การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า
Development of a Cassava Harvester for Cutting Cassava Tuber from Rhizome

พยุงศักดิ์ จุลยุเสน[1,2] คธา วาทกิจ[1] จรูญศักดิ์ สมพงศ์[1] และ วีรชัย อาจหาญ[1,2]
Payungsak Junyusen[1,2], Khata Vatakit[1], Charoonsak Somphong[1] and Weerachai Arjharn[1,2]

Abstract

The objective of this research was to develop a cassava harvester which was able to cut cassava tuber from rhizome. The developed cassava harvester consisted of a digger, pulling and conveying device and a cutter. The harvester was mounted on the three-point hitch of a tractor. The digger and the pulling and conveying device were attached to the right side of the tractor in order to help the operator controlled the harvester easier, while the cutter was attached to the rear side of the tractor. The results showed that the 23 degree oblique cone-type digger was suitable for digging the cassava. The pulling and conveying device, which consisted of two rubber belts driven by two hydraulic motors, could convey the maximum load of 4.5 kg. The cutter, which was developed from the hole saw, had the cutting loss about 3.8 %. The field test of the cassava harvester was conducted in sandy soil, which had moisture content about 9.0 %(d.b.). The harvester could operate with the depth of 15 cm, in which soil cone index was about 0.85 MPa. Overall efficiency, conveying loss and digging loss were about 38, 53 and 9 %, respectively.

Keywords: Cassava, Cassava Harvester, Cassava Rhizome

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังให้สามารถตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังประกอบด้วยชุดผาลขุด ชุดถอนและลำเลียง และชุดตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังต่อพ่วงด้วยแขนพ่วงแบบสามจุดของรถแทรกเตอร์ ชุดผาลขุดและชุดถอนและลำเลียงถูกติดตั้งทางด้านขวาของรถแทรกเตอร์ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถปฏิบัติงานได้ง่าย ส่วนชุดตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าถูกติดตั้งไว้ด้านหลังของรถแทรกเตอร์ จากผลการทดสอบพบว่า ผาลขุดรูปกรวยกลมเอียงที่มีมุมกรวยขนาด 23 องศา เป็นผาลขุดที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน ชุดถอนและลำเลียงมันสำปะหลังที่ประกอบด้วยสายพานยางสองเส้นและถูกขับด้วยมอเตอร์ไฮดรอลิค สามารถลำเลียงมันสำปะหลังน้ำหนักสูงสุดประมาณ 4.5 กิโลกรัม ชุดตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าที่พัฒนาจากใบมีดคว้านรูแบบฟันเลื่อยมีค่าความสูญเสียเนื้อมันสำปะหลังประมาณ 3.8 เปอร์เซ็นต์ เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังถูกทดสอบในแปลงมันสำปะหลังที่เป็นดินทราย ความชื้นฐานแห้ง 9.0 เปอร์เซ็นต์ ผาลขุดสามารถขุดได้ลึกประมาณ 15 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าดัชนีความแข็งดินประมาณ 0.85 เมกกะปาสคาล เมื่อพิจารณาการทำงานตั้งแต่การขุดจนถึงการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าพบว่าประสิทธิภาพการทำงานรวม ความสูญเสียเนื่องจากลำเลียงไม่ได้ และความสูญเสียเนื่องจากขุดไม่ได้ มีค่าประมาณ 38, 53 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ: มันสำปะหลัง, เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง, เหง้ามันสำปะหลัง

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยถูกใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญในอุตสาหกรรมอาหารและอาหารสัตว์ การผลิตเอทานอล และอุตสาหกรรมอื่นๆ มันสำปะหลังสามารถปลูกได้ในทุกภาคของประเทศไทยและสามารถเก็บเกี่ยวได้เกือบตลอดทั้งปีโดยเฉพาะตั้งแต่ช่วงเดือนธันวาคมจนถึงเดือนกรกฎาคม ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังประมาณ 8.6 ล้านไร่ และเป็นผู้ส่งออกมันสำปะหลังเป็นอันดับหนึ่งของโลก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555)

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000
[1] School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand, 30000.
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400

ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังประกอบด้วย การตัดต้น การขุด การรวบรวมเป็นกอง การตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า และการขนถ่ายออกจากแปลง วิธีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของเกษตรกรไทยโดยทั่วไปมี 2 วิธี คือ 1) การเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคนทั้งกระบวนการโดยใช้เครื่องมือแบบคานงัดหัวมันสำปะหลังขึ้นมาจากดิน และ 2) การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องจักรกลเกษตรร่วมกับแรงงานคน เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังส่วนใหญ่จะมีหลักการทำงานคล้ายกับเครื่องมือเตรียมดิน (ชาญชัย, 2551; เสรี, 2551; อนุชิต และคณะ, 2550) ในปัจจุบันวิธีการเก็บเกี่ยวแบบนี้ยังคงมีข้อจำกัดที่ต้องอาศัยแรงงานคนจำนวนมาก ในขั้นตอนของการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าและการขนย้ายมันสำปะหลังทั้งหมดที่เก็บเกี่ยวออกจากแปลง แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังจึงควรมุ่งเน้นไปที่การลดปริมาณแรงงานคนและระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนเหล่านี้ ซึ่งที่ผ่านมาได้มีนักวิจัยหลายกลุ่มเสนอแนวทางในการพัฒนาขั้นตอนการเก็บเกี่ยวจากวิธีการขุดแบบเดิมมาเป็นวิธีการขุดและถอนทั้งลำต้น เพื่อให้สะดวกต่อการจัดการหัวมันสำปะหลัง (ประสาท, 2548; วิชา และคณะ, 2551) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังให้สามารถตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าเพื่อลดการใช้แรงงานคนและความยุ่งยากในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

อุปกรณ์และวิธีการ

การออกแบบเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าประกอบด้วยชุดผาลขุด ชุดถอนและลำเลียง ชุดตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ดังแสดงใน Figure 1 ชุดผาลขุดประกอบด้วยผาลขุดแบบกรวยกลมเอียงและกลไกควบคุมความลึกของการขุด ชุดถอนและลำเลียงมันสำปะหลังสร้างจากสายพานยางสองเส้นที่หมุนเข้าหากันและถูกขับด้วยมอเตอร์ไฮดรอลิค และชุดตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าถูกพัฒนาจากใบมีดคว้านรูแบบฟันเลื่อย (hole saw) เครื่องเก็บเกี่ยวถูกต่อพ่วงแบบสามจุดกับรถแทรกเตอร์ ชุดผาลขุดและชุดถอนและลำเลียงถูกติดตั้งทางด้านขวาของรถแทรกเตอร์ ซึ่งจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุมชุดผาลขุด ชุดถอนและลำเลียง รวมทั้งสามารถมองเห็นต้นมันสำปะหลังขณะเก็บเกี่ยวได้ง่ายกว่าเครื่องเก็บเกี่ยวแบบที่ชุดผาลขุดติดตั้งอยู่ทางด้านหลังของรถแทรกเตอร์ ส่วนชุดตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าจะถูกติดตั้งทางด้านหลังของรถแทรกเตอร์ เพื่อให้สามารถเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังได้ภายในขั้นตอนเดียว ในการปฏิบัติงานจริงจำเป็นต้องมีผู้ปฏิบัติงานอย่างน้อย 1 คน สำหรับทำหน้าที่ป้อนต้นมันสำปะหลังให้เข้าไปยังชุดตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าและดึงลำต้นมันให้เคลื่อนที่ผ่านช่องตรงกลางของชุดใบมีด

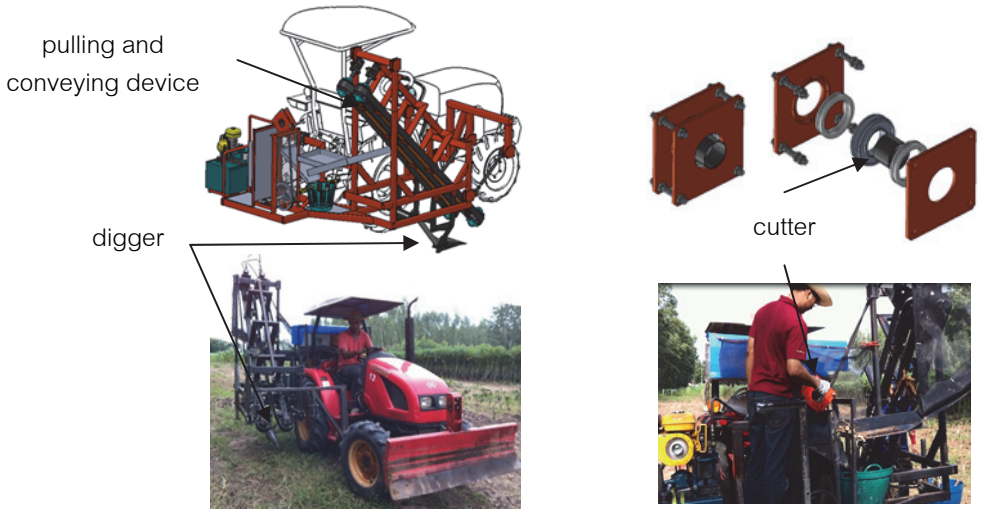

Figure 1 A developed cassava harvester for cutting cassava tuber from rhizome

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังทำในแปลงมันสำปะหลังขนาดกว้าง 40 เมตร ยาว 50 เมตร โดยที่มีสภาพดินเป็นดินทราย ความชื้นฐานแห้ง 9 เปอร์เซ็นต์ ระยะห่างระหว่างต้น 1 เมตร ความสูงของต้นมันสำปะหลังถูกตัดให้เหลือประมาณ 50 เซนติเมตร และดัชนีความแข็งของดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร มีค่าประมาณ 0.85 เมกกะปาสคาล

- *ประสิทธิภาพการทำงานรวม* คือ ประสิทธิภาพของการทำงานตั้งแต่การขุดจนถึงการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปดังนี้

$$E = \frac{W_1}{W} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ E คือ ประสิทธิภาพการทำงานรวม (เปอร์เซนต์), W_1 คือ น้ำหนักมันสำปะหลังที่ผ่านชุดตัด (กิโลกรัม) และ W คือ น้ำหนักมันสำปะหลังรวม (กิโลกรัม)

- *ความสูญเสียเนื่องจากลำเลียงไม่ได้* สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปดังนี้

$$L_1 = \frac{W_2}{W} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ L_1 คือ ความสูญเสียเนื่องจากลำเลียงไม่ได้ (เปอร์เซนต์), W_2 คือ น้ำหนักมันสำปะหลังที่ขุดได้แต่ลำเลียงไม่ได้ (กิโลกรัม)

- *ความสูญเสียเนื่องจากขุดไม่ได้* สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปดังนี้

$$L_2 = \frac{W_3}{W} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ L_2 คือ ความสูญเสียเนื่องจากขุดไม่ได้ (เปอร์เซนต์), W_3 คือ น้ำหนักมันสำปะหลังที่ขุดไม่ได้ (กิโลกรัม)

ผลและวิจารณ์ผล

ผลการทดสอบเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าเบื้องต้นพบว่า เมื่อกำหนดความเร็วรอบเครื่องยนต์ของรถแทรกเตอร์ไว้ที่ 1,500 รอบต่อนาที จะได้ความเร็วรอบของเพลาอำนวยกำลัง และความเร็วรอบของใบตัดเท่ากับ 540 และ 650 รอบต่อนาที ตามลำดับ ชุดตัดสามารถตัดมันสำปะหลังที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 1.2 กิโลกรัมต่อต้น ได้ประมาณ 4 ต้นต่อนาที ความสูญเสียเนื้อมันสำปะหลังมีค่าประมาณ 3.8 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงใน Table 1 หัวมันสำปะหลังที่ได้ผ่านชุดตัดจะประกอบด้วย หัวมันสำปะหลังที่สมบูรณ์ หัวมันสำปะหลังที่มีเหง้า และหัวมันสำปะหลังที่ถูกใบมีดตัด ดังแสดงใน Figure 2

การทดสอบเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในแปลงเกษตรทำได้เพียงครั้งเดียว เพราะเกิดความเสียหายกับชุดกลไกควบคุมความลึกของผาลขุด จากผลการทดสอบพบว่า เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังสามารถขุดได้ลึกประมาณ 15 เซนติเมตร ความเร็วในการทำงานเท่ากับ 0.05 เมตรต่อวินาที ดังแสดงใน Figure 3 เมื่อพิจารณาการทำงานตั้งแต่การขุดจนถึงการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าพบว่า ประสิทธิภาพการทำงานรวม ความสูญเสียเนื่องจากลำเลียงไม่ได้ และความสูญเสียเนื่องจากขุดไม่ได้มีค่าประมาณ 38, 53 และ 9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า การทำงานของชุดผาลขุดและชุดถอนและลำเลียงมันสำปะหลังยังไม่สอดคล้องกัน ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานรวมค่อนข้างต่ำ และความแข็งแรงของชุดกลไกควบคุมความลึกของการขุดยังไม่เพียงพอต่อการทำงาน ต้องมีการออกแบบและปรับปรุงใหม่ให้เหมาะสมมากขึ้น

เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังสามารถขุดได้ลึกเพียง 15 เซนติเมตร ในขณะที่หัวมันสำปะหลังอยู่ลึกในดินประมาณ 25 เซนติเมตร หากขุดลึกกว่านี้จะทำให้การบังคับรถแทรกเตอร์ทำได้ยากเพราะรถแทรกเตอร์พยายามจะหมุนรอบผาลขุด นอกจากนี้ในขณะทำการขุดผาลขุดมักจะดันหัวมันสำปะหลังออกจากชุดถอนและลำเลียง คนขับรถแทรกเตอร์ต้องพยายามหักเลี้ยวเพื่อให้ต้นมันสำปะหลังอยู่ในแนวการทำงานของชุดถอนและลำเลียง ทำให้ความเร็วในการทำงานมีค่าค่อนข้างต่ำ

Table 1 Performance evaluation in cutting cassava tuber from rhizome

Number of cassava plants	Weight of cassava tuber (kg)	Weight of cassava tuber remaining on rhizome (kg)	Cutting time (s)	Loss (%)
10	12.1±0.31	0.5±0.15	163±20.2	3.8±1.21

Figure 2 Cassava tuber and rhizome after cutting

Figure 3 Cassava harvesting using the developed harvester

สรุป

เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังต้นแบบสามารถตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าได้เป็นอย่างดี แต่การทำงานของชุดผาลขุดและชุดถอนและลำเลียงมันสำปะหลังยังไม่สอดคล้องกัน จึงทำให้ประสิทธิภาพการทำงานรวมค่อนข้างต่ำ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ประเภททุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อนวัตกรรมประจำปีงบประมาณ 2555 ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

ชาญชัย โรจนสโรช. 2551. เครื่องขุดมันสำปะหลังติดรถไถเดินตาม. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา. 53 น.

ประสาท แสงพันธุ์ตา. 2548. การออกแบบและพัฒนาเครื่องขุดและรวบรวมหัวมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 120 น.

วิชา หมั่นทำการ, ศาศวัต รัตศรีเมธา และมนัสวี สุริวงษ์. 2551. การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบถอนหัวมันขึ้น. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 77 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2555. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/download/download_journal/commodity55.pdf. (14 กันยายน 2557).

เสรี วงส์พิเชษฐ. 2551. การวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังโดยใช้รถไถเดินตามเป็นต้นกำลัง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 34 น.

อนุชิต จ่ำสิงห์, อัคคพล เสนาณรงค์, สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์, พักตร์วิภา สุทธิวารี, ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์ และ ขนิษฐ์ หว่านณรงค์. 2550. วิจัยและพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมผลิตพืช สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม, กรุงเทพฯ. 68 น.