ปัจจัยของใบมีดตัดแบบฟันเลื่อยที่เหมาะสมสำหรับตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า

Appropriate Factors of Sawtooth Cutter for Cutting Cassava Root from Rhizome

ชัยณรงค์ หล่มช่างคำ[1] ชัยยันต์ จันทร์ศิริ[2,3,4] และ กิตติพงษ์ ลาลุน[2,3,4]

Chainarong Lomchangkum[1], Chaiyan Junsiri[2,3,4] and Kittipong Loon[2,3,4]

Abstract

The objective of this study was to test the Appropriate factors of a sawtooth blade for cutting cassava root from a rhizome. Spin at a speed of 10,000 rpm (linear speed 62.83 m/s) Factors for testing the spacing of the cutting blade groove are divided into three levels: 2,3 and 4 mm. According to the test results, the spacing of the cutting blade groove of 2 mm. was the most effective for cutting. However, when inc0reasing the spacing of the cutting blade groove to 3 and 4 mm., the cutting efficiency decreased. Due to the increased spacing of the cutting blade groove as the cutting blade rotates to cut, the sawtooth pecks into the starch of cassava roots; as a result, the starch was spitted out more from the saw tooth blade. The average cutting efficiency was 90.63±1.33%. The average post-cutting loss was 6.37±1.52%. The average cutting time was 4.79±0.53 s/rhizome. The average cut of cassava roots was 100.00%.

Keywords: cassava, cutting cassava root from rhizome, cutting blade

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยของใบมีดฟันเลื่อยที่เหมาะสมสำหรับตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ใบมีดตัดที่ใช้ทดสอบมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกภายในกลวงปลายส่วนคมเป็นแบบซี่ฟันเลื่อยโดยรอบ หมุนด้วยความเร็ว 10,000 รอบ/นาที (ความเร็วเชิงเส้น 62.83 เมตร/วินาที) โดยกำหนดปัจจัยในการทดสอบ ระยะห่างของร่องใบมีดตัด 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 มิลลิเมตร จากผลการทดสอบพบว่าระยะห่างของใบมีดตัดที่ 2 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพในการตัดได้มากที่สุด แต่เมื่อเพิ่มระยะของใบมีดตัดเป็น 3 และ 4 มิลลิเมตร ประสิทธิภาพการตัดจะลดลง ทั้งนี้ เนื่องจากระยะห่างของร่องใบมีดตัดที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ขณะที่ใบมีดตัดหมุนตัดเฉือนฟันเลื่อยซึ่งทำหน้าที่จิกเข้าไปในเนื้อแป้งของหัวมันสำปะหลังคายเนื้อแป้งออกจากฟันเลื่อยมากขึ้น โดยมีค่าประสิทธิภาพในการตัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 90.63±1.33 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณความสูญเสียหลังการตัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.37±1.52 เปอร์เซ็นต์ เวลาในการตัด โดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.79±0.53 วินาทีเหง้า และเปอร์เซ็นต์ของหัวมันสำปะหลังที่ตัดขาด 100.00 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : มันสำปะหลัง ตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ใบมีดตัด

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งไทยเป็นผู้ผลิตมันสำปะหลังเป็นอันดับที่ 2 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 8.6 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 30 ล้านตัน/ปี (หัวมันสด) ปลูกกระจายเกือบทุกพื้นที่ของประเทศ ยกเว้นภาคใต้ ภาคที่มีการปลูกมันสำปะหลังมากที่สุด คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาคือ ภาคกลางและภาคเหนือ พันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดในประเทศไทย คือ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 สามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดทั้งปีโดยเฉพาะตั้งแต่ช่วงเดือนธันวาคมจนถึงเดือนกรกฎาคม ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดทั้งหมดที่ได้ในประเทศจะถูกนำมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบสำหรับ

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมอาหารและชีวภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40000

[1]Department of Food and Biological Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus, Khon Kaen 40000

[2] สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

[2] Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, KhonKaen University, Khon Kaen 40002

[3]ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[3]Agricultural Machinery and Postharvest Technology Research Center, Khon Kaen University, Khon Kaen 40000, Thailand.

[4] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม 10400

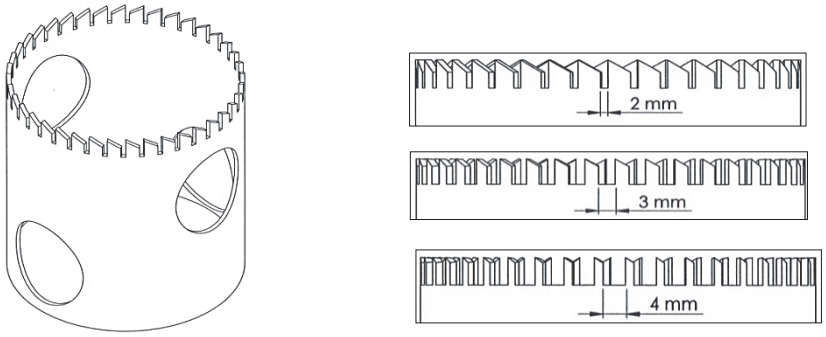
[4] Postharvest Technology Innovation Center, Science, Research and Innovation Promotion and Utilization Division, Office of the Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation 10400, Thailand.

อุตสาหกรรม เช่น แปรรูปเป็นแป้งมันสำหรับอุตสาหกรรมกระดาษและสิ่งทอ เป็นมันอัดเม็ดสำหรับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และเป็นมันเส้นสำหรับอุตสาหกรรมเอทานอล และภาคอุตสาหกรรมอื่นๆ เป็นต้น ซึ่งผลผลิตที่ได้จากมันสำปะหลังของทุกปีประมาณ 25-28 เปอร์เซ็นต์ จะถูกใช้ภายในประเทศ ที่เหลือ 75-80 เปอร์เซ็นต์ เป็นการส่งออกและตลาดส่งออกที่สำคัญของไทยส่วนใหญ่อยู่ในเอเชียโดยเฉพาะประเทศจีน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) วิธีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังโดยทั่วไปในปัจจุบัน โดยเริ่มจากการตัดต้นมันออกให้เหลือลำต้นจากพื้นดินประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วใช้คนดึงหรือเครื่องขุดมันสำปะหลัง การรวบรวมเป็นกอง หลังจากนั้นใช้มีดตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าด้วยแรงงานคนหรือด้วยเครื่องตัด สำหรับวิธีการรวบรวมหัวมันภายหลังการเก็บเกี่ยวขึ้นรถบรรทุกมีเพียงรูปแบบเดียว คือ ใช้แรงงานคนรวบรวมหัวมันใส่เข่งและลำเลียงขึ้นรถบรรทุก ซึ่งต้องการแรงงานคนประมาณ 7-10 คนในการดำเนินการแต่ละครั้งเพราะต้องเร่งนำหัวมันสดส่งโรงงานแปรรูปในสภาพวันต่อวัน (เกียรติสุดา และเสรี, 2558) ซึ่งที่ผ่านมาได้มีนักวิจัยหลายกลุ่มเสนอแนวทางการพัฒนาและวิจัยเครื่องตัดและเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง เช่น การตัดแบบใบเลื่อย ตัดแบบใช้แรงกด หรือเครื่องเก็บเกี่ยวแบบรวมกอง ซึ่งต้นแบบในกลุ่มนี้ ยังอยู่ในขั้นเริ่มต้นพัฒนาและมีหลักการทำงานที่แตกต่างกัน (Lomchangkum *et al*., 2021)

ดังนั้น จากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นการวิจัยและออกแบบเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อใช้สำหรับตัดแยกหัวมันสำปะหลังจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในปัจจุบัน โดยเฉพาะขั้นตอนการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ซึ่งยังใช้แรงงานคนอยู่ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาปัจจัยของใบมีดตัดแบบฟันเลื่อยที่เหมาะสมสำหรับตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า โดยใช้ใบมีดหมุนตัดแบบฟันเลื่อยรูปทรงกระบอก เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับนำไปใช้ในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าสามารถนำไปใช้งานได้จริงเพื่อลดกระบวนการทำงาน ลดเวลาในการเก็บเกี่ยวและปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรกรรม

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาปัจจัยของใบมีดตัดแบบฟันเลื่อยที่เหมาะสมสำหรับตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาออกแบบระยะห่างของร่องเก็บเศษชิ้นงานของใบมีดตัด ที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ในลักษณะแบบฟันเลื่อยรูปทรงกระบอก กลวง ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร และ ยาว 9 เซนติเมตร มีฟันเลื่อยโดยรอบออกทำมุม 30 องศา กับแนวระดับบริเวณปลายมุมคม (Figure 1) โดยใช้ความเร็วรอบของใบมีดตัดที่ 10,000 รอบ/นาที โดยกำหนดปัจจัยที่ทำการทดสอบ คือ ระยะห่างของร่องเก็บเศษชิ้นงานของใบมีดตัด 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 มิลลิเมตร ตามลำดับ จำนวนตัวอย่างละ 100 เหง้า (หัวมันเฉลี่ยเท่ากับ 10 หัว/เหง้า และขนาดของหัวมันเฉลี่ยเท่ากับ 4.2-8.5 เซนติเมตร) มีจากนั้นทำการบันทึกข้อมูล แล้วนำค่าชี้ผลการทดสอบไปคำนวณและประมวลผล ตามลำดับ ได้แก่ ประสิทธิภาพในการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ปริมาณความสูญเสียหลังการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า เวลาในการตัด และเปอร์เซ็นต์ของหัวมันสำปะหลังที่ตัดขาด ซึ่งการทดสอบในครั้งนี้โดยใช้หัวมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 12 เดือน ที่ปลูกในเขตพื้นที่ จังหวัดขอนแก่น



Feature of saw-tooth cylindrical blade Gullet lengths of 2, 3, and 4 mm.

Figure 1 Feature of saw-tooth cylindrical blade and levels of gullet length of cutting blade

ผลและวิจารณ์ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบระยะห่างของร่องเก็บเศษชิ้นงานของใบมีดตัด จากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นขณะตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า เพื่อเลือกระยะห่างของร่องเก็บเศษชิ้นงานของใบมีดตัด ที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า แบบฟันเลื่อยรูปทรงกระบอก โดยกำหนดปัจจัยที่ทำการทดสอบระยะห่างของร่องเก็บเศษชิ้นงานของใบมีดตัด 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 มิลลิเมตร จากการทดสอบพบว่า ระยะห่างของร่องเก็บเศษชิ้นงานของใบมีดตัดที่ 2 มิลลิเมตร เปอร์เซ็นต์ ในการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าได้มากที่สุด แต่เมื่อเพิ่มระยะของร่องเก็บเศษชิ้นงานของใบมีดตัดเป็น 3 และ 4 มิลลิเมตร เปอร์เซ็นต์ การตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าจะลดลงทั้งนี้ เนื่องจากระยะห่างของร่องใบมีดตัดมีระยะห่างของร่องเก็บเศษชิ้นงานเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้ขณะที่ใบมีดตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าแบบหมุนตัดเฉือน ฟันเลื่อยซึ่งทำหน้าที่จิกเข้าไปในเนื้อแป้งของหัวมันสำปะหลังและดันเศษคายเนื้อแป้งออกจากฟันเลื่อยมากขึ้น จึงทำให้ปริมาณความสูญเสียและเวลาในการตัดเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะถ้าเหง้ามันสำปะหลังที่มีจำนวนหัวตั้งแต่ 14 หัว/เหง้า หรือน้ำหนักตั้งแต่ 4 กิโลกรัม ขึ้นไป พอใบมีดตัดแยกหัวมันสำปะหลังไประยะหนึ่งเศษของเนื้อแป้งจะเกิดการพอกเศษและกระจุกก่อตัวขึ้นที่ฟันเลื่อย (Figure 2) ส่งผลทำให้ใบมีดตัดติดและหยุดการทำงานถึงแม้ว่าจะเพิ่มความเร็วรอบของใบมีดตัดให้เร็วขึ้นก็ตาม

ดังนั้น ระยะห่างของร่องเก็บเศษชิ้นงานของใบมีดตัดที่ 2 มิลลิเมตร จึงเหมาะสมสำหรับนำมาใช้กับใบมีดตัดแบบฟันเลื่อยรูปทรงกระบอกเพื่อใช้ตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า ซึ่งมีประสิทธิภาพในการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 94.63±1.33 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณความสูญเสียหลังการตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.37±1.52 เปอร์เซ็นต์ เวลาในการตัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.79±0.53 วินาที /เหง้า และเปอร์เซ็นต์ของหัวมันสำปะหลังที่ตัดขาดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 100.00 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

Table 1 Average results from the study for optimal gullet length of saw-tooth cylindrical blade for cassava tubers cutting.

Gullet length of the cutting blade (mm)	Cutting efficiency (%)	Post-cutting loss (%)				Cutting time (sec/rhizome)	Cutting effectiveness (%)
		Tubers left on rhizome and fallen chips	Remaining starch from fresh tubers	Incomplete-cutting tubers	Total of post-cutting loss		
2	94.63^{a}±1.33	4.72^{a}±0.82	0.65^{a}±0.70	0.00^{a}±0.00	5.37^{a}±1.52	3.79^{a}±0.53	100.00^{a}±0.00
3	91.99^{b}±2.98	4.75^{a}±1.09	2.26^{b}±1.54	1.00^{b}±1.05	8.01^{b}±3.68	7.76^{b}±3.51	98.40^{b}±3.49
4	90.93^{c}±2.54	4.96^{a}±1.00	3.10^{c}±1.22	1.01^{b}±1.03	9.07^{c}±3.25	14.98^{c}±2.69	96.15^{c}±2.40

Means in the same column followed by the same superscript were not statistically different at P< 0.05.
The numbers represented mean values and ± indicated the standard deviation.

a. Remaining starch stuck on the saw-tooth blade after the cutting

b. Incomplete-cut tubers

Figure 2 The study of the gullet length factor of the cutting blade and losses caused during cutting.

สรุป

ผลการศึกษาปัจจัยของใบมีดฟันเลื่อยที่เหมาะสมสำหรับตัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า จากผลการทดสอบพบว่า ระยะห่างของใบมีดตัดที่ 2 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพในการตัดได้มากที่สุด แต่เมื่อเพิ่มระยะของใบมีดตัดเป็น 3 และ 4 มิลลิเมตร ประสิทธิภาพการตัดจะลดลง ทั้งนี้ เนื่องจากระยะห่างของร่องใบมีดตัดที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ขณะที่ใบมีดตัดหมุนตัดเฉือนฟันเลื่อย ซึ่งทำหน้าที่จิกเข้าไปในเนื้อแป้งของหัวมันสำปะหลังคายเนื้อแป้งออกจากฟันเลื่อยมากขึ้น โดยมีค่าประสิทธิภาพในการตัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 90.63±1.33 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณความสูญเสียหลังการตัดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.37±1.52 เปอร์เซ็นต์ เวลาในการตัด โดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.79±0.53 วินาที เหง้า และเปอร์เซ็นต์ของหัวมันสำปะหลังที่/ตัดขาด 100.00 เปอร์เซ็นต์

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำหรับทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เกียรติสุดา สุวรรณปา, และ เสรี วงส์พิเชษฐ. 2558. การศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิควิศวกรรม ในการใช้ใบมีดรูปทรงสี่เหลี่ยม สำหรับสับแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 16 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 8 ณ ศูนย์นิทรรศการและประชุมไบเทค บางนา, กรุงเทพฯ. 335-342 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. สถิติการเกษตรของประเทศไทย .กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th (10 กุมภาพันธ์ 2563).

Lomchangkum, C., C. Junsiri, S. Sudajan, K. Laloon . 2021. A study of cassava physical behavior for a design of cassava combine harvester. Asia-Pacific J. 26(1): 1-9.