarad.com/product.detail_684821_th_3952465,23/1/2554.
- นิรนาม. 2555. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2555. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

- กรุงเทพฯ. 173 หน้า.
- วิจารณ์ วิชชุกิจ เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์
เอ็จ สโรบล และประภาส ช่างเหล็ก.
2546. *เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์มันสำปะหลัง
ที่นิยมปลูกมากที่สุดในประเทศไทย.
นิทรรศการงานวิจัย 60 ปี มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์* [http://www.ku.ac.th/
kaset60/ku60/cassava.html](http://www.ku.ac.th/kaset60/ku60/cassava.html). 24/1/
2553.
- สุดใจ สุนาสวน ยรรยง สมบัติวิชาธร สิริมา
ธนพงศ์พิพัฒน์ คนางค์ ดวงมณี และ
เสาวณิต วรดิษฐ์. 2554. *รายงานผลการ
ศึกษาสินค้าเกษตรประเภทมันสำปะหลัง.
กลุ่มทำงานศึกษาและวิเคราะห์สินค้า
เกษตรประเภทมันสำปะหลัง สำนักงาน
คณะกรรมการกำกับการซื้อขายสินค้า
เกษตรล่วงหน้า กรุงเทพฯ. 92 หน้า.*
- Anon.1983. *Moisture Measurement
Pages. 329-330. In: ASAE Standard
S 410, Agricultural Engineers
Handbook.*
- Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984.
*Statistical Procedure for Agricultural
Research. 2nd ed., 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
Chichester Brisbane, Toronto,
Singapore. 472 p.*
- Shigley, J.E. and C.R. Mischke. 1989.
*Mechanical Engineering Design. 5th
ed., McGraw-Hill Book Company,
USA. 779 p.*