การพัฒนาเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

Development of a Cassava Stem Cutting Machine

จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ [1] สุทิน เหล่าโก่ง [2] ภูวนาท สินสวัสดิ์ [2] และ ชัยยงค์ ศรีประเสริฐ [2]

บทคัดย่อ

เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังถูกสร้างขึ้น เพื่อลดเวลาในขั้นตอนการเตรียมท่อนพันธุ์สำหรับนำไปปลูก และลดปัญญาหาการขาดแคลนแรงงาน เครื่องต้นแบบประกอบด้วย ชุดใบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว 60 ฟัน ชุดโซ่ลำเลียงต้นพันธุ์ ชุดกดท่อนพันธุ์ ระบบส่งกำลัง ชุดเกียร์ทด (60:1) และใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 1 แรงม้าเป็นต้นกำลัง หลักการทำงานของเครื่อง เริ่มจากผู้ทำงานป้อนต้นมันสำปะหลังลงบนชุดโซ่ลำเลียง ต่อจากนั้นต้นมันจะถูกลำเลียงเข้าไปตัดที่ชุดใบเลื่อยวงเดือนผ่านชุดกดท่อนพันธุ์ และท่อนพันธุ์ที่ถูกตัดจะร่วงลงสู่ช่องทางออกทางด้านหลังของตัวเครื่อง ซึ่งความยาวของท่อนพันธุ์สามารถปรับได้ 2 ขนาด คือ 20 และ 25 เซนติเมตร โดยการปรับตั้งตำแหน่งของใบเลื่อยวงเดือน จากผลการทดสอบพบว่าเครื่องตัดท่อนพันธุ์สามารถทำงานได้ดีที่ความเร็วรอบของชุดโซ่ลำเลียง 8 เมตรต่อวินาที โดยเครื่องสามารถตัดท่อนพันธุ์ที่ความยาว 20 เซนติเมตรได้ 4,424 ท่อนต่อชั่วโมง ความเสียหาย 8.5% และที่ความยาว 25 เซนติเมตร ตัดได้ 3,321 ท่อนต่อชั่วโมง ความเสียหาย 4.8% การตัดทั้งสองความยาวใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.5-0.9 กิโลวัตต์ชั่วโมง จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม พบว่าเมื่อใช้เครื่องตัดท่อนพันธุ์ 2,400 ชั่วโมงต่อปี จะมีระยะเวลาคืนทุน 1 ปี และจุดคุ้มทุน 272 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับการตัดด้วยแรงงานคน

คำสำคัญ: เครื่องตัด, ท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง, ความเร็วตัด, ความสามารถในการตัด, ประสิทธิภาพในการตัด

Abstract

A cassava stem cutting machine was fabricated to convince the timeliness of cassava stem cutting for planting and overcome the labor shortage problem in agricultural sector. It consisted of 7 in. circular saw blade (60 teeth) unit, stems conveyor unit, stem holding unit, worm gears unit (60:1) and a 1-hp electric motor was used as a prime mover. The cassava stems were fed manually on stems conveyor unit and conveyed to the circular saw unit through the stem holding unit, and then the cassava stems are cut and

[1]อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[2]นักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

discharged to the discharge chute at the rear of the machine. The cutting length could be adjusted between 20 and 25 cm by altering the position of the circular saws. Test results indicated that the best cutting quality was obtained when operated at 8 m/s conveyer speed. Cutting capacity at 20 cm cutting length was found to be 4,424 stakes per hour, the stem damaged 8.5%, and cutting capacity at 25 cm cutting length was 3,321 stakes per hour, the stem damaged 4.8%. In both conditions consumed 0.5-0.9 kW-h of electric power. Based on the engineering economical analysis as compared to the manual cutting, it indicated that the pay back period was found to be 1 year and the break even point of the machine was 272 hour at the annual use of 2,400 hour per year.

Keywords: cutting machine, stake, cutting speed, cutting capacity, cutting efficiency

1. คำนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเป็นอันดับหนึ่งของโลก ด้วยส่วนแบ่งการตลาดประมาณ 56% ของตลาดการส่งออกมันสำปะหลังโลก และยังเป็นแหล่งปลูกมันสำปะหลังใหญ่เป็นอันดับ 3 ของโลก ดังนั้นมันสำปะหลังจึงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยรองจากข้าวและยางพาราเท่านั้น [1] พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังทั้งหมดในประเทศไทยมีประมาณ 6.7 ล้านไร่ กระจายเกือบทุกพื้นที่ของประเทศ ยกเว้นภาคใต้ ภาคที่มีการปลูกมันสำปะหลังมากที่สุดคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาคือ ภาคกลางและภาคเหนือ หัวมันสดที่ผลิตได้ในประเทศแต่ละปีจะถูกนำมาแปรรูป เป็นแป้งมัน มันอัดเม็ด และมันเส้น เพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบในภาคอุตสาหกรรมต่างๆ สำหรับการบริโภคในประเทศและการส่งออก อีกทั้งในอนาคตราคาน้ำมันในตลาดโลกมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อยๆ จึงทำให้รัฐบาลไทยมีนโยบายลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ และหาพลังงานทางเลือกใหม่ที่ผลิตได้จากพืชผลทางการเกษตรภายในประเทศ ซึ่งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบหนึ่งที่สำคัญในการผลิตเอทานอล สำหรับใช้ในการผสมน้ำมันเบนซิน เพื่อผลิตเป็นน้ำมัน “แก๊สโซฮอล” และได้มีการรณรงค์ให้มีการใช้กันอย่างกว้างขวางทั่วประเทศไทย จากความต้องการดังกล่าวจึงทำราคาหัวมันสดสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้พื้นที่ปลูกมันในประเทศมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น [2]

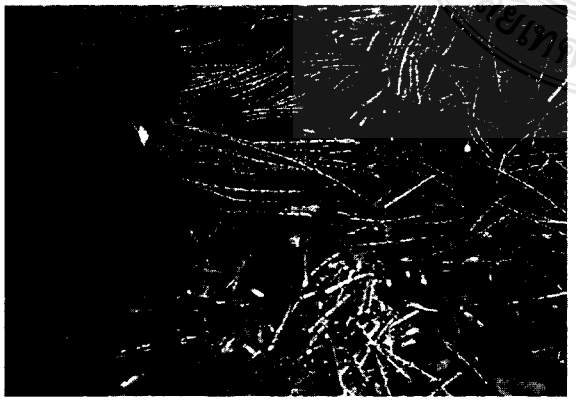
การเตรียมท่อนพันธุ์สำหรับนำไปปลูกนั้นยังใช้แรงงานคนเป็นหลัก โดยเกษตรกรจะตัดต้นมันสำปะหลังให้มีความยาวประมาณ 20 – 30 เซนติเมตร แล้วนำไปปลูก ยิ่งพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังมากก็จำเป็นต้องใช้แรงงานจำนวนมากเพื่อเตรียมท่อนพันธุ์ อีกทั้งการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังด้วยมีดจะทำให้ท่อนพันธุ์แตกเสียหายบางส่วน เมื่อนำไปปลูกเปอร์เซ็นต์การงอกจะต่ำ ทำให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำไปด้วย ดังนั้นการวิจัยและพัฒนาเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อใช้ในเตรียมท่อนพันธุ์สำหรับปลูกจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยผ่อนคลายปัญหาดังกล่าวข้างต้น

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบ

ก) วิธีการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังของเกษตรกร

โดยทั่วไปก่อนการเก็บเกี่ยวหัวมันสด ต้นมันสำปะหลังที่จะนำไปทำเป็นพันธุ์สำหรับปลูก จะถูกตัดจากต้นแม่ที่มีอายุระหว่าง 8-12 เดือน และท่อนพันธุ์เหล่านี้จะถูกมัดรวมกัน มัดละประมาณ 30-50 ต้น แล้วนำไปตั้งรวมกันไว้กลางแปลง หรือใต้ร่มไม้ จนกว่าจะถูกนำไปปลูก ซึ่งคุณภาพของท่อนพันธุ์นั้นจะขึ้นอยู่กับอายุ ขนาดและความสมบูรณ์ของลำต้น จำนวนตา และระยะเวลาในการเก็บรักษาก่อนที่จะนำไปปลูก เมื่อถึงเวลาปลูก เกษตรกรจะต้องตัดท่อนพันธุ์ให้มีความยาวประมาณ 20-30 เซนติเมตร ซึ่งจะต้องมีตาอยู่บนท่อนพันธุ์อย่างน้อย 5-7 ตา แสดงดังรูปที่ 1 ซึ่ง Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) แนะนำให้ตัดในลักษณะตรง เพื่อลดการสูญเสียน้ำของท่อนพันธุ์ และยังให้ผลผลิตสูงกว่าการตัดเฉียง [3] จึงทำให้ในปัจจุบันเกษตรกรนิยมตัดในลักษณะตรง ดังนั้นจึงได้ออกแบบเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบให้สามารถตัดท่อนพันธุ์ในลักษณะดังกล่าว



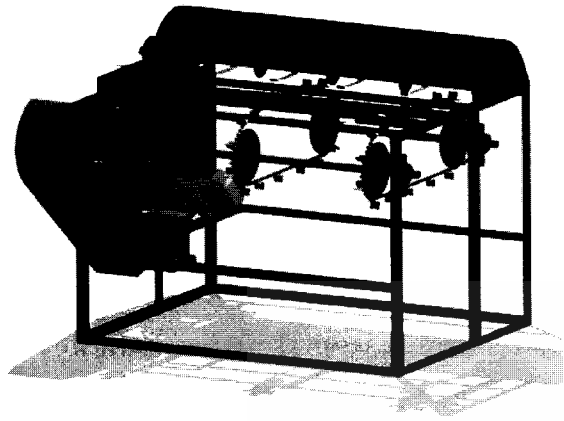
รูปที่ 1 การใช้แรงงานคนตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

ข) ลักษณะของต้นมันสำปะหลัง

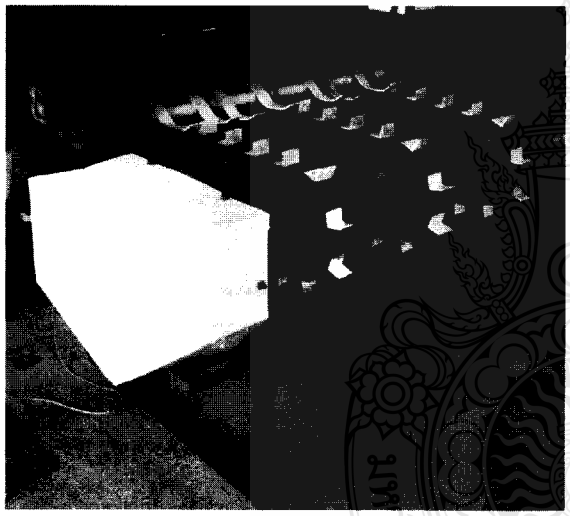
โดยปกติต้นมันสำปะหลังที่จะนำไปปลูกจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 10-50 มิลลิเมตรและมีตากระจายอยู่ทั่วทั้งลำต้น ซึ่งตาเหล่านี้จะมีผลอย่างมากต่อคุณภาพการงอกของท่อนพันธุ์ และมีผลโดยตรงกับผลผลิตมันสำปะหลัง ดังนั้นการเลือกวิธีการและลักษณะของใบมีดที่จะใช้ตัด ต้องไม่ทำให้ตาบนท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเสียหาย อีกทั้งยังต้องสามารถตัดท่อนพันธุ์ได้ทุกขนาดและทุกพันธุ์ จากการศึกษาของ Lungkapin และคณะ (2007) [4] พบว่าการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังด้วยใบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 เซนติเมตร มีฟันตั้งแต่ 60 ฟันขึ้นไป ที่ความเร็วเพลาตัด 1,200 รอบต่อนาที จะไม่ทำให้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเกิดความเสียหาย และยังสามารถใช้ตัดท่อนพันธุ์ได้ทุกขนาดและทุกพันธุ์ ดังนั้นจึงเลือกใบเลื่อยวงเดือนมาเป็นใบมีดตัดท่อนพันธุ์ และนำค่าความเร็วรอบต่างๆ มาใช้ในการออกแบบระบบส่งกำลังของเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบ

2.2 การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังถูกออกแบบให้ตัดท่อนพันธุ์ได้ตามวิธีการตัดของเกษตรกรในปัจจุบัน ซึ่งตัดท่อนพันธุ์ในลักษณะตัดตรง สามารถปรับความยาวในการตัดได้ตามความต้องการ โดยเครื่องต้นแบบถูกออกแบบให้ตัดได้ 2 ความยาว คือ 20 และ 25 เซนติเมตร และสามารถตัดท่อนพันธุ์ได้ทุกขนาดทุกพันธุ์ รวมทั้งซ่อมแซมบำรุงรักษาง่าย ใช้วัสดุที่หาซื้อง่ายตามท้องตลาด และการสร้างเครื่องต้นแบบนั้นได้ใช้เทคโนโลยีธรรมดาที่โรงงานเครื่องจักรกลเกษตรทั่วๆ ไป สามารถนำไปผลิตได้



ก) การออกแบบเครื่องต้นแบบด้วยโปรแกรมด้าน CAD



ข) เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบ

รูปที่ 2 การออกแบบและสร้างเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบ

เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบดังรูปที่ 2 ประกอบด้วย ชุดใบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว 60 ฟัน ชุดโซ่ลำเลียงต้นพันธุ์ ชุดกดท่อนพันธุ์ ระบบส่งกำลัง ชุดเกียร์ทด (60:1) และใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 1 แรงม้าเป็นต้น กำลังหลักการทำงานของเครื่องเริ่มจากผู้ทำงานป้อนต้นมันสำปะหลังลงบนชุดโซ่ลำเลียง ต่อจากนั้นต้นมันจะถูกลำเลียงเข้าไปตัดที่ชุดใบเลื่อยวงเดือนผ่านชุดกดท่อนพันธุ์ และท่อนพันธุ์ที่ถูกตัดจะร่วงลงสู่ช่องทางออก และความยาวของท่อนพันธุ์สามารถปรับได้ โดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ควบคุมความยาวของท่อนพันธุ์

2.3 การทดสอบและประเมินผล

หลังจากการทดสอบเบื้องต้นและแก้ไขข้อบกพร่อง เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบจะถูกทดสอบและประเมินผล เพื่อหาสมรรถนะในการทำงาน และคุณภาพในการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง โดยใช้ความสามารถในการตัดท่อนพันธุ์ เปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากการตัด และอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นค่าชี้ผลการศึกษา ซึ่งมีสมการดังนี้

1. ความสามารถในการตัดท่อนพันธุ์ (ท่อน/ชั่วโมง)

$$C_p = \frac{s}{t} \qquad (1)$$

เมื่อ s = จำนวนท่อนพันธุ์ที่ตัดได้ทั้งหมด (ท่อน)

t = เวลาในการตัดทั้งหมด (ชั่วโมง)

2. เปอร์เซ็นต์ความเสียหายในการตัด (%)

$$= \frac{D}{s} x100 \qquad (2)$$

D= จำนวนท่อนพันธุ์ที่เสียหายหลังจากการตัด (ท่อน)

3. อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า (kW-hr)

$$\text{อัตราการสิ้นเปลืองไฟฟ้า} = \frac{IVt}{1000}(kW-hr) \qquad (3)$$

เมื่อ I = กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)

V= แรงเคลื่อนไฟฟ้า (โวลต์)

โดยใช้ต้นพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.7 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 67.2 กรัม ความสูงเฉลี่ย 116.4 เซนติเมตร ความโค้งเฉลี่ย 10.6 เซนติเมตร(สุ่มวัด 100 ต้นด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์) และมีความชื้น 64.2% ตลอดการทดสอบ จากการทดสอบเบื้องต้นยังพบอีกว่าความเร็วการป้อนของโซ่ลำเลียงไม่ควรเกิน 8 เมตรต่อวินาที เพราะท่อนพันธุ์จะเคลื่อนที่ไปตัดกับเลื่อยวงเดือนเร็วเกินไปทำให้ผิวของการตัดไม่เรียบ ดังนั้นจึงทดสอบที่ความเร็วของโซ่ลำเลียง 3 ระดับ คือ 6, 7 และ 8 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ และจัดการทดลองแบบแฟคทอเรียลแบบสุ่มในบล็อก (RCBD) โดยแต่ละการทดลองจะทำซ้ำ 3 ซ้ำ และใช้วิธีการทางสถิติวิเคราะห์ผลการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้โปรแกรม SPSS

2.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ก. การวิเคราะห์และประเมินค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย

วิธีการประเมินค่าใช้จ่ายโดยรวมเกี่ยวกับต้นทุนในการใช้งานเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังนั้นได้สมมติว่า เกษตรกรซื้อเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแทนวิธีการใช้แรงงานคน ซึ่งค่าใช้จ่ายโดยรวมจะประกอบด้วยต้นทุนคงที่ (Fixed cost) และต้นทุนผันแปร (Variable cost) โดยต้นทุนคงที่ได้แก่ ค่าเสื่อมราคาของเครื่อง (คิดค่าเสื่อมราคาโดยวิธีเส้นตรงเมื่อประมาณอายุการใช้งานของเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังได้ 5 ปี) และค่าเสียโอกาสของเงินทุน (คิดอัตราดอกเบี้ย 10%) ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนคงที่จะไม่เปลี่ยนแปรไปตามปริมาณของการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

ข. การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน (Pay-back period)

เป็นการคาดคะเนว่า เมื่อลงทุนใช้เครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังไปแล้ว จะได้รับผลตอบแทนกับคืนมาในจำนวนเงินเท่ากับที่ลงทุนไปแล้วภายในระยะกี่ปี โดยพิจารณาจากการทราบค่า (i) (10 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่ทราบค่า n ทำการเปลี่ยน n ไปเรื่อยๆ จนค่าทั้งสองข้างของสมการเท่ากันก็จะได้ค่า n โดยที่ n คือระยะเวลาคืนทุน (ปี)

ค. การคำนวณหาจุดคุ้มทุน (Break - even point)

เป็นการคำนวณเปรียบเทียบการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง โดยใช้แรงงานคนกับเครื่องต้นแบบว่าสามารถใช้ต้นทุนในการทำงานเท่ากับต้นทุนของการตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังได้ปริมาณเท่าไร

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

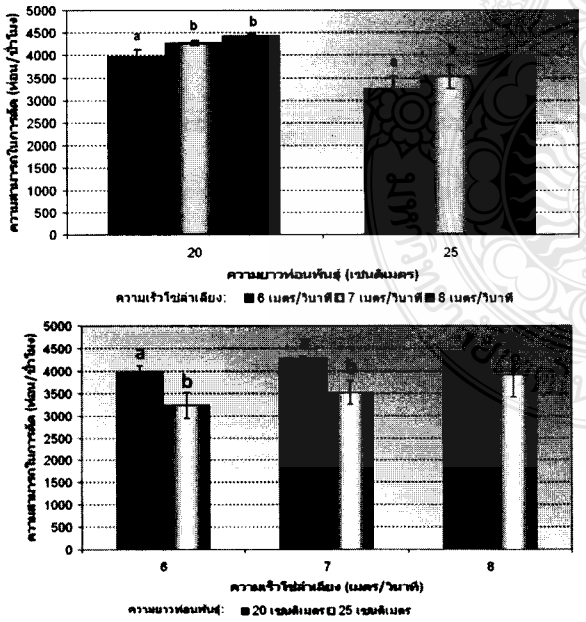
3.1 ความสามารถในการตัดท่อนพันธุ์

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติของความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทุกความความเร็วของโซ่ลำเลียงที่เพิ่มขึ้น

รูปที่ 3 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มความเร็วรอบของโซ่ลำเลียง ความสามารถในการตัดจะเพิ่มขึ้นตามทั้งที่ความยาว 20 และ 25 เซนติเมตร ดังนั้นเมื่อต้องการเพิ่มความสามารถในการตัด จะสามารถทำได้โดยการเพิ่มความเร็วการป้อนของโซ่ลำเลียง แต่ต้องไม่เกิน 8 เมตรต่อวินาที ดังเหตุผลที่กล่าวไว้

ข้างต้น นอกจากนั้นยังพบอีกว่าการตัดที่ความยาว 20 เซนติเมตร จะมีความสามารถในการตัดสูงกว่าการตัดที่ความยาว 25 เซนติเมตร เนื่องจากการตัดในแต่ละครั้งของชุดใบเลื่อยวงเดือนที่ความยาว 20 เซนติเมตร จะได้จำนวนท่อนพันธุ์ที่ถูกตัดมากกว่า 25 เซนติเมตร จึงกล่าวได้ว่าที่อัตราป้อนของโซ่ลำเลียงเท่ากัน ถ้าเพิ่มความยาวท่อนพันธุ์ที่จะตัดก็จะทำให้ความสามารถในการตัดลดลง

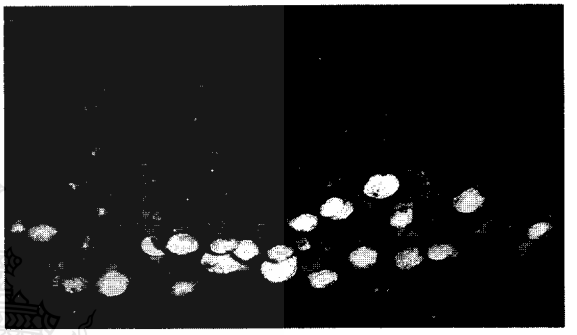
ถ้าคิดความสามารถในการตัดที่การป้อนของโซ่ลำเลียง 8 เมตรต่อวินาที ความยาว 20 เซนติเมตร เครื่องจะตัดท่อนพันธุ์ได้ 4,400 ท่อนต่อชั่วโมง หรือมากกว่า 35,200 ท่อนต่อวัน (ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน) ซึ่งสามารถนำท่อนพันธุ์ดังกล่าวไปปลูกได้มากกว่า 20 ไร่ต่อวัน ซึ่งจะพอเพียงกับความต้องการของเกษตรกรโดยทั่วไป



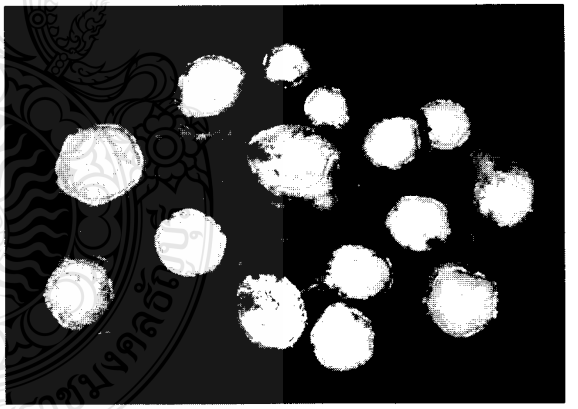
รูปที่ 3 ความสามารถในการตัดท่อนพันธุ์ที่ความยาวและความเร็วของโซ่ลำเลียงต่างๆ abc: แสดงให้เห็นความแตกต่างของแต่ละการทดลอง ($P < 0.05$)

3.2 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของท่อนพันธุ์

ท่อนพันธุ์ที่ได้จากการตัดโดยเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังต้นแบบแสดงดังรูปที่ 4 และจากการทดสอบพบว่าความเร็วของโซ่ลำเลียงและความยาวในการตัดไม่มีผลต่อความเสียหายของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังแสดงดังรูปที่ 5

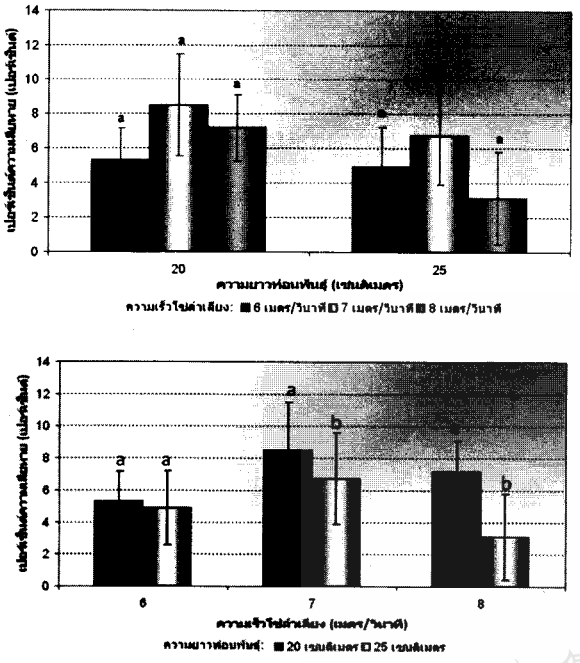


ก) ความยาวที่สม่ำเสมอจากการตัดด้วยเครื่องต้นแบบ



ข) รอยตัดที่ตัดได้จากเครื่องต้นแบบ

รูปที่ 4 ท่อนพันธุ์ที่ได้จากการตัดโดยเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

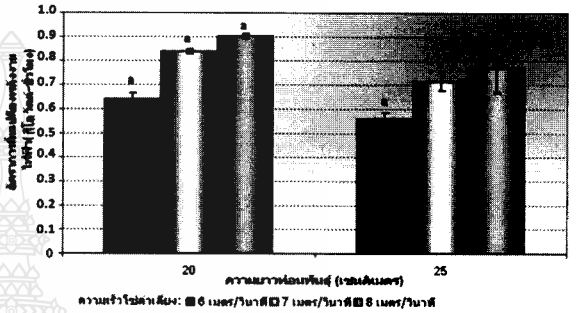


รูปที่ 5 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของท่อนพันธุ์ที่ความยาวและความเร็วของโซ่ลำเลียงต่างๆ [a]: แสดงถึงการไม่มีความแตกต่างของแต่ละการทดลอง ($P < 0.05$)

จากการสังเกตขณะทดสอบพบว่าสาเหตุหลักที่ทำให้ท่อนพันธุ์เสียหายเกิดจากการกระแทกของท่อนพันธุ์กับชุดกดท่อนพันธุ์โดยเฉพาะท่อนพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากการปรับตั้งระยะห่างระหว่างชุดกดท่อนพันธุ์กับชุดโซ่ลำเลียงจะตั้งตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย ซึ่งการลดความเสียหายที่เกิดจากการตัด สามารถทำได้โดยการออกแบบให้ชุดกดท่อนพันธุ์มีความยืดหยุ่นหรือสามารถปรับได้ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนพันธุ์

3.3 อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากรูปที่ 6 แสดงให้เห็นว่าอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการทดสอบจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วของโซ่ลำเลียง เพราะการเพิ่มความเร็วของโซ่ลำเลียงจะต้องเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์ให้สูงขึ้น ทำให้ต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นด้วย และจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติของอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องตัดท่อนพันธุ์พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



รูปที่ 6 การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ความยาวและความเร็วของโซ่ลำเลียงต่างๆ [a]: แสดงถึงการไม่มีความแตกต่างของแต่ละการทดลอง ($P < 0.05$)

3.4 ผลการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยคิดที่ราคาเครื่องต้นแบบ 20,000 บาท อายุการใช้งาน 5 ปี อัตราดอกเบี้ย 10% ใช้ผู้ควบคุมเครื่อง 1 คน ความสามารถในการทำงาน 4,400 ท่อนต่อชั่วโมง อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.9 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และทำงาน 2,400 ชั่วโมงต่อปี จะได้ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่อง 49 บาทต่อชั่วโมง ระยะเวลาคืนทุน 1 ปี และจุดคุ้มทุน 272 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับการตัดด้วยแรงงานคน

4. สรุปผลการทดลอง

การทดสอบสมรรถนะเครื่องตัดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังโดยใช้ค่าชี้วัดการศึกษา คือ ความสามารถในการทำงาน เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของ

ท่อนพันธุ์ อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า ปรากฏว่าเครื่องสามารถทำงานได้ดีที่สุด ที่ความเร็วรอบของชุดโซ่ลำเลียง 8 เมตรต่อวินาที โดยเครื่องสามารถตัดท่อนพันธุ์ที่ความยาว 20 เซนติเมตรได้ 4,400 ท่อนต่อชั่วโมง ความเสียหาย 8.5% และที่ความยาว 25 เซนติเมตรได้ 3,321 ท่อนต่อชั่วโมง ความเสียหาย 4.8% การตัดทั้งสองความยาวใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.5-0.9 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาผลิตในเชิงพาณิชย์โดยการปรับปรุงชุดกดท่อนพันธุ์เพื่อลดค่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2551 ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.oae.go.th

[2] องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ. 2548 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.fao.org

[3] Lungkapin, J., V. M. Salokhe, R. Kalsirisilp. and N. Nakashima. 2007. Development of a stem cutting unit for a cassava planter. Agricultural Engineering International–the CIGR E-journal, Manuscript PM 07 008, Vol. IX, July 2007.

[4] Sinthuprama, S. (1980). Cassava Cultural Practices: Cassava plant system in Asia. In: Proceedings of the workshop held in Salvador, Bahia, Brazil, 18-21 March 1980, pp. 50-53.