

การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบการถอนมันสำปะหลัง

Design and Construction of Cassava Root Pulling Performance Testing Machine

ยงยุทธ์ เสียงดัง^{1*}, จันทนา สันต์พร้อม²

Yongyuth Siangdang^{1*}, Jantana Suntudprom²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, 30000

¹Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhonratchasima, 30000, Thailand

²สาขาวิชาวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, 30000

²Department of Post-Harvest and Processing Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhonratchasima, 30000, Thailand

*Corresponding author: Tel: 089-864-0019, Fax: +66-044-233-074, E-mail: yongyuth@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

การถอนเป็นวิธีการหนึ่งในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง ประสิทธิภาพการถอนขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น แรงและความเร็วในการถอน สภาพดิน เป็นต้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องที่ใช้ในการทดสอบปัจจัยการถอนมันสำปะหลัง โดยมีวิธีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับมันสำปะหลังเพื่อใช้ในการกำหนดมิติของเครื่อง ทดสอบแรงถอนเบื้องต้นและระยะการถอนเพื่อใช้ในการออกแบบชิ้นส่วนต่าง ๆ ผลการดำเนินงานพบว่าระยะระหว่างต้น ระยะระหว่างแถว ความสูงของลักร่องและความสูงจากพื้นดินของเหง้ามันที่ตัดต้นแล้วเท่ากับ 70-80 100 - 130 30-50 และ 35 cm ตามลำดับ ระยะการถอนสูงสุด 46 cm ด้วยแรงถอนเบื้องต้นสูงสุด 3.68 kN จากข้อมูลเหล่านี้ นำไปสู่การออกแบบและสร้างเครื่อง เครื่องที่สร้างขึ้นประกอบด้วย 1) โครงที่สามารถปรับความกว้างให้เข้ากับระยะระหว่างแถวได้ 2) ชุดถอนเหง้ามันสามารถเคลื่อนที่ได้ 2 แนวแกน ในแนวตั้งใช้กระบอกลิฟต์ไฮดรอลิก ส่วนแนวนอนใช้มอเตอร์ไฮดรอลิกเป็นต้นกำลัง ความเร็วในการเคลื่อนที่ทั้งสองแนวแกนสามารถปรับได้ เอ็นโค้ดเดอร์ถูกใช้วัดระยะการเคลื่อนที่ และ 3) เซ็นเซอร์วัดแรง 2 แนวแกน วัดแรงในแนวตั้งและแนวนอนได้สูงสุด 5 และ 2.5 kN ตามลำดับ สามารถนำเครื่องนี้ไปทดสอบปัจจัยการถอนมันสำปะหลังเพื่อนำผลไปใช้ในการออกแบบเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังและยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ศึกษาปัจจัยในการถอนพืชอื่น ๆ ได้

คำสำคัญ: แรงถอน, เก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง, เครื่องทดสอบการถอนมันสำปะหลัง

Abstract

Harvesting cassava root by manual pulling is general practice in Thailand. However, there are some cassava-harvesting machines developed by manufactures as well as researchers. There are important parameters involved in harvesting process there was limit number of study focused in these key parameters. Therefore, this research was aimed to design and construct equipment that could evaluate parameters involved harvesting cassava root. This research gathers some information about cassava planting. These information were contributory to the design and construction of the equipment. The information were the average plant and row spacing, the average height of ridge and the average length of cassava main stem after trimming at 70 - 80, 100 - 130, 30-50 and 35 cm, respectively. During harvesting, the maximum force of 3.68 kN. was required to pull the cassava main stem which has a maximum length of 46 cm. from ridge. This machine consists of three main parts. The first part is frame that could be adjusted to suit with the spacing. The second part is the component of measurement set which was able to move into two directions; x-axis and y-axis. The x-axis traveling was driven by a hydraulic motor and the y-axis was controlled by a hydraulic cylinder. The speed of movement was adjustable using an encoder. The last part is measurement sensor. This sensor could measure forces both x- and y-axes. The

maximum measurable forces for each axis were 5 and 2.5 kN. For further application, the conceptual idea for design and construction of this machine could be able to apply to a similar study of the other plants.

Keywords: pulling force, casava harvesting, cassava root lifting up testing machine

1 บทนำ

มันสำปะหลังเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจของไทยที่มีความสำคัญในฐานะเป็นสินค้าเกษตรส่งออกที่ทำรายได้เข้าประเทศอันดับ 3 รองจากยางพาราและข้าว โดยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 8.073 ล้านไร่ ใน 50 จังหวัด ได้ผลผลิตหัวมันสด 28.565 ล้านตัน มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 3.538 ตัน เป็นแหล่งรายได้ให้แก่เกษตรกรกว่า 480,000 ครัวเรือน แหล่งเพาะปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญที่สุดอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยจังหวัดนครราชสีมาปลูกมากที่สุด 2.196 ล้านไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560)

การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของเกษตรกรมีขั้นตอนต่างๆ 4 ขั้นตอนประกอบด้วย 1) การตัดยอดและต้น การตัดต้นมันให้เหลือตอสูงประมาณ 35 cm จากพื้นดิน 2) การขุด ถ้าดินมีความชื้นหรือดินทรายหรือดินร่วน เกษตรกรจะใช้วิธีถอนหรือขุดด้วยจอบ หรือใช้เครื่องมือจัดแต่ถ้าดินแข็งหรือดินแห้ง หรือหน้าแล้ง เกษตรกรจะใช้จอบขุดแบบประยุกต์เป็นอุปกรณ์ทุ่นแรง แต่ในปัจจุบันเกษตรกรนิยมใช้เครื่องขุดเพื่อช่วยขุดมันสำปะหลัง 3) การสับเหง้า จะให้มีดในการสับแยกหัวมันออกจากเหง้ามัน และ 4) การรวบรวมหัวมันสำปะหลังและการลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นรถ

เครื่องขุดมันสำปะหลังได้มีการวิจัยและพัฒนา รวมทั้งมีการผลิตจำหน่ายมาแล้วกว่า 30 ปี จึงทำให้ในปัจจุบันมีเครื่องขุดมันสำปะหลังแบบต่างๆ ใช้งานกันอยู่กันแพร่หลาย บางแบบได้รับความนิยมจากเกษตรกร บางแบบไม่ได้รับความนิยมและเลิกใช้ อย่างไรก็ตามยังคงมีการปรับปรุง ดัดแปลง พัฒนารูปแบบใหม่ๆ ขึ้นมาอยู่อย่างสม่ำเสมอ นั้นแสดงให้เห็นว่ายังไม่มีเครื่องขุดมันสำปะหลังที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับเกษตรกร นอกจากนี้ยังพบว่าเกษตรกรจำนวนมากยังคงทำการขุดหรือถอน โดยใช้แรงงานคนเป็นหลักถึงแม้ว่ามีค่าจ้างแรงงานที่สูงก็ตาม

ในปัจจุบันมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่สามารถดำเนินการได้ทั้งการขุดและการถอนมันสำปะหลังในเครื่องเดียวกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยลดขั้นตอนการทำงาน และจำนวนแรงงานที่ใช้ ตลอดจนสะดวกต่อการขนย้ายลำเลียงขึ้นรถบรรทุกเพื่อนำไปจำหน่ายยังจุดรับซื้อ ซึ่งก่อให้เกิดความสะดวกต่อการจัดการมันสำปะหลัง และหัวมันสำปะหลังมีความเสียหายน้อยกว่าการใช้วิธีการขุดอย่างเดียว ปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการขุดและการถอนมันสำปะหลังในเครื่องเดียวกันคือความเร็วในการถอนทั้งความเร็วในแนวตั้งและความเร็วในแนวนอน แต่ถึงแม้ว่ายังคงมีการพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังอยู่แต่เครื่องขุดมันสำปะหลัง รวมทั้งเครื่องขุดและถอนมันสำปะหลังแบบต่างๆ ยังมีข้อบกพร่องในการใช้งานคือต้องใช้กับเครื่องต้นกำลังขนาดใหญ่ เพื่อให้สามารถพลิกทั้งดินและเหง้า

มันสำปะหลังขึ้นมาด้านบน ส่งผลทำให้เกิดความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและยังคงหลงเหลือหัวมันสำปะหลังในดินเป็นจำนวนมาก การถอนเฉพาะเหง้ามันสำปะหลังขึ้นจากดินด้วยหลักการที่ถูกต้องและในสภาพพื้นที่ที่เหมาะสม จะทำให้ใช้พลังงานและจำนวนหัวมันสำปะหลังที่หลงเหลือในดิน น้อยกว่าการขุดขึ้นมาทั้งดินและเหง้ามันสำปะหลังพร้อม ๆ กัน การพัฒนาเครื่องถอนเฉพาะเหง้ามันสำปะหลังขึ้นจากดินโดยใช้ข้อมูลพื้นฐาน เช่น แรงและความเร็วในการถอน รวมถึงทิศทางในการถอนจึงเป็นเครื่องจักรที่น่าสนใจในอนาคต

ด้วยเหตุนี้จึงมีการศึกษาวิจัยการออกแบบ และสร้างเครื่องทดสอบการถอนเหง้ามันสำปะหลังได้ขึ้นมา เพื่อนำไปสู่การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการถอนเหง้ามันสำปะหลัง อาทิเช่น แรงและความเร็วในการถอน ทิศทางในการถอน ชนิดและความชื้นของดิน เป็นต้น ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการออกแบบเครื่องขุดและถอน หรือเครื่องถอนมันสำปะหลัง โดยสามารถกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง และยังสามารถนำไปทดสอบในลักษณะเดียวกันนี้กับพืชอื่น ๆ เช่น หัวแครอท หัวไชเท้า มันฝรั่ง เป็นต้น

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ปัจจัยในการออกแบบเครื่องทดสอบการถอนมันสำปะหลัง

2.1.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับมันสำปะหลัง

ศึกษาข้อมูลของมันสำปะหลังที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบเครื่องทดสอบการถอนมันสำปะหลัง ได้แก่ ระยะระหว่างต้น ระยะระหว่างแถว ความสูงของลำต้นและความสูงจากพื้นดินของเหง้ามันที่ตัดต้นแล้ว นำข้อมูลประกอบการออกแบบขนาดความกว้าง ความยาว ของเครื่องและความสูงในการยึดคานขวางค้ำกลางของเครื่อง

2.1.2 การศึกษาแรง ระยะทางและความเร็วในการถอนเบื้องต้น

ศึกษาแรงถอนเบื้องต้นเพื่อนำข้อมูลไปออกแบบความแข็งแรงของชิ้นส่วนต่าง ๆ ด้วยการนำตาชั่งแบบแขวนขนาด 1000 kg ไปผูกกับเหง้ามันสำปะหลังแล้วยกด้วยคน 2 คน อย่างช้า ๆ เพื่อให้ทราบถึงแรงที่ใช้ในการถอนเหง้ามัน ส่วนระยะทางและความเร็วในการถอน จะนำข้อมูลระยะทางการถอนไปออกแบบระยะการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง ส่วนข้อมูลความเร็วในการถอนมาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการทดสอบการถอน ศึกษาข้อมูลด้วยการใช้เครื่องมือที่เกษตรกรเรียกว่า แม็คโคร ทำการจัด วัดระยะการจัดพร้อมจับเวลาจะได้รับความเร็วและระยะในการถอนเบื้องต้น

2.2 การทดสอบเครื่องเบื้องต้น

2.2.1 ระยะเวลาการโค้งตัวของคานเคลื่อน

คานเคลื่อนเป็นคานรองรับแรงถอนของเหง้ามันสำปะหลังที่มีความยาว 2 m ถูกรองรับด้วยคานขวาง 3 คาน ห่างกันคานละ 75 cm วิธีการวัดระยะเวลาการโค้งของคานจะทำการใส่น้ำหนักตรงกลางคานครั้งละ 50 kg ตั้งแต่ 50-400 kg แล้ววัดระยะเวลาการโค้งของคานด้วยไดแอลเกจ 5 ตำแหน่ง ดัง Figure 1

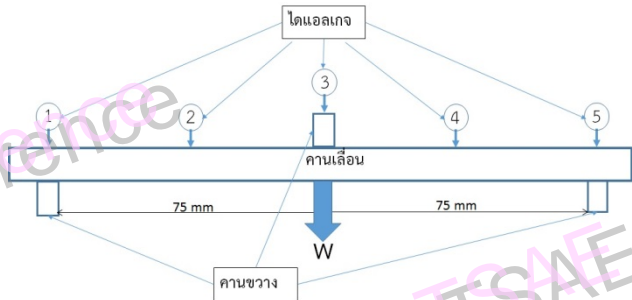


Figure 1 Beam bending test

2.2.2 ความเร็วในการเคลื่อนที่ทั้งสองแนวแกน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังพบว่ามีการวิจัยหลายท่านรวมการชุดและลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังไว้ในเครื่องเดียวกัน ลดขั้นตอนในการเก็บ จากงานวิจัยดังกล่าวนี้ทำให้สามารถนำข้อมูลมาหาค่าความเร็วในการถอนทั้งในแนวตั้งและแนวนอน ดังสมการที่ (1) และ (2)

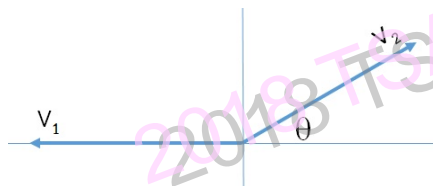


Figure 2 Moving directions of tractor and conveyor

ความเร็วในการถอนแนวตั้ง ($m s^{-1}$) = $V_2 \sin \theta$ (1)

ความเร็วในการถอนแนวนอน ($m s^{-1}$) = $V_2 \cos \theta - V_1$ (2)

เมื่อ V_1 = ความเร็วของรถแทรกเตอร์ ($m s^{-1}$)

V_2 = ความเร็วของสายพานลำเลียง ($m s^{-1}$)

θ = มุมระหว่างสายพานลำเลียงกับพื้น (deg)

3 ผลและวิจารณ์

3.1 ข้อมูลในการออกแบบเครื่องทดสอบการถอนมันสำปะหลัง

3.1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับมันสำปะหลัง

จากการศึกษาข้อมูลของมันสำปะหลังที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบเครื่องทดสอบการถอนมัน

สำปะหลังพบว่าเกษตรกรนิยมปลูกมันสำปะหลังให้มีระยะระหว่างต้น 70 – 80 cm ระยะระหว่างแถว 110 – 130 cm ความสูงของสันร่อง 30-50 cm และความสูงจากพื้นดินของเหง้ามันที่ตัดต้นแล้ว 35 cm ข้อมูลดังกล่าวนี้จะนำไปใช้ในการออกแบบมิติต่าง ๆ ของเครื่องทดสอบการถอนมันสำปะหลัง

3.1.2 แรง ระยะทางและความเร็วในการถอนเบื้องต้น

จากการวัดแรงถอนเหง้ามันสำปะหลังเบื้องต้นพบว่าแรงถอนต่ำสุด 1216.4 N ที่น้ำหนักเหง้ามัน 11.1 kg แรงถอนสูงสุด 3678.75 N ที่น้ำหนักเหง้ามัน 12.1 kg แรงถอนเฉลี่ย 2663.41 N ที่น้ำหนักเหง้ามันเฉลี่ย 9.92 kg จากงานวิจัยของชาญชัย (2551) พบว่าต้องใช้แรงถอนเหง้ามันสำปะหลังตั้งแต่ 341 – 790.7 N ที่น้ำหนักหัวมันสด 0.45–1.34 kg ในดินร่วนปนทราย ดินค่อนข้างแข็งที่มีความชื้น 2.2 % wb แหล่งปลูกจังหวัดนครราชสีมา วิชาและคณะ (2552) ได้ทดสอบวัดแรงถอนเหง้ามันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 5 แหล่งปลูกที่จังหวัดสุพรรณบุรี มุมในการถอน 20 30 45 และ 60 deg กับแนวตั้ง ในดินทรายมีความชื้น 0.55–1.75 % db พบว่าต้องใช้แรงถอนเหง้ามันสำปะหลัง 659.8 825.6 1040.5 และ 1954.1 N ตามลำดับ ที่น้ำหนักหัวมันสด 4.75 - 5.42 kg ระยะทางในการถอน 23 – 46 cm ส่วนความเร็วในการถอนช้าสุด $0.076 m s^{-1}$ ที่น้ำหนักเหง้ามัน 8.5 kg ความเร็วในการถอนเร็วสุด $0.30 m s^{-1}$ ที่น้ำหนักเหง้ามัน 6 kg ความเร็วในการถอนเฉลี่ย $0.17 m s^{-1}$ ที่น้ำหนักเหง้ามันเฉลี่ย 7.6 kg

3.2 เครื่องทดสอบการถอนมันสำปะหลัง

3.2.1 โครงสร้างหลักของเครื่อง

เครื่องทดสอบการถอนมันสำปะหลัง (Figure 3) มีโครงสร้างหลัก ประกอบด้วย 1) โครงสร้างมาจากเหล็กกล่อง มีท่อนสามเหลี่ยมแต่ละข้างจะถูกเชื่อมติดกันเป็นหนึ่งแผง ทั้งสองแผงจะถูกยึดติดกันด้วยคานขวางจำนวนห้าชิ้น สามารถปรับระยะห่างให้เข้ากับร่องมันที่มีระยะระหว่างแถวที่แตกต่างกันได้ โครงสร้างสามารถถอดประกอบได้เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายไปแปลงทดสอบ 2) ชุดถอนเหง้ามันประกอบด้วย 2.1) คานเคลื่อนและถูกรอกจะวางบนคานขวางบนทั้งด้านซ้ายและขวาและขณะเดียวกันจะถูกยึดด้วยแกนหมุนกับคานขวางบนอันกลางเพื่อให้คานเคลื่อนสามารถหมุนตามแนวเฉียงของร่องมันได้ 2.2) ต้นกำลังไฮดรอลิกส์ ใช้เครื่องยนต์เบนซินขนาด 6 แรงม้าในการขับเคลื่อนที่ผ่านวาล์วควบคุมทิศทางตัวที่หนึ่ง 2.4) มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ใช้ดึงเหง้ามันในแนวนอนโดยอาศัยกลไกของรอก ควบคุมการเคลื่อนที่ผ่านวาล์วควบคุมทิศทางตัวที่สอง และ 2.5) วาล์วควบคุมอัตราการไหล จะควบคุมความเร็วของอุปกรณ์ทำงานทั้งสองตัว สายไฮดรอลิกส์เป็นแบบสายอ่อนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ด้วยข้อต่อเร็ว และ 3) เซ็นเซอร์วัดแรง 2 แนวแกน ต่ออนุกรมอยู่ระหว่างถูกรอกและกระบอกลูกไฮดรอลิกส์ สามารถวัด

แรงได้ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน น้ำหนักรวมของเครื่องทดสอบ (ไม่รวมชุดต้นกำลังไฮดรอลิกส์) เท่ากับ 213 kg

3.3 ผลการทดสอบเครื่องเบื้องต้น

3.3.1 ระยะการโค้งตัวของคานเคลื่อน

จากการวัดระยะการโค้งของคานเคลื่อนพบว่า ระยะการโค้งแปรผันตรงกับน้ำหนัก ตำแหน่งที่ 3 (Figure 1) ตรงกลางคานเคลื่อนมีระยะการโค้งตัวมากที่สุด 1.12 mm รองลงมาคือบริเวณที่ห่างออกมาจากตรงกลางทั้งสองด้านและน้อยสุดที่บริเวณคานขวางทั้งสองข้างที่น้ำหนักสูงสุด 400 kg (Figure 6)

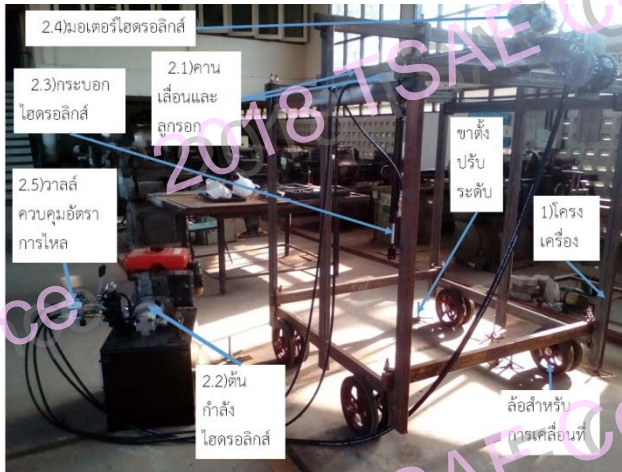


Figure 3 Machine components

3.3.2 การวัดแรงและความเร็ว

ระบบการวัดแรงและความเร็วในการถอน (Figure 4) โดยใช้ตัววัดแรงถอนแบบ extended circular ring (ECR) สามารถวัดแรงถอนได้ 2 แนวแกนพร้อมกันทั้งแรงถอนในแนวตั้งและแรงถอนในแนวนอน สามารถวัดแรงถอนในแนวตั้งได้สูงสุด 5 kN และวัดแรงถอนในแนวนอนได้สูงสุด 2.5 kN

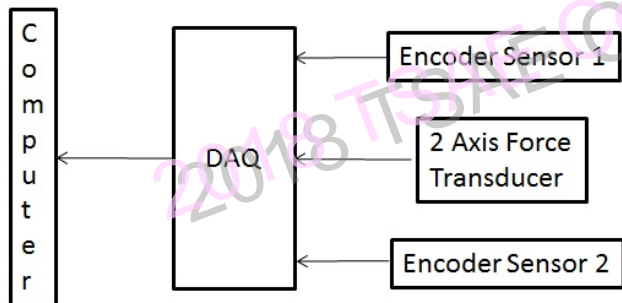


Figure 4 Pulling force and velocity measurement system

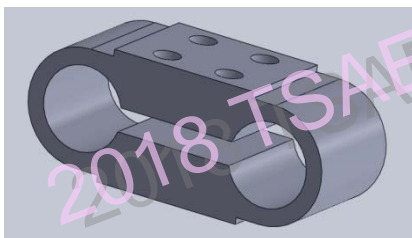


Figure 5 2-Axis force Transducer

ส่วนเอ็นโค้ดเดอร์ทั้งสองตัวใช้วัดระยะการเคลื่อนที่ของแต่ละแนวแกน ส่งข้อมูลไปประมวลผลแปลงเป็นความเร็วในการเคลื่อนที่ทั้งสองแนวแกนแทน คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ในการเก็บและประมวลผลโดยรับข้อมูลผ่านทาง data acquisition (DAQ)

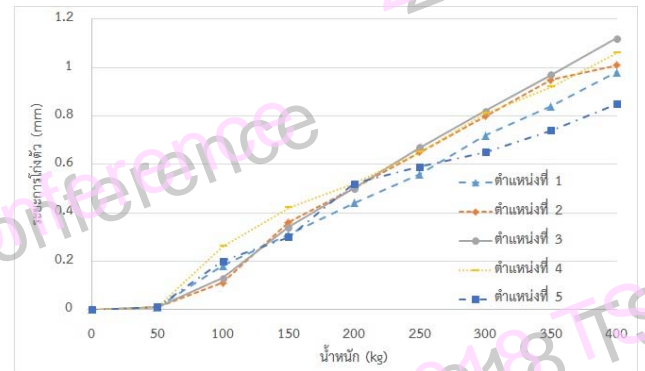


Figure 6 Bean bending behavior at 5 different positions

3.3.2 ความเร็วในการถอน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ที่เหมาะสม 0.17 m s^{-1} ความเร็วสายพานลำเลียง 0.58 m s^{-1} ทำมุม 45 deg กับแนวระดับ (วิชาและคณะ, 2552) เมื่อแทนค่าดังกล่าวในสมการที่ (1) และ (2) พบว่าความเร็วในการถอนแนวตั้งเท่ากับ 0.41 m s^{-1} และความเร็วในการถอนแนวนอนเท่ากับ 0.24 m s^{-1}

จากการทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่ ทั้งสองแนวแกนของเครื่องทดสอบการถอนมันสำปะหลัง (Figure 7) พบว่าความเร็วในการถอนแนวตั้งสูงสุด 0.56 m s^{-1} และความเร็วในการถอนแนวนอนสูงสุด 0.12 m s^{-1} ที่น้ำหนักถ่วง 96 kg ทั้งสองแกน



Figure 7 Pulling speed testing

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 26-27 เมษายน 2561

4 สรุป

เครื่องทดสอบการถนอมมันสำปะหลังนี้สามารถถอดประกอบเพื่อความสะดวกในการขนย้าย และสามารถปรับความกว้างให้เข้ากับร่องมันสำปะหลังได้ เครื่องสามารถวัดแรงและความเร็วในการถนอมได้ 2 แนวแกนพร้อมกัน สามารถนำไปใช้ทดสอบประสิทธิภาพการถนอมมันสำปะหลังและประยุกต์ใช้เงื่อนไขอื่น ๆ ได้

5 กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2560

6 เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. สารสนเทศส่งเสริมการเกษตร.

แหล่งข้อมูล : <http://www.agriinfo.doae.go.th/year60/plant/jan60/short/casava.pdf>. เข้าถึงเมื่อ 18 มกราคม 2561.

ชาญชัย โรจนโสโรช. 2551. เครื่องขูดมันสำปะหลังติดรถไถเดินตาม. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

วิชา หมั่นทำการ ศาสวัต รัตศรีเมธา และมนัสวี สุริวงษ์. 2552. การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบถนอมหัวมันขึ้น. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.