

ออกแบบและพัฒนาเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลัง Design and Development of Cassava Root Plucking Out Machine

ศักดิ์ชัย อาษาวัง¹ วุฒิพล จันทร์สระคู¹ อนุชิต ฉ่ำสิงห์² ประสาท แสงพันธุ์ตา³ และสุพัตรา ชาววงจักร⁴
Sakchai Arsawang¹, Wuttiphol Chansrakoo¹, Anuchit Chamsing², Prasat Sangphanta³ and Supattra Chawkongchak⁴

Abstract

This research aimed to solve the shortage of man power for pluck out of cassava roots after digged and stacked the cassava rhizomes together. The developed prototype used a 5 hp, small gasoline engine to drive the couple rhizome feeder chains and the four circular saw blades through the wedge belts. The 7 inches diameter and 60 teeth saw blades were mounted above the feeder chains. The front and the back blades were placed in the horizontal and the next two blades were placed vertically. The gap of the vertical blades could adjust due to the cassava stem diameters because the left saw blade was mounted on the adjustable frame. When operated the machine the rhizomes were flipped over and placed into feeder chains. The prototype machine worked properly when the engine run at 2,300 rpm., the speed of feeder chains and the four saw blades were 0.08 and 21.4 meters per second respectively. The results showed that the working capacity was 703 kg per hour, the loss of cassava roots was 0.81 %, contamination of stem in casava 1.28 % and fuel cost was 194 baht per rai.

Keywords: cassava, pluck out, rhizome

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าหลังจากการขุดเก็บและรวมกองหัวมันสำปะหลังไว้ เครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นใช้เครื่องยนต์เบนซินเล็กขนาด 5 แรงม้า ส่งกำลังผ่านสายพานแบบลิ้มเพื่อขับเคลื่อนโซ่ป้อนเหง้าสองชุด และชุดใบเลื่อยวงเดือนจำนวน 4 ใบ ใบเลื่อยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว ขนาด 60 ฟัน ติดตั้งเหนือชุดโซ่ป้อน ใบเลื่อยหน้าและใบเลื่อยหลังติดตั้งในแนวระดับ อีกสองใบติดตั้งในแนวตั้งระหว่างใบหน้าและใบหลัง โดยสามารถปรับระยะห่างระหว่างใบเลื่อยทั้งสองได้เนื่องจากใบเลื่อยด้านซ้ายยึดกับโครงที่เลื่อนเข้าออกได้ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหง้ามัน ขณะทำงานเหง้ามันถูกป้อนโดยการคว่ำเหง้าลงและวางบนชุดโซ่ป้อน เครื่องต้นแบบทำงานได้เหมาะสมเมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่ 2,300 รอบต่อนาที ความเร็วชุดโซ่ป้อนที่ 0.08 เมตรต่อนาที และความเร็วเชิงเส้นเฉลี่ยของใบเลื่อยทั้งสี่ใบที่ 21.4 เมตรต่อนาที สามารถปลิดหัวมันได้ 703 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หัวมันสูญเสียร้อยละ 0.81 มีเหง้ามันปนกับหัวมันร้อยละ 1.28 และค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง 194 บาทต่อไร่

คำสำคัญ: มันสำปะหลัง, ปลิด, เหง้า

คำนำ

ประเทศไทยผลิตมันสำปะหลังเป็นอันดับ 4 ของโลก และเป็นผู้ส่งออกอันดับ 1 ของโลก ทำรายได้เข้าประเทศปีละประมาณ 2 หมื่นล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) การเก็บเกี่ยวมีผลกระทบต่อความสูญเสีย ความเสียหาย และคุณภาพของผลผลิต หากทำการขุดแล้วหากไม่ได้รับการแปรสภาพภายใน 2 วัน คุณภาพจะลดอย่างมาก (Thant, 1997; พร้อมพรรณ, 2549) การเก็บเกี่ยวมีสัดส่วนการลงทุนสูงสุด (27 %) รองลงมาได้แก่ ค่าปุ๋ย (18 %) ค่าเตรียมดิน (17 %) ค่ากำจัดวัชพืช (16 %) ค่าขนส่ง (13 %) ค่าท่อนพันธุ์และแรงงานปลูก (7 %) (สุรพงษ์ และคณะ, 2550) โดยค่าจ้างแรงงานเป็นสัดส่วนค่าใช้จ่ายสูงสุดในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว (Anuchit, 2007) สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังแบบไถหัวหมู เครื่องขุดและเก็บมันสำปะหลัง และเครื่องมือปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า (อนุชิต

¹ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

² Khon Kaen Agricultural Engineering Research Center, Agricultural Engineering Research Institute

³ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

⁴ Postharvest Engineering Research Group Agricultural Engineering Research Institute

⁵ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมผลผลิตพืช สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

⁶ Plant Production Engineering Research Group, Agricultural Engineering Research Institute

⁷ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาฬสินธุ์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขต 3 กรมวิชาการเกษตร

⁸ Kalasin Agricultural Research and Development Center, office of Agricultural Research and Development 3

และคณะ, 2553) นอกจากนี้ยังมีเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (จตุรงค์ และคณะ, 2555) และเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังให้สามารถปลิดหัวมันออกจากเหง้าภายหลังการขุดขึ้นมาจากดิน (พยุงค์ดี และคณะ, 2557) ซึ่งมีความก้าวหน้าไปในระดับหนึ่งแล้ว แต่ยังไม่มีการผลิตเชิงพาณิชย์ ดังนั้นขั้นตอนการปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าจำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือทุ่นแรง เพื่อการสนับสนุนการแก้ปัญหาในระบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าหลังจากมีการขุดและเก็บรวมกองไว้ในแปลงแล้ว โดยคาดว่าจะช่วยลดการใช้แรงงานและค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง ลดความเหนื่อยยากของแรงงาน พัฒนาขีดความสามารถในการทำงานของแรงงานคน ประหยัดเวลา อีกทั้งได้แนวทางการพัฒนาต่อยอดงานวิจัยเพื่อให้ได้เครื่องมือเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่สมบูรณ์แบบต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์: นาฬิกาจับเวลา เครื่องมือวัดความเร็วรอบเพลลา ตลับเมตร กระจกตวงสำหรับวัดปริมาตรน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องยนต์เบนซินขนาด 5 แรงม้า ตาซึ่ง วัสดุและอุปกรณ์เครื่องมือช่างต่างๆ และแปลงมันสำปะหลังสำหรับการทดลอง เครื่องจักรต้นแบบ

วิธีปฏิบัติการทดลอง: 1) ศึกษาสมบัติทางกายภาพเหง้ามันสำปะหลัง ได้แก่ ความกว้าง ความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางเหง้าเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ 2) ออกแบบกลไกและสร้างชุดทดสอบกลไกการปลิดหัวมันออกจากเหง้า โดยมีเงื่อนไขในการออกแบบประกอบด้วย เป็นกลไกที่เหมาะสมสำหรับการปลิดหัวมันหลังจากการขุดและเก็บรวมกองไว้ในแปลงแล้ว เพื่อใช้งานร่วมกับเครื่องลำเลียงหัวมันแบบติดข้างรถบรรทุกซึ่งเป็นงานวิจัยที่อยู่ภายใต้กิจกรรมเดียวกัน ใช้แรงงานคนในการทำงาน หรือใช้ต้นกำลังขนาดเล็กที่ราคาไม่แพงมาก เหมาะกับเกษตรกรรายย่อย 3) สร้างต้นแบบและทดสอบการทำงาน ปรับปรุงแก้ไขจนได้เครื่องต้นแบบที่เหมาะสม โดยมีค่าชี้วัดประกอบด้วย ความสามารถในการทำงาน C_p (กิโลกรัม/ชั่วโมง) ดังสมการที่ 1 ความสามารถในการปลิดหัวมันสำปะหลัง C_1 (%) ดังสมการที่ 2 การสูญเสียหัวมันสำปะหลังที่ทิ้งไปกับเหง้า L_s (%) ดังสมการที่ 3 และเหง้ามันปนมากับหัวมันสำปะหลังที่ปลิดได้ I_m (%) ดังสมการที่ 4 โดยกำหนดให้ m_1 คือน้ำหนักหัวมันที่เครื่องปลิดได้ (กิโลกรัม) m_2 คือน้ำหนักหัวมันที่ไม่ถูกปลิดและถูกทิ้งไปกับเหง้า (กิโลกรัม) m_3 คือน้ำหนักเหง้าที่ปนมากับหัวมันที่เครื่องปลิดได้ (กิโลกรัม) และ t คือเวลาการทำงานของเครื่องปลิด (ชั่วโมง)

$$C_p = \frac{m_1}{t} \quad \text{---(1)}$$

$$C_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \times 100 \quad \text{---(2)}$$

$$L_s = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \times 100 \quad \text{---(3)}$$

$$I_m = \frac{m_3}{m_1} \times 100 \quad \text{--- (4)}$$

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

ผลการทดลองได้เครื่องต้นแบบเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลังแสดงดัง Fig 1 ประกอบด้วยชุดโซ่ป้อนสองชุด ชุดด้านซ้ายยึดกับโครงที่เลื่อนเข้าออกได้ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหง้ามัน มีชุดใบเลื่อย 4 ใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 นิ้ว 60 ฟัน ใบเลื่อยแนวระนาบสองใบวางด้านหน้าและด้านหลัง อีกสองใบวางในแนวตั้งโดยใบเลื่อยซ้ายเลื่อนเข้าออกได้ตามโครงยึดโซ่ป้อนด้านซ้าย ส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานแบบลิ้มและใช้เครื่องเบนซินขนาด 5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง



Fig 1 Prototype of the Cassava Root Plucking Out Machine

ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบเบื้องต้นกับมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 อายุเก็บเกี่ยว 11 เดือน พบว่าเครื่องต้นแบบทำงานได้เหมาะสมเมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่ 2,257 รอบ/นาที ความเร็วชุดโซ่ป้อน 0.09 เมตร/วินาที และ ความเร็วเชิงเส้นใบเลื่อยทั้งสี่ใบ 16.30 เมตร/วินาที สามารถผลิตหัวมันได้ 829 ก.ก./ชม หัวมันสูญเสียร้อยละ 1.44 มีเหง้ามันปนกับหัวมันร้อยละ 1.00 สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 251 บาทต่อไร่ (2.6 ลิตร/ชม.) ส่วนการใช้แรงงานคนตัดด้วยมีดพรว้า ทำงานได้ 855 ก.ก./ชม. ไม่มีหัวมันสูญเสียแต่มีเหง้ามันปนกับหัวมันร้อยละ 0.97 แต่พบว่าการส่งถ่ายแรงจากเครื่องยนต์ยังไม่เหมาะสม จึงแก้ไขโดยการเปลี่ยนพูลเลย์ส่งถ่ายกำลังแต่ละจุดและทำให้ความเร็วรอบของเครื่องต้นกำลัง ใบเลื่อยตัดด้านข้าง ใบเลื่อยหน้าและใบเลื่อยหลังมีความเร็วรอบเท่ากัน และได้เปรียบเทียบผลของใบเลื่อยด้านหน้าที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ขนาดได้แก่ 7 นิ้ว 8 นิ้ว และ 10 นิ้ว ที่มีจำนวนฟันแตกต่างกัน และใช้ความเร็วรอบของใบเลื่อยสามระดับที่ 1,750 2,300 และ 2,800 รอบ/นาที พบว่าเครื่องต้นแบบทำงานได้เหมาะสมเมื่อใบเลื่อยด้านหน้ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว 40 ฟัน เครื่องยนต์ทำงานที่ 2,300 รอบ/นาที ความเร็วชุดโซ่ป้อน 0.08 เมตร/วินาที และ ความเร็วเชิงเส้นใบเลื่อยทั้งสี่ใบ 21.4 เมตร/วินาที สามารถผลิตหัวมันได้ 703 ก.ก./ชม หัวมันสูญเสียร้อยละ 0.81 มีเหง้ามันปนกับหัวมันร้อยละ 1.28 สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 194.32 บาทต่อไร่ (1.81 ลิตร/ชม.) นอกจากนี้พบว่าความเร็วที่มากขึ้นยังส่งผลให้ใบเลื่อยมีการสับตัดแรงขึ้น และใบเลื่อยด้านหน้าที่ใหญ่ขึ้นการสูญเสียหัวมันมีแนวโน้มมากขึ้นและใบเลื่อยมีการสับตัดแรงขึ้นทั้งที่ความเร็วต่ำและความเร็วสูง ผลการทดสอบแสดงดัง Table 1 และ Table 2 ความสูญเสียหัวมันแสดงดัง Fig 2

Table 1 Speed of engine/ feeder chain /side saw blade and front saw blade

rpm	engine	feeder chain feeding speed (m./s)	side saw blade		front saw blade	
			cutting speed		cutting speed	
			(m./s)		(m./s)	
			dia 7 in	dia 7 in	dia 8 in	dia 10 in
1,750		0.06	16.3	16.3	18.6	23.3
2,300		0.08	21.4	21.4	24.5	30.6
2,800		0.10	26.1	26.1	29.8	37.2

Table 2 Testing result of Cassava Root Plucking Out Machine

dai (inch.)	front saw blade	tooth-speed	capacity (kg./hr)	capacity (Rai./hr)	Plucking Out of cassava root (%)	loss of cassava root (%)	Impurity (%)	fuel	fuel	fuel
								cons (l/hr)	cost (baht/hr)	cost (baht/rai)
7	7D-30T-V1		418.02	1.11	98.30	1.70	1.30	0.92	23.02	167.29
	7D-30T-V2		605.23	1.61	97.96	2.04	0.66	2.81	70.14	359.74
	7D-30T-V3		660.70	1.76	98.91	1.09	1.81	2.61	65.17	299.60
	7D-40T-V1		491.57	1.31	98.86	1.14	1.01	1.68	41.97	256.92
	7D-40T-V2		702.93	1.87	99.19	0.81	1.28	1.81	45.26	194.32
	7D-40T-V3		882.16	2.35	98.87	1.13	1.23	2.15	53.75	186.17
	7D-60T-V1		520.05	1.39	99.19	0.81	1.12	0.88	22.12	128.56
	7D-60T-V2		698.94	1.86	98.99	1.01	1.39	1.40	35.04	149.94
	7D-60T-V3		820.20	2.19	98.62	1.38	1.07	1.78	44.44	169.23
8	8D-100T-V1		603.85	1.61	98.86	1.14	0.99	1.43	35.82	177.14
	8D-100T-V2		632.29	1.69	98.17	1.83	1.04	1.96	48.91	237.15
	8D-100T-V3		774.59	2.07	98.30	1.70	0.99	2.23	55.78	215.43
10	10D-100T-V1		490.57	1.31	97.75	2.25	0.70	1.85	46.13	281.80
	10D-100T-V2		606.63	1.62	97.93	2.07	1.01	1.77	44.14	223.55
	10D-100T-V3		791.47	2.11	98.40	1.60	0.76	2.32	57.88	230.53
	10D-36T-V1		595.06	1.59	97.61	2.39	0.49	2.85	71.18	358.85
	10D-36T-V2		606.92	1.62	97.45	2.55	1.19	3.52	88.01	435.03
	10D-36T-V3		931.83	2.48	99.13	0.87	1.15	3.12	78.02	251.17

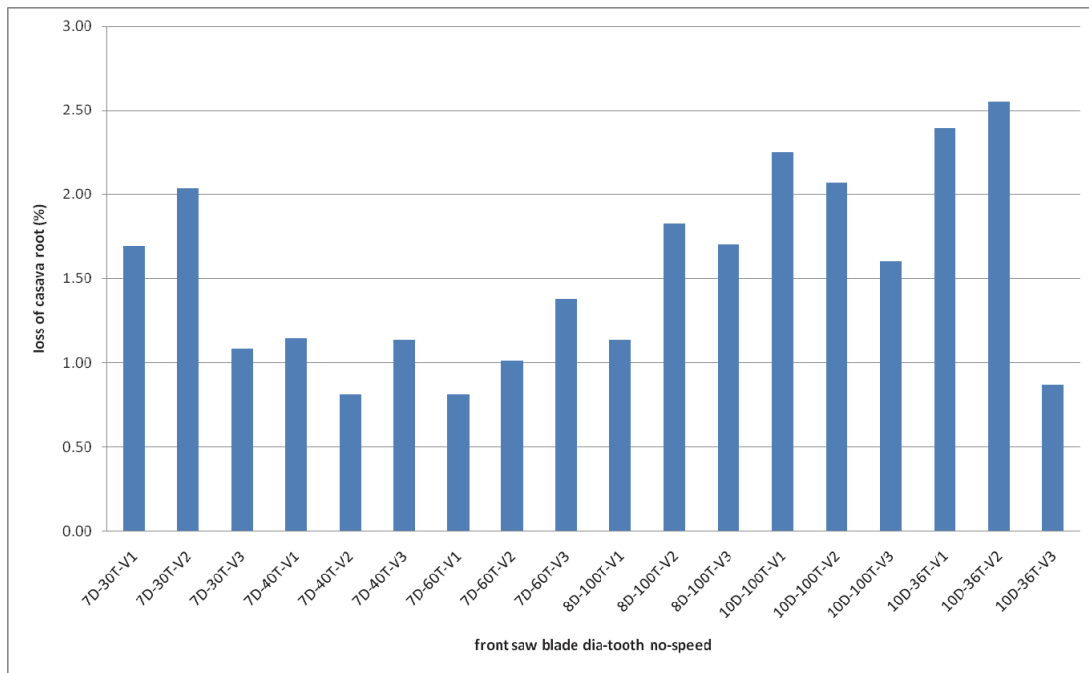


Fig 2 Loss of casava root (%) of the Cassava Root Plucking Out Machine

สรุป

เครื่องต้นแบบเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลัง ประกอบด้วยชุดโซ่ป้อนสองชุด ชุดด้านซ้ายยึดกับโครงที่เลื่อนเข้าออกได้ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัวมัน มีชุดใบเลื่อย 4 ใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 นิ้ว 60 ฟัน ใบเลื่อยแนวระนาบสองใบวางด้านหน้าและด้านหลัง อีกสองใบวางในแนวตั้งโดยใบเลื่อยซ้ายเลื่อนเข้าออกได้ตามโครงยึดโซ่ป้อนด้านซ้าย ส่งถ่ายกำลังด้วยสายพานแบบลิ้มและใช้เครื่องเบนซินขนาด 5 แรงม้าเป็นต้นกำลัง พบว่าเครื่องต้นแบบทำงานได้เหมาะสมเมื่อใบเลื่อยด้านหน้ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว 40 ฟัน เครื่องยนต์ทำงานที่ 2,300 รอบ/นาที ความเร็วชุดโซ่ป้อน 0.08 เมตร/วินาที และความเร็วเชิงเส้นใบเลื่อยทั้งสี่ใบ 21.4 เมตร/วินาที สามารถปลิดหัวมันได้ 703 กก./ชม หัวมันสูญเสียร้อยละ 0.81 มีหัวมันปนกับหัวมันร้อยละ 1.28 ลื่นเปลืองเชื้อเพลิง 194.32 บาทต่อไร่ (1.81 ลิตร/ชม.)

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่นที่ร่วมสร้างต้นแบบและทดสอบงานวิจัยนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ และมานพ ต้นตระกูลเกียรติ. 2555. การออกแบบและสร้างเครื่องปลิดหัวมันสำปะหลัง. วารสารวิชาการเกษตร 30 (3): 300-311.

พยุงค์ศักดิ์ จุลยเสน, ศชา วาทกิจ, จรูญศักดิ์ สมพงษ์ และวีรชัย อาจหาญ. 2557. การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 45 (3/1 พิเศษ): 353-356.

พร้อมพันธุ์ เสรีวิชัยสวัสดิ์. 2549. อิทธิพลของระยะเวลาเก็บเกี่ยวหลังการตัดต้นที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของหัวมันสำปะหลัง. มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา; <http://www.tapiocathai.org/reference/03.htm>, (3 พ.ค. 2555).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2549/50. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรพงษ์ เจริญรัต, นันทวรรณ สโรบล, กุลศิริ กลิ่นนุรักษ์, อาภาณี โภคประเสริฐ, เสาวรี ตั้งสกุล, จรุงสิทธิ์ ลิ้มศิลา และอุดม เลียบวัน. 2550. กิจกรรมการศึกษาโอกาสและข้อจำกัดของการผลิตพืชไร่เศรษฐกิจสำคัญทางตลอดประเมินความคุ้มค่าการลงทุนและสภาวะความเสี่ยงของเกษตรกรจากความแปรปรวนด้านการผลิตและราคาของผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อย. น.135-139. ใน: เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องแนวทางการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง. 159 น.

อนุชิต ฉ่ำสิงห์, อัศพลพล เสนาณรงค์, สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์, พัทธวิภา สุทธิวาริ, ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์, ชนิษฐ์ หวานณรงค์, ประสาท แสงพันธุ์ตา, วุฒิพล จันทร์สระคู, ศักดิ์ชัย อาษาวิ้ง และพงษ์ศักดิ์ ต่ายก้อนทอง. 2553. วิจัยและพัฒนาเครื่องมือปลิดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า. รายงานผลการวิจัย. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม, กรมวิชาการเกษตร.

Anuchit Chamsing. 2007. Agricultural Mechanization Status and Energy Consumption for Crop Production in Thailand. AIT Diss No. AE...(In process). Asian Institute of Technology, Pathum Thani, Thailand.

Thant, T. K. 1997. A study on the effect of storage condition on cassava roots and the effect of intermediate products on the quality of glucose syrup. AIT thesis no. AE-97-11. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.