# การออกแบบและทดสอบเครื่องทำความสะอาดมันสำปะหลัง
# Design and testing of a cassava cleaning machine

**พยุงศักดิ์ จุลยุเสน[1] คธา วาทกิจ[1] พรรษา ลิบลับ[1] เทวรัตน์ ทิพยวิมล[1] และ วีรชัย อาจหาญ[1]**
Payungsak Junyusen[1], Khata Vatakit[1], Pansa Liplap[1], Tawarat Tipyavimol[1] and Weerachai Arjharn[1]

**Abstract**

The objectives of this study were to design and test a trommel-type cassava cleaning machine for cassava chips production. The trommel screen was constructed from 25.4 mm round-hole screen with a diameter of 1.0 m and a length of 4.8 m. Louver was installed on inner surface of the screen for conveying the cassava tubers, while blades were installed in order to peel the tubers. Cleaning processes occurred when the tubers were in contact with each other, from the contact between the tubers and the screen, and from the tubers and the blades or the louver. The evaluation parameters were cleaning rate, cleaning efficiency and losses. The experimental results showed that the cleaning rate increase with an increase the screen rotational speed. The maximum cleaning efficiency, 25.7% with the minimum loss 2.5% were found at the screen rotational speed of 6 rpm. The prototype cleaning machine could separate the contaminants and peel away the periderm from the tubers, but it could remove the cortex only slightly.

**Keywords**: cassava tuber, cassava cleaning machine, trommel screen

**บทคัดย่อ**

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและทดสอบเครื่องทำความสะอาดมันสำปะหลังแบบตะแกรงทรงกระบอกสำหรับการผลิตมันเส้น ตะแกรงทรงกระบอกสร้างมาจากแผ่นตะแกรงเหล็กรูกลมขนาด 25.4 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 1.0 เมตร และยาว 4.8 เมตร ครีบถูกติดตั้งไว้ภายในตะแกรงเพื่อทำหน้าที่ลำเลียงมันสำปะหลัง ขณะที่ใบมีดถูกติดตั้งไว้เพื่อขูดเปลือกมันสำปะหลัง กระบวนการทำความสะอาดเกิดขึ้นจากการสัมผัสกันเองของมันสำปะหลังและการสัมผัสกันระหว่างมันสำปะหลังกับตะแกรง ใบมีด และครีบ ตัวแปรที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะของเครื่องทำความสะอาด คือ อัตราการทำความสะอาด ประสิทธิภาพการทำความสะอาด และการสูญเสีย ผลการทดสอบพบว่า อัตราการทำความสะอาดเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของตะแกรงที่สูงขึ้น ประสิทธิภาพการทำความสะอาดสูงสุดและการสูญเสียต่ำสุดเกิดขึ้นที่ความเร็วรอบเท่ากับ 6 รอบต่อนาที โดยมีค่าเท่ากับ 25.7 เปอร์เซนต์ และ 2.5 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ แม้ว่าเครื่องทำความสะอาดต้นแบบนี้สามารถแยกสิ่งเจือปนและขูดเปลือกนอกของมันสำปะหลังได้เป็นอย่างดี แต่ขูดเปลือกในของมันสำปะหลังได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

**คำสำคัญ**: มันสำปะหลัง, เครื่องทำความสะอาดมันสำปะหลัง, ตะแกรงทรงกระบอก

## คำนำ

การทำความสะอาดและการสับมันสำปะหลังให้มีขนาดที่เหมาะสมเป็นขั้นตอนสำคัญในการผลิตมันเส้นคุณภาพดีเพื่อเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่าง ๆ โรงงานแปรรูปมันสำปะหลังขนาดใหญ่นิยมใช้วิธีการทำความสะอาดแบบเปียกโดยการใช้น้ำทำความสะอาดมันสำปะหลังและสับด้วยเครื่องสับขนาดใหญ่ก่อนที่จะนำมันเส้นที่ได้ไปแปรรูปต่อไป ถึงแม้ว่ากระบวนการดังกล่าวจะทำให้มีกำลังการผลิตที่สูงแต่ก็ส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายที่สูงมากด้วยเช่นกัน สำหรับเกษตรกรรายย่อยหรือลานมันทั่วไปนิยมใช้วิธีการทำความสะอาดแบบแห้ง เช่น การร่อนผ่านตะแกรง และการขัดสี เป็นต้น และสับด้วยเครื่องสับแบบจานหรือใบมีด (วิรัตน์, 2547; ศุภศันส์, 2548) สุกัญญา และคณะ (2547) ได้ออกแบบเครื่องทำความสะอาดและขูดผิวมันสำปะหลังพบว่า เครื่องทำความสะอาดสามารถขูดผิวนอกเปลือกหุ้มมันสำปะหลังได้ประมาณ 50-80 เปอร์เซนต์ และสามารถแยกดินทรายออกได้ประมาณ 90 เปอร์เซนต์ มันเส้นที่ทำจากมันสำปะหลังที่ผ่านเครื่องทำความสะอาดแล้วมีทรายปนเปื้อนเพียงประมาณ 0.50 เปอร์เซนต์ เนื่องจากเครื่องนี้สามารถทำความสะอาดมันสำปะหลังได้ชั่วโมงละ 18-20 ตัน และต้องใช้ต้น

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000
[1] School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand, 30000.

กำลังขนาด 10 – 13 แรงม้า จากสภาวะราคาของพลังงานที่สูงขึ้นในปัจจุบัน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องลดการใช้พลังงานลง เพื่อลดต้นทุนในการผลิต ดังนั้นงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบและทดสอบเครื่องทำความสะอาดสำหรับการผลิตมันเส้นคุณภาพดี เพื่อให้เหมาะกับเกษตรกรรายย่อย

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การออกแบบเครื่องทำความสะอาดมันสำปะหลัง

เครื่องทำความสะอาดมันสำปะหลังต้นแบบเป็นแบบตะแกรงหมุน (Trommel-Type Cassava Cleaning Machine) ซึ่งถูกแสดงไว้ใน (Figure 1) เครื่องทำความสะอาดประกอบด้วยชุดทำความสะอาดและชุดขับ ชุดทำความสะอาดสร้างมาจากแผ่นตะแกรงเหล็กรูกลมขนาด 25.4 มิลลิเมตร โดยมีลักษณะเป็นทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 1.0 เมตร และยาว 4.8 เมตร ภายในตะแกรงติดตั้งครีบเพื่อทำหน้าที่พามันสำปะหลังสู่ทางออก และติดตั้งใบมีดระหว่างเกลียวของครีบในทิศทางตามแนวการไหลของมันสำปะหลังเพื่อทำหน้าที่ขูดเปลือกและสิ่งเจือปนออกจากมันสำปะหลัง ตะแกรงถูกปิดด้วยฝาครอบเพื่อลดปริมาณฝุ่นที่ฟุ้งกระจายในอากาศ และด้านล่างของตะแกรงมีพื้นเอียงสำหรับรวบรวมเศษเปลือกมันสำปะหลัง ดิน และสิ่งเจือปน ให้ไหลออกมาทางด้านข้างของเครื่อง ชุดขับประกอบด้วยมอเตอร์ขนาด 1.5 กิโลวัตต์ ต่อเข้ากับชุดเกียร์ทดที่สามารถปรับอัตราทดได้

เมื่อมันสำปะหลังถูกลำเลียงเข้ามาในเครื่องทำความสะอาด มันสำปะหลังจะกลิ้งอยู่ภายในตะแกรง รูตะแกรงและใบมีดที่ติดอยู่ภายในจะขูดเปลือกมันและร่อนสิ่งเจือปนที่ติดกับมันสำปะหลัง การทำความสะอาดเกิดจากการสัมผัสกันเองระหว่างมันสำปะหลังและการสัมผัสกันระหว่างมันสำปะหลังกับตะแกรง ใบมีด และครีบ เศษเปลือกมันและสิ่งเจือปนจะหล่นลงด้านล่างของตะแกรงและจะถูกรวบรวมให้ออกมาทางด้านข้างของเครื่องด้วยพื้นเอียง มันสำปะหลังจะถูกพาไปยังทางออกโดยครีบ

Figure 1 A trommel-type cassava cleaning machine

### การทดสอบและประเมินสมรรถนะของเครื่องทำความสะอาดมันสำปะหลัง

ตัวแปรที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อการทำความสะอาดมันสำปะหลัง คือ ความเร็วรอบของตะแกรง ดังนั้นในการทดสอบจึงปรับความเร็วรอบออกเป็น 4 ระดับ คือ 2, 4, 6 และ 8 รอบต่อนาที และคำนวณหาค่าต่าง ๆ เพื่อประเมินสมรรถนะของเครื่องทำความสะอาด ดังนี้

- *อัตราการทำงาน* สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปดังนี้

$$Q = \frac{w}{1{,}000 \times t} \quad (1)$$

เมื่อ $Q$ คือ อัตราการทำงาน (ตันต่อชั่วโมง), $w$ คือ น้ำหนักมันสำปะหลัง (กิโลกรัม) และ $t$ คือ เวลา (ชั่วโมง)

- *ประสิทธิภาพการทำความสะอาด* สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปดังนี้

$$C = \frac{(M_1 - M_2)}{M_1} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ $C$ คือ ประสิทธิภาพการทำความสะอาด (เปอร์เซนต์), $M_1$ คือ สัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังต่อน้ำหนักมันสำปะหลังรวมก่อนทำความสะอาด (เปอร์เซนต์) และ $M_2$ คือ สัดส่วนของเปลือกมันสำปะหลังต่อน้ำหนักมันสำปะหลังรวมหลังทำความสะอาด (เปอร์เซนต์)

- *การสูญเสียเนื้อมันสำปะหลัง* สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปดังนี้

$$L = \frac{N_L}{N} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ $L$ คือ การสูญเสียเนื้อมันสำปะหลังหลังทำความสะอาด (เปอร์เซนต์), $N_L$ คือ น้ำหนักเศษเนื้อมันสำปะหลังรวมหลังทำความสะอาด (กิโลกรัม) และ $N$ คือ น้ำหนักมันสำปะหลังรวมก่อนทำความสะอาด (กิโลกรัม)

## ผลและวิจารณ์ผล

### ผลการทดสอบเครื่องทำความสะอาดมันสำปะหลัง

- *อัตราการทำงาน* ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ อัตราการทำงาน และกำลังไฟฟ้าของเครื่องทำความสะอาดแสดงไว้ใน (Figure 2) จากรูปจะเห็นว่าเมื่อความเร็วรอบของตะแกรงสูงขึ้นจะทำให้อัตราการทำงานและกำลังไฟฟ้าของเครื่องเพิ่มมากขึ้น

- *ประสิทธิภาพการทำความสะอาด* จากการเปรียบเทียบสัดส่วนของเนื้อและเปลือกมันสำปะหลังที่สุ่มมาก่อนทำความสะอาดและหลังการทำความสะอาดพบว่า ประสิทธิภาพการทำความสะอาดที่ความเร็วรอบ 6 รอบต่อนาที มีค่าสูงสุดและที่ความเร็วรอบ 2 รอบต่อนาที มีค่าต่ำสุด โดยมีค่าเท่ากับ 25.7 และ 6.8 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ส่วนที่ความเร็วรอบ 4 และ 8 รอบต่อนาที มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเท่ากับ 12.8 และ 14.2 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ สภาพมันสำปะหลังหลังจากการทำความสะอาดที่ความเร็วรอบต่าง ๆ ถูกแสดงไว้ใน (Figure 3) จากรูปจะเห็นได้ว่าเครื่องทำความสะอาดสามารถขูดผิวนอกของเปลือกมันสำปะหลังและร่อนดินและสิ่งเจือปนได้เป็นอย่างดี แต่ขูดเปลือกในของมันสำปะหลังได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

- *การสูญเสียเนื้อมันสำปะหลัง* เศษมันสำปะหลังที่เครื่องทำความสะอาดสามารถแยกออกมาจากมันสำปะหลังได้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ เศษเปลือกและดิน เศษเนื้อมันสำปะหลัง และมันสำปะหลังหัวเล็ก การสูญเสียเนื้อมันสำปะหลังที่ความเร็วรอบเท่ากับ 2, 4, และ 6 รอบต่อนาที มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเท่ากับ 2.6, 3.2 และ 2.5 เปอร์เซนต์ ส่วนที่ความเร็วรอบเท่ากับ 8 รอบต่อนาที มีค่าสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 5.4 เปอร์เซนต์ ขณะที่เปอร์เซนต์มันสำปะหลังหัวเล็กมีค่าอยู่ในช่วง 1.4 - 2.3 เปอร์เซนต์ โดยมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น

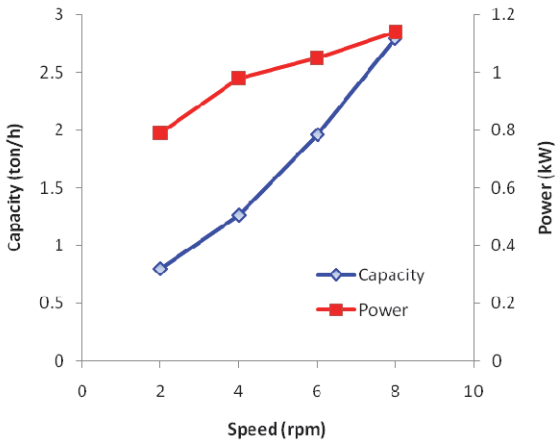


Figure 2 Relationship between speed, capacity and electric power of the cassava cleaning machine

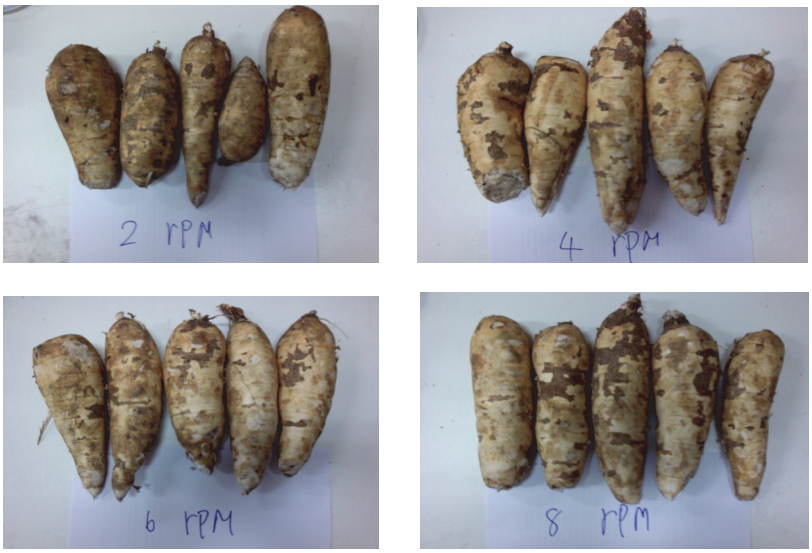


Figure 3 Cassava tubers after cleaning at various speed

## สรุป

เครื่องทำความสะอาดมันสำปะหลังต้นแบบเป็นแบบตะแกรงหมุน ซึ่งสามารถแยกสิ่งเจือปนและขุดเปลือกนอกของมันสำปะหลังได้เป็นอย่างดี แต่ขูดเปลือกในของมันสำปะหลังได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เครื่องทำความสะอาดนี้มีกำลังการผลิตที่เหมาะสำหรับเกษตรกรรายย่อยในการผลิตมันเส้น

## คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ประเภททุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อนวัตกรรมประจำปีงบประมาณ 2551 ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

## เอกสารอ้างอิง

วิรัตน์ หวังเขื่อนกลาง. 2547. การศึกษาเครื่องสับมันสำปะหลังแบบใบมีดโยกสำหรับผลิตชิ้นมันเส้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องจักรกลเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศุภศันส์ ศุขโรจน์. 2548. การศึกษาการหั่นชิ้นมันสำปะหลังเพื่อการผลิตแป้งดิบมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องจักรกลเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุกัญญา จัตตุรพรพงษ์ อุทัย คันโธ วิลาวัณย์ ประจวบวัน และไชยยงค์ หาราช. 2547. เครื่องทำความสะอาดแบบแห้งและขูดผิวหัวมันสำปะหลังบางส่วน. ครบรอบ 25 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน 12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2547, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. หน้า 116-117.