การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบต่อเนื่องสำหรับใช้ในชุมชน

Design and Development of Cassavas Continuously Cutting Machine for using in the Community

ณัฐกิตติ์ แสนทอง[1]*

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
เลขที่ 64 ถนนทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000
*ติดต่อ:Nutkitt@gmail.com, เบอร์โทรศัพท์ 042-211-040 ต่อ 1425, 1416 มือถือ 081-718-3542, เบอร์โทรสาร 042-221-1978

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบต่อเนื่องสำหรับใช้ในชุมชน โดยใช้ใบมีดตัดคู่หมุนบรรจบกันด้วยเครื่องยนต์การเกษตรกำลังขนาด 8 แรงม้า ทดลองใช้กับต้นมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์50 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 2.50 เซนติเมตร ยาวลำต้น 120 เซนติเมตร วิธีการทดลองจะทำการป้อนต้นพันธุ์มันสำปะหลังเข้าเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบต่อเนื่องสำหรับใช้ในชุมชน ให้ได้อัตราการป้อนที่เหมาะสม ในเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยความเร็วรอบ 850,1150 และ1250 รอบต่อนาที ผลจากการทดลองพบว่า ความสามารถในทำงานของเครื่องที่เหมาะสมอยู่ที่ 850 รอบต่อนาที ด้วยอัตราการป้อนทีละ 2-3 ต้น อยู่ที่ลักษณะของลำต้น ท่อนพันธุ์ที่ได้มีคุณภาพดี ไม่เกิดแผลที่ตัด ไม่ทำลายตาท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง มีความยาวสม่ำเสมอ 25 เซนติเมตร ความสามารถในการตัดได้สูงสุด 14,000 ท่อนต่อชั่วโมง สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 530 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ใช้เพาะปลูกได้ 8.75 ไร่ เพิ่มประสิทธิภาพจากการตัดด้วยมีดพร้า 12 เท่า ลดความเสียหายของลำต้นจากวิธีที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ ร้อยละ 33.2 ผลผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเพิ่มขึ้นร้อยละ 65.8 ลดการใช้แรงงานลง 12 คน ประหยัดค่าแรงลง 4,050 บาทต่อวัน มีอัตราการงอกเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 99 เหมาะสำหรับใช้ในชุมชน เป็นการส่งเสริมเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรอย่างมั่นคงยั่งยืน สอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

คำหลัก: มันสำปะหลัง, ใบตัดมีดตัดคู่, เครื่องตัดทอนพันธุมันสำปะหลัง, ชุมชน, เศรษฐกิจพอเพียง

Abstract

This research aims to design and to develop cassava continuously cutting machine for using in the community. The process of this machine use a rotating cutting dual blade converge with agriculture engine size 8 Hps which experiments with Kasetsart50 cassava that its diameter is 2.50 cm and 120 cm long stem. The cassava continuously cutting machine was entered by the cassava trunk that the feed rating at appropriately time in hour with speed of round at 850, 1150 and 1250 rpm. The results showed that the performance of the machine properly at 850 rpm with entered maximum time 2-3 cassava trunks depending on its branch. Each segment of cassava trunk is quality, no wounded cutting, do not break the gnarl of cassava trunk and is regular 25 cm in length. The maximum of cutting cassava trunk was 14,000 pieces per hour, the fuel consumption rate is 530 ml/hr. The machine cuts rapidly and high quality without damage bio-glossary or wound cut stems and is cultivable with 8.75 Rai which was height efficiency cutting more than workman (knife cutting) 12 times, Moreover, the reducing the damage stems from the popular agriculture 33.2 %, increasing productivity 65.8 %, reducing labor 12 persons per day and save labor costs around 4,050 baht per day. The germination rate is increased at 99% and suitable for using in community which promotes sustainable technology to agriculturists and consistent with the philosophy of sufficiency economy.

Keywords: Cassava, Dual Blades, Cassava cutting machine, Community, Sufficiency economic.

1. บทนำ

มันสำปะหลัง (Manihot esculenta Crantz) เป็นพืชเมืองร้อนที่สามารถปรับตัวปลูกขึ้นได้ดีในดินแทบทุกชนิดเป็นแหล่งอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญของประชาชนในทวีปแอฟริกา และอเมริกาใต้ ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแป้งที่มีราคาถูกกว่าพืชชนิดอื่นๆจากคุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลังที่ไม่มีสี และไม่มีกลิ่นไม่ทำให้เกิดภูมิแพ้ จึงมีการนำไปแปรรูปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ยา อาหาร เครื่องสำอาง และเคมีภัณฑ์ต่าง ๆ มันสำปะหลังจัดเป็นพืชไร่ที่นิยมปลูกกันมากในประเทศไทย มีพื้นที่เพาะปลูกกระจายแทบทุกภาคแหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีขอบเขตการเพาะปลูกกว้างขวางมากที่สุด ซึ่งรองลงมาจะเป็นภาคตะวันออกเฉียงใต้แถบชายทะเล[1] จากราคารับซื้อมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นจาก1,290 บาทต่อตัน เป็น1,320 บาทต่อตัน ในปี พ.ศ.2557 เฉลี่ยกิโลกรัมละ 2.15 บาท ราคาส่งออกมันเส้น 7.10 บาท ราคาส่งออกมันอัดเมล็ดเฉลี่ยกิโลกรัมละ 8.85 บาท และราคาแป้งมันสำปะหลังเฉลี่ยกิโลกรัมละ 13.60 บาท เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2556 พบว่าราคาเกษตรกรขายได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.38 และแนวโน้มปี พ.ศ.2558 มีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 8.59 ล้านไร่ ผลผลิต 30.02 ล้านตัน คิดเป็นผลผลิตต่อไร่ 3.56 ตันเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2557 ร้อยละ 1.91 ทำให้ มีการขยายพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น [2-3] และประโยชน์ในอุตสาหกรรมของมันสำปะหลัง สามารถนำไปแปรรูปอุตสาหกรรมอาหารสัตว์[4] อุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นต้น สร้างรายได้ให้เกษตรกรมากเป็นอันดับที่ 4 รองจาก ยางพารา อ้อย ข้าว เป็นผลทำให้ประเทศไทยมีรายได้ ปีละ 7.5 หมื่นล้านบาท (ปีพ.ศ. 2557) มีมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี จำนวนครัวเรือนที่ปลูก 5 แสนครัวเรือน จากจำนวนครัวเรือนเกษตรกรทั้งหมด 5.7 ล้านครัวเรือน นอกจากนี้ หัวมันสดยังสามารถนำไปผลิตเป็นเอทานอลผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งประเทศไทยมีการใช้เอทานอลผสมในน้ำมันเบนซินร้อยละ 20 และร้อยละ 85 ปริมาณรถยนต์ที่ใช้น้ำมัน E85 มีมากขึ้น และคาดว่ามีความต้องการใช้เอทานอล ประมาณ 3 ล้านลิตรต่อวัน สามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตพลังงาน ส่งผลทำให้ ราคาผลผลิตหัวมันสดเพิ่มขึ้น และประเทศจีนก็มีความต้องการมันสำปะหลังไปใช้ผลิตเอทานอลสัดส่วนร้อยละ24 [5-6] จากความสำคัญของพืชมันสำปะหลังนี้ มีงานวิจัยที่สนับสนุน เพื่อเพิ่มผลผลิตจากมันสำปะหลัง เช่น การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง มีการออกแบบสร้างเครื่องจักรกล เข้าสนับสนุน ช่วยเพิ่มความสามารถในการทำงาน เช่น เครื่องขุดมันสำปะหลัง เครื่องปลูกมันสำปะหลัง เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเครื่องสับย่อยมันสำปะหลัง[7] จากข้อมูลสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ ได้ทำยุทธศาสตร์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมมันสำปะหลังประเทศไทย (พ.ศ.2555-2559) ให้การสนับสนุนโครงการวิจัยหรือแผนงานวิจัยด้านมันสำปะหลังของหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถผลผลิตทางการเกษตร และใช้เทคโนโลยีในการปลูกมันสำปะหลังซึ่งจากข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ.2550-2551 ประเทศไทยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.41 ผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.11 ผลผลิตรวมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในปี พ.ศ. 2553 - 2557 ผลผลิตมันสำปะหลังของโลกมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.27 ต่อปี มีประเทศผู้ผลิตมันสำปะหลังได้ขยายการผลิตเพิ่มขึ้น [8] ความต้องการใช้แรงงานก็เพิ่มมากขึ้นในการจ้างงานสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง

ดังนั้น เพื่อให้สามารถตอบสนอง แก้ไขปัญหาช่วยส่งเสริมให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ลดเวลา ในกระบวนการเพาะปลูก จากการใช้วิธีเกษตรกรนิยมปฏิบัติ ด้วยการนั่งสับท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง จากแรงงานคนด้วยมีดพร้า ที่มีความเสี่ยง ที่ทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับท่อนพันธุ์มันสำปะหลังส่งผลต่ออัตราการงอกที่ต่ำ จึงควรมีการออกแบบพัฒนาเครื่องมือเครื่องจักรกลขึ้น เพื่อใช้งานอย่างเหมาะสมกับลักษณะของงานอย่างถูกต้องมีประสิทธิภาพ ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการทำงาน ทันต่อการเพาะปลูก ประหยัดเวลาในกระบวนการเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง ช่วยลดปัญหาการขาดแคลนแรงงาน สามารถอำนวยความสะดวกให้เกษตรกร เพิ่มรายได้ ลดค่าใช้จ่าย ส่งเสริมการเกษตรและอุตสาหกรรมการส่งออกพืชเศรษฐกิจให้กับประเทศไทยได้อย่างมั่นคงยั่งยืนซึ่งสอดคล้องตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. เนื้อหาและทฤษฎี

2.1 ลักษณะท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้สำหรับการทดลองและเพาะปลูก

พันธุ์มันสำปะหลังที่ทดลองใช้พันธุ์เกษตรศาตร์ 50 ชื่อเดิมรียก MKUC-28-77-3 ได้จากการผสมกับพันธุ์

(CMC76 x V43) 21-1 หรือ พันธุ์ระยอง 90 ผ่านการทดสอบ ในปี พ.ศ 2535 โดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้แนะนำพันธุ์มันสำปะหลังนี้ ในวันครบรอบการก่อตั้งมหาวิทยาลัย 50 ปี จึงมีการตั้งชื่อเป็น พันธุ์เกษตรศาตร์ 50 มีลักษณะเด่นของพันธุ์นี้ สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี มีลำต้นเข็งแรง งอกงามดี เก็บรักษาได้นาน ผลผลิตสูง คุณภาพดี ต้านทานต่อโรคใบไหม้ และมีเปอร์เซ็นต์แป้งสูง คือ 24 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูฝน และ 30 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูแล้ง ได้ผลผลิตหัวมันสดเฉลี่ย 3.65 ตันต่อไร่ มีแป้ง 23.7 เปอร์เซ็นต์ ในฤดูฝน ผลผลิตได้แป้งเฉลี่ย 0.88 ตันต่อไร่ การคัดเลือกเป็นท่อนพันธุ์ต้องเลือกต้นที่มีอายุ 8-12 เดือน ใหม่สดไม่บอบช้ำ ปราศจากโรค ควรมีอายุไม่ต่ำกว่า 8 เดือน พิจารณาขนาดของลำต้นขวาง ถ้าไส้กลางของลำต้นมีขนาดใหญ่ แสดงว่าต้นพันธุ์ยังอ่อน หรือ ถ้ากลางไส้เล็กเกินไปเล็กกว่าครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น แสดงว่าต้นพันธุ์แก่เกินไป ควรจะใช้ท่อนพันธุ์มัน จากส่วนกลางของลำต้น จะทำให้อยู่รอดร้อยละ 69 - 84 ถ้าหากใช้ส่วนยอดของลำต้นจะอยู่รอดร้อยละ 34.7 ความยาวที่เหมาะตามมาตราฐานการเพาะปลูก จากกรมวิชาการการเกษตร ประมาณ 20 หรือ 25 เซนติเมตร ในการเพาะปลูกในฤดูฝน และควรให้มีจำนวนตา 5 - 7 ตาต่อท่อนพันธุ์ ความสูงของลำต้นพันธุ์ชนิดนี้ ประมาณ 160 - 200 เซนติเมตร ไม่ควรตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังทิ้งไว้นานเกินกว่า 10 วัน เพราะจะทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ และหากเพาะปลูกในพื้นที่หนึ่งไร่จะใช้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังได้ ประมาณ 1,600 ท่อน [9 -10]

2.2 แนวคิดในการออกแบบ

แนวคิดในการออกแบบเครื่องจักรกล และพัฒนานำมาใช้ช่วยลดการแรงงาน ให้เกิดประโยชน์กับเกษตรกรในชุมชนและท้องถิ่น ลดภาระค่าใช้จ่าย และเวลาในการเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง จากใช้วิธีนิยมปฏิบัติด้วยแรงงานคน โดยการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในปัจจุบันจะใช้อุปกรณ์เครื่องมือที่มีอยู่ประจำครัวเรือนทั่ว ๆ ไป เช่น มีด ขวาน เลื่อย มาตัดต้นพันธุ์มันสำปะหลังโดยตรง หรือการประยุกต์ใช้เครื่องมือเครื่องจักรกลมาใช้ทุ่นแรง [11] แบ่งออกได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1) เครื่องจักรกลที่ถูกดัดแปลงขึ้นมาเพื่อใช้ตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง เช่น เลื่อยวงเดือน เครื่องตัดหญ้า เครื่องตัดโลหะ [12-13]

2) เครื่องจักรกลที่ออกแบบมาสำหรับตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังโดยเฉพาะ ซึ่งจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบต่าง ๆ หลายลักษณะ ยังมีบางส่วนต้องการพัฒนา เช่น เพิ่มจำนวนการตัด ให้ลดเวลาการทำงานต่อครั้งลง เป็นที่มาของออกแบบและพัฒนาความสามารถขึ้นใหม่ ให้ดีขึ้น ซึ่งจากวิธีการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบต่าง ๆ ที่กล่าวมา ยังมีจุดที่มีอันตรายและความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุกับเกษตรกรผู้ปฏิบัติงานได้ ไม่สะดวกต่อการทำงาน [13]

การออกแบบนี้คำนึงถึงความแข็งแรงและความปลอดภัยเป็นสำคัญ เพื่อกำหนดรูปร่าง และขนาดของชิ้นส่วน ให้มีการทำงานสะดวกง่ายต่อการใช้งาน และซ่อมบำรุง ปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ได้พิจารณาข้อบกพร่องจากเครื่องที่มีการใช้งานชนิดต่าง [14] นำมาสร้างเงื่อนไขการออกแบบเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับใช้ในชุมชนมี ดังนี้

1) การออกแบบใบมีดตัดวางในแนวนอน

รูปที่ 1 แสดงชุดใบมีดคู่ตัดของเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับชุมชน

2) ระบบชุดเฟืองกลไกการตัดด้วยใบมีดตัดคู่
3) ใช้ท่อยางอ่อนสำหรับดึงท่อนมันสำปะหลังแนวตั้งเข้าชุดใบตัดคู่ตัดต่อเนื่อง
4) สามารถป้อนท่อนพันธุ์ฯ ตัดได้ 1-3 ลำต้นต่อครั้ง
5) ปฏิบัติงานได้ 1-3 คน ต่อเครื่อง
6) วัสดุที่ใช้สร้างเครื่องฯ หาได้ตามท้องตลาด

รูปที่ 2 แสดงระบบกลไกที่ใช้สำหรับการตัดของเครื่อง ฯ

2.3 สมการการออกแบบ

แรงที่ใช้ในการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง ค่าความแข็งแรงจำเพาะ ในการตัดของท่อนมันสำปะหลัง คิดเทียบค่ากับค่าไม้เนื้ออ่อนอยู่ 0.66 kg/mm^2 หรือประมาณ 6.6 N/mm^2 ค่าความแข็งจำเพราะของลำมันสำปะหลังจะคิดที่ 0.20 kg/mm^2 หรือประมาณ 2 kg/mm^2 [15] จะได้

$$F_c = AK_c \quad (1)$$

เมื่อ

F_c = แรงในการตัด N

A = พื้นที่หน้าตัด mm^2

K_c = ค่าความแข็งแรงจำเพาะของวัสดุ N/mm^2

ความเร็วตัดท่อนมันสำปะหลัง โดยออกแบบรอบสูงสุดของหัวตัดที่ 150 RPM และหัวตัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm.จากสมการดังนี้

$$\text{ความเร็วรอบ(RPM)} = \frac{\text{ความเร็วตัด}\left(\frac{m}{\min}\right)\text{x1000}}{\text{ขนาดเส้นรอบวงของหัวตัด}(mm)} \quad (2)$$

การคำนวณหาขนาดเพลาส่งกำลังขับจากต้นกำลังสมการออกแบบเพลาสำหรับภาระคงที่ (Static Load) [16]

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot T \cdot n}{60 \times 1000} \quad (3)$$

เมื่อ

P = กำลัง (kw)

n = ความเร็วรอบ (RPM)

T = โมเมนต์บิด (N-m)

สำหรับออกแบบงานเพลา ใช้สมการ ดังนี้

สำหรับเพลารับความเค้นดัด

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M \cdot \alpha_b}{\pi \cdot \alpha_d}} \quad (4)$$

สำหรับเพลารับความเค้นเฉือน

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T \cdot \alpha_t}{\pi \cdot \tau_d}} \quad (5)$$

สำหรับเพลาความเค้นดัดและเฉือน

$$d = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi \cdot \tau_d} \cdot \left[(M \cdot \alpha_b)^2 + (T \cdot \alpha_t)^2\right]^{1/2}} \quad (6)$$

เมื่อ

α_b = แฟคเตอร์แก้ไขโมเมนต์ดัด

α_t = แฟคเตอร์แก้ไขโมเมนต์บิด

การคำนวนความแข็งแรงของเพลาและการตรวจสอบ

$$\beta_k = \frac{1+(R \cdot \alpha_k - 1) \cdot \eta_k}{b_o} \quad (7)$$

เมื่อ

β_k = ค่าเผื่อสำหรับ Stress Concentration

η_k = Factor สำหรับวัสดุ

R = Factor สำหรับความละเอียดผิว

α_k = Factor สำหรับลักษณะ รูปร่าง

b_o = Factor สำหรับขนาด

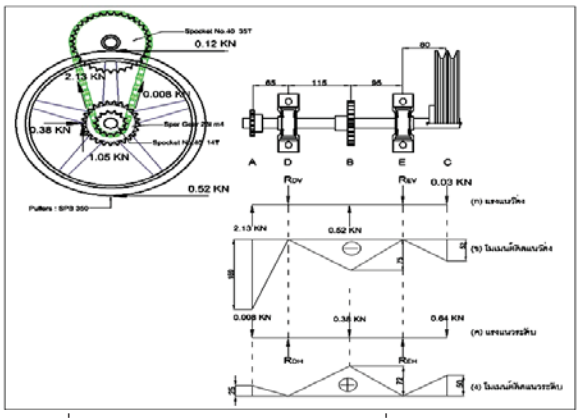
ค่า Safety factor ความปลอดภัย

$$\frac{\sigma_{AS}}{\sigma_e} \geq 1.5 - 2.5 \quad (8)$$

เมื่อ

σ_{AS} = ค่าความเค้นที่ยอมให้ใช้งานได้ของเพลา ณ บริเวณต่าง ๆ (N/mm^2)

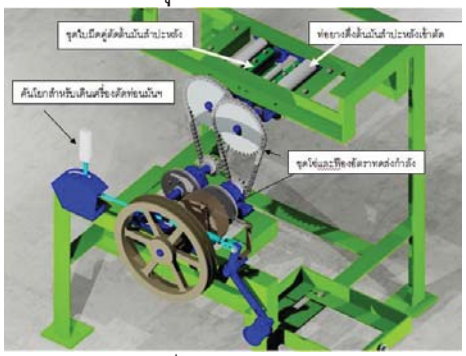
σ_e = ค่าความเค้นรวมบริเวณตรวจสอบ (N/mm^2)



รูปที่ 3 แรงและโมเมนต์ดัดในแนวดิ่งและแนวระดับ

3. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

3.1 อุปกรณ์เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับใช้ในชุมชน



รูปที่ 4 ภาพสามมิติเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับใช้ในชุมชน

รูปที่ 5 เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับใช้ในชุมชน

การทำงาน เมื่อต่อสายพานเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับใช้ในชุมชนเข้ากับเครื่องยนต์การเกษตร 8 แรงม้า แล้วโยกคันโยกสำหรับเดินเครื่อง ฯ ป้อนต้นพันธุ์มันสำปะหลังที่เตรียมไว้ใส่ช่องสำหรับใส่ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังท่อยางจะดึงต้นพันธุ์มันสำปะหลังเข้าไปตัดอย่างต่อเนื่องด้วยใบมีดคู่ตัด (รูปที่ 6)

รูปที่ 6 การป้อนท่อนพันธุ์มันสำปะหลังใส่ที่ช่องใส่ท่อนพันธุ์

3.2 วิธีดำเนินการ

ใช้เครื่องยนต์ต้นกำลังการเกษตรกำลังขนาด 8 HP จะทดลองความสามารถของเครื่องฯ ดังนี้

1) เตรียมต้นพันธุ์มันสำปะหลัง
2) ทดสอบหาอัตราการป้อนลำต้นมันสำปะหลัง
3) ทดสอบความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต่างกันที่ 850,1,150,1,250 RPM
4) เก็บผลจำนวนท่อนพันธุ์ที่ได้จากการตัด และจำนวนท่อนพันธุ์ที่เสียหาย
5) นำท่อนพันธุ์สำปะหลังที่ได้ไปปลูกหาอัตราการงอก
6) สรุป และอภิปรายผล

4. ผลการทดสอบ และอภิปรายผล

การทดลองใช้ต้นมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 2.50 เซนติเมตร ความยาวตลอดลำต้น 120 เซนติเมตร มีดังนี้

4.1 ผลจากการใช้วิธีที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

เป็นการทดลองด้วยการใช้แรงงานคนตัดด้วยมีดพร้า ได้ผลจากทดลอง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงผลที่ได้จากวิธีเกษตรกรนิยมปฏิบัติใช้แรงงานคนด้วยการตัดด้วยมีดพร้า

จำนวนครั้งการทดลอง	อัตราการทำงาน (ท่อน/นาที)	อัตราการทำงาน (ท่อน/ชม.)	ความยาวเฉลี่ย (cm.)	ท่อนมันเสียหาย (%)
1	19	1,140	23.6	65.8
2	20	1,200	23.5	65.8
3	19	1,140	22.7	65.8
ค่าเฉลี่ย	19.33	1,160	23.3	65.8

จากข้อมูลตารางที่ 1 พบว่าอัตราการทำงานจากวิธีเกษตรกรนิยมปฏิบัติใช้แรงงานคนตัดด้วยมีดพร้าเฉลี่ย 19.33 ท่อนต่อนาที หรือ 1,160 ท่อนต่อชั่วโมง ความยาวเฉลี่ย 23.3 เซนติเมตร ท่อนพันธุ์สำปะหลังที่เสียหายร้อยละ 65.8

4.2 การใช้เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับใช้ในชุมชน

การทดลองทำการป้อนต้นพันธุ์มันสำปะหลัง ทีละ1ต้นอย่างต่อเนื่องภายในเวลา 1 นาที และการป้อนครั้งละ 2-3 ต้น ภายในเวลา 1 นาที ทำการทดลอง 3 ครั้ง 3 ความเร็วรอบ บันทึกผลการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงผลความสามารถการทำงานของเครื่องตัดท่อนมันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับใช้ในชุมชน

อัตราป้อน (ครั้งละ)	ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (RPM)	อัตราการทำงานเฉลี่ย (ท่อน/ชม.)	ความยาวเฉลี่ย (cm)	ท่อนพันธุ์ที่แตกเสียหาย (%)	ประสิทธิภาพการป้อน (%)
1 ลำต้น	850	4,500	25	0	100
	1150	7,000	25	0	100
	1250	9,000	25	0	100
2-3 ลำต้น	850	12,300	25	0	100
	1150	13,020	25	0	100
	1250	14,000	25	0	100

(ก) (ข)

รูปที่ 7 (ก) แผลตัดความเร็วรอบเครื่องยนต์ 850 rpm
(ข) แผลตัดความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,250 rpm

ตารางที่ 3 ข้อมูลวิธีการเกษตรกรนิยมปฏิบัติมีอัตราการทำงานเฉลี่ยต่อชั่วโมงและความเสียหาย

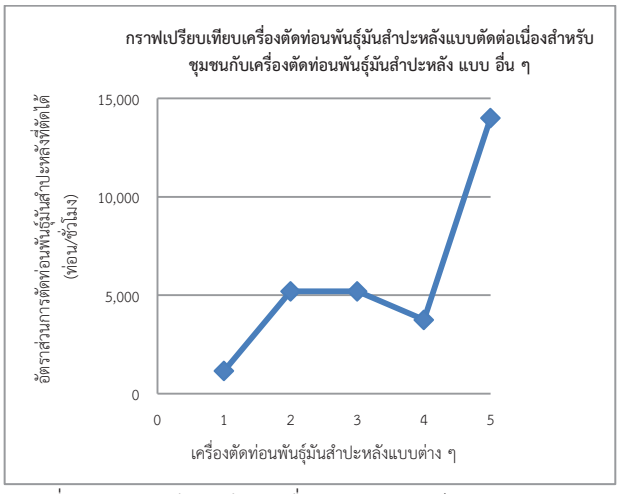
ความยาวเฉลี่ย	23.3 เซนติเมตร
อัตราการทำงาน	1,160 ท่อน/ชั่วโมง
ท่อนพันธุ์ที่เสียหาย	65.8 %

ผลการตัดด้วยวิธีเกษตรนิยมปฏิบัติมีความยาวเฉลี่ย 23.3 เซนติเมตร ได้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง 1,160 ท่อนต่อชั่วโมง ท่อนมันเสียหายจำนวน 763.3 ท่อน หรือร้อยละ 65.8 ของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังทั้งหมด

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังด้วยวิธีการต่าง ๆ กับเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับชุมชน

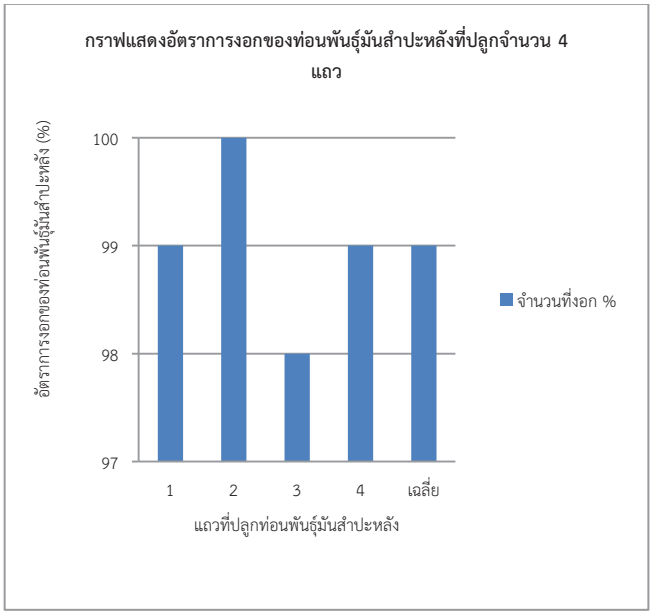
เครื่องจักกลที่เกี่ยวกับการตัดท่อนมันสำปะหลัง	อัตราการทำงาน ท่อน/ชั่วโมง	ท่อนพันธุ์เสียหาย %	ความยาวเฉลี่ย (cm)
1.แบบเกษตรกรนิยมปฏิบัติสับด้วยมีดพร้า	1,160	65.8	23.3
2.เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบใบเลื่อยโยก	5,200	N/A	N/A
3.เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบดัดแปลงจากเครื่องตัดหญ้าสะพายหลัง	5,200	N/A	N/A
4.เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบเท้าเหยียบ	3,750	24.2	30.2
5.เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่อง	14,000	0	25

ผลการเปรียบเทียบข้อมูล จากตารางที่ 4 พบว่าอัตราการทำงานของเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับชุมชนให้อัตราการทำงานได้สูงที่สุด 14,000 ท่อนต่อชั่วโมง และไม่ทำให้เกิดความเสียหายให้กับท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง สามารถผลิตได้มากกว่าการใช้แรงงานคนตัดด้วยมีดพร้า 12 เท่า และทำงานมีประสิทธิภาพกว่าแบบกระบอกติดจานหมุน [17]



รูปที่ 5 กราฟเปรียบเทียบเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบต่าง ๆ

การนำท่อพันธุ์มันสำปะหลังที่ได้จากเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับชุมชน ไปปลูกแถวละ 100 ต้น ทั้งหมด 4 แถว ในระยะเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อหาอัตราการงอก (รูปที่ 9)



รูปที่ 9 กราฟแสดงอัตราการงอกของท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

จากเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับใช้ในชุมชน นำไปปลูกจำนวน 4 แถวผลจากการนำท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่ได้จากการตัดด้วยเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับชุมชน สุ่มตัวอย่างจำนวน 400 ท่อน ใช้ปลูก 4 แถว ได้พบอัตราการงอกของท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง โดยเฉลี่ยร้อยละ 99

เนื่องจากรอยแผลที่ตัดได้นั้น ไม่มีการฉีกขาด และตาท่อนพันธ์ไม่มีการแตกแต่อย่างใด
(รูปที่ 7 และรูปที่ 10)

(ก)

(ข)

รูปที่ 10 (ก) ปลูกในแปลงทดลองที่ระยะห่าง 50 ซ.ม.
(ข) การเกิดและงอกของรากมันสำปะหลัง

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับชุมชน

1) งบประมาณในการสร้าง 12,000 บาทไม่รวมค่าแรง

2) เครื่องยนต์รถไถเดินตามขนาด 8 แรงม้า ประหยัดเชื้อเพลิงสูงสุดในการตัดของเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับชุมชน อยู่ที่ 850 รอบต่อนาที สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 0.53 ลิตรต่อชั่วโมง หรือ 530 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง คิดเป็นค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ 16 บาทต่อชั่วโมง

3) อัตราค่าแรงขั้นต่ำวันละ 300 บาท ชั่วโมงละ 37.50 บาท ถ้าจ้างแรงงานนั่งสับท่อนพันมันสำปะหลังให้ได้จำนวน 14,000 ท่อนต่อชั่วโมง ต้องใช้ 12 คน ต้องจ่ายค่าแรง 450 บาท หรือ มากกว่านั้น หากใช้เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับชุมชน สามารถทำงานได้ 1-3 คน จ่ายค่าจ้าง 112.50 บาทต่อชั่วโมง เหลือกำไร 337.50 บาทต่อชั่วโมง สามารถคืนทุนในระยะเวลาเพียง 4 วัน ดังนั้น การตัดด้วยเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับชุมชน จึงมีความประหยัดทั้งทางด้านแรงงาน ค่าใช้จ่าย และความคุ้มค่าต่อการลงทุน

5. สรุปผลผลการทดลอง

เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแบบตัดต่อเนื่องสำหรับใช้ในชุมชน โดยใช้ใบมีดคู่หมุนบรรจบกันตัดพันธุ์มันสำปะหลังสามารถใช้พลังงานจากเครื่องยนต์การเกษตรขนาด 8 แรงม้า ผลการทดลองพบว่า ท่อนพันธุ์มันมีความยาวสม่ำเสมอ 25 เซนติเมตร ได้ขนาดมาตรฐานการเพาะปลูก ความสามารถในการทำงานของเครื่องที่เหมาะสม 850 รอบต่อนาที ด้วยอัตราการป้อนทีละ 2-3 ต้น อยู่ที่ลักษณะของลำต้น ตัดต้นพันธุ์มันสำปะหลังได้ประมาณ 900 - 2,800 ต้นต่อชั่วโมง การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 530 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังได้อย่างรวดเร็ว ได้ท่อนพันธุ์มีคุณภาพดี ไม่ทำลายตาท่อนพันธุ์มันสำปะหลังไม่เกิดแผลที่ตัด ตัดได้สูงสุดที่ 14,000 ท่อนต่อชั่วโมง ใช้เพาะปลูกได้ 8.75 ไร่ ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพจากการตัดด้วยมีดพร้า 12 เท่า ลดความเสียหายของลำต้นจากวิธีที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ ร้อยละ 33.2 ผลผลิตท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 65.8 ลดการใช้แรงงานคนจาก 12 คน ประหยัดค่าแรง 4,050 บาทต่อวัน อัตราการงอกเพิ่มขึ้น เหมาะสำหรับใช้ในชุมชน ส่งเสริมเทคโนโลยีให้กับการเกษตรได้อย่างมั่นคงยั่งยืนที่สอดคล้องตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจ

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัย และพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ผศ.ดร.หนูกร ปฐมพรรษ และอาจารย์ณิชาภา ธนชิตดิษยา ร่วมทั้งผู้ช่วยวิจัย ได้แก่ นายสุขสันต์ ธาตุชัย นายยงยศ จันทร์ปาน นายปิยชนน์ วงบับภา นายประพัฒน์พงษ์ ขยันพูด และนายจตุพล ผันผ่อน และขอขอบคุณ คุณพ่อจีระศักดิ์ ธาตุชัย ที่ได้เอื้อนำนวยแปลงทดลองปลูกและรถไถนาเดินตามที่ใช้ในการทดลองและเตรียมดินในครั้งนี้.

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาที่ดิน. กลุ่มอนุรักษ์ดินและน้ำ สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. เอกสารวิชาการ.(2546) ฉบับที่ 1001 – Do 46.01, กรุงเทพฯ.

[2] สมาคมแป้งมันสำปะหลังไทย.(2552) เอกสารประกอบการบรรยาย อุตสาหกรรมมันสำปะหลังไทย

[3] สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม.(2558) สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

[4] Rita Hanafie , Suwarta, and Alfiana. (2015) Variety and Characteristic of Processed Food Industry Based on Cassava International

Conference on Food, Agriculture and Natural Resources, IC-FANRes 2015

[5] Elias Emeka Elemike, Ojiefoh Charles Oseghale, Anthony C. Okoye. (2015) Utilization of cellulosic cassava waste for bio-ethanolproduction *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *Volume 3, Issue 4, Part A, December 2015, Pages 2797-2800*

[6] ประภาส ช่างเหล็ก สุดประสงค์ สุวรรณเลิศ และ สกล ฉายศรี. (2552) “มันสำปะหลัง” เพื่ออาหาร และพลังงานทดแทนของโลก (Cassava: The plant for alternative food and energy of the world)” นิทรรศการงานวิจัย บนเส้นทางงานวิจัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี 2552

[7] ประสาท แสงพันธุ์ตา และคณะ (2556) การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ *การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติครั้งที่ 15 และระดับนานาชาติครั้งที่ 7 2-4 เมษายน 2556*

[8] ยุทธศาสตร์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมมันสำปะหลังไทย (พ.ศ.2555-2559) และโปรแกรมวิจัยและพัฒนาภายใต้แผนกลยุทธ์การวิจัยและพัฒนา สวทช.ระยะที่ 2 พ.ศ. 2549-2559 (Strategic Planning Alliance II) โดยฝ่ายบริหารคลัสเตอร์และโปรแกรม สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

[9] คณะสำรวจภาวการณ์ผลิตและการค้ามันสำปะหลังฤดูการผลิตปี (2554/55). 2554. การสำรวจภาวการณ์ผลิตและการค้ามันสำปะหลังฤดูการผลิตปี (2554/55)

[10] กรมวิชาการเกษตร. 2552 เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง.กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

[11] กรองกาญจน์ กาญจนวิบูลย์. (2551). การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง. สำนักงานเกษตรอำเภอ ไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี .

[12] Odigboh E.U. (1978) A two-row automatic cassava cuttings planter: Development, design and prototype construction *Journal of Agricultural Engineering Research*, *Volume 23, Issue 2, June 1978, Pages 109-116*

[13] นพรัตน์มอเตอร์. (2558) เครื่องตัดท่อนมันสำปะหลัง [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา https://www.youtube.com/watch?v=y97YjQanlcM เข้าดูเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2558

[14] วิชา หมั่นทาการ และศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนา. (2553). เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง นครปฐม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

[15] รศ.บรรเลง ศรนิล และรศ. สมนึก วัฒนศรียกุล (2552) ตารางคู่มืองานโลหะ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[16] วริทธ์ อึ๊งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. (2536) การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม 2.กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น .

[17] คุรุวรรณ์ ภามาตย, ประสาท แสงพันธุ์ตา, พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์,นิวัติ อาระวิล,ณัฐสิทธิ์ อยู่เย็นและเทียนชัย เหลาลา (2556) วิจัยละพัฒนาเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง *The 14th TSAE National Conference and the 6th TSAE international Conference :TSAE 2013*