



FEAT JOURNAL

FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

การพัฒนากลไกของระบบลำเลียงเห้้ำมันสำปะหลังโดยการศึกษาวิเคราะห์
แบบเวนน์ ออยเลอร์ (Euler diagram)

The Development of Rhizome Cassava Conveyer by Euler Diagram Analyzed Method

มนตรี ทาสันเทียะ* และ ชัยยันต์ จันทร์ศิริ

Montree Thasontea* and Chaiyan chansiri

กลุ่มวิจัยวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Farm Engineering and Automation Technology Research Group, Department of Mechanical Engineering,

Faculty of Engineering, Khon Kaen University, 40002

Received: 19 ก.ย. 59

Accepted: 19 ธ.ค. 59

บทคัดย่อ

การพัฒนากลไกของระบบลำเลียงเห้้ำมันสำปะหลังในการออกแบบสร้างเครื่องเก็บเกี่ยวเห้มน้ำสำปะหลังต้นแบบ เป็นการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเก็บเกี่ยวเห้มน้ำสำปะหลัง 3 ปัจจัยคือ เครื่องจักรต้นกำลังและประสิทธิภาพในการทำงาน การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพเมื่อถึงอายุการเก็บเกี่ยว ลักษณะของแปลงปลูก สุดท้ายคือพฤติกรรมของเห้มน้ำสำปะหลังระหว่างทำการขุด นำมาวิเคราะห์แบบเวนน์ ออยเลอร์ (Euler diagram) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ก่อนการออกแบบสร้างและพัฒนากลไก ในระบบลำเลียงเห้มน้ำสำปะหลัง กำหนดให้สมาชิกของปัจจัยต่างๆ ที่ได้จากการศึกษาเก็บข้อมูลมาจากเครื่องขุดเห้มน้ำสำปะหลังต้นแบบที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่า กลไกในระบบลำเลียงจะประกอบด้วย ความเร็วในการเก็บเกี่ยว 2.6 กม./ชม ระบบลำเลียงแบ่งออกเป็น ระบบลำเลียงเห้มน้ำมีความเร็วเชิงเส้นเท่ากับ 0.80 เมตร/วินาที ระบบลำเลียงเห้มน้ำสำปะหลังที่ขุดได้ มีความเร็วเชิงเส้นเท่ากับ 0.75 เมตร/วินาที

คำสำคัญ: เห้มน้ำสำปะหลัง ระบบลำเลียงเห้มน้ำสำปะหลัง เครื่องเก็บเกี่ยวเห้มน้ำสำปะหลัง

Abstract

The development of rhizome cassava conveyor mechanism on the prototype of cassava combine harvester. This study on 3 parameter of harvester processing. The final physical properties on harvest time, Field crop harvest and behavior of rhizome until harvest, And energy source power performance. Used analyze on Euler diagram method, Before design and creating rhizome cassava conveyor developed. When the parameter factors study from digging cassava prototype data in Thailand develop.. The result from study have a speed of harvest machine is 2.6 kilometer/hr, The conveyor system have a rhizome cassava conveyor linear speed is 0.80 m/s and cassava root conveyor linear speed is 0.75 m/s

Keyword: cassava, rhizome cassava conveyer, cassava combine harvester

*ติดต่อ: montreeth1980@gmail.com

1. บทนำ

กระบวนการผลิตมันสำปะหลัง ประกอบด้วย การเตรียมดิน การปลูก การบำรุงรักษา การเก็บเกี่ยว ปัจจุบันพบว่าการนำเครื่องมือจักรกลเกษตรเข้ามาช่วยดำเนินการเนื่องจากปัญหาเรื่องต้นทุนในการจ้างแรงงานในภาคการเกษตรมีแนวโน้มเพิ่มสูงมากขึ้น เกษตรกรที่ทำการปลูกมันสำปะหลังจึงต้องแบกรับภาระเรื่องต้นทุนในกระบวนการผลิตมากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามกระบวนการผลิตมันสำปะหลังยังคงใช้แรงงานคนทำงานเป็นหลักเช่น กระบวนการเก็บเกี่ยวเป็นขั้นตอนที่ใช้แรงงานจำนวนมาก โดยมีค่าเท่ากับ 54.5 เปอร์เซ็นต์ของแรงงานทั้งหมด และยังพบว่า ค่าใช้จ่ายด้านค่าจ้างแรงงานมีมูลค่าถึง 60 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด [5] วิธีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของเกษตรกรไทย

ปัจจุบันเริ่มจากการตัดต้นมันสำปะหลังและขุดมันสำปะหลังด้วยเครื่องขุดมันสำปะหลังที่มีหัวขุดแบบต่างๆ เช่นแบบที่มีเครื่องขุดเพียงอย่างเดียว แบบที่มีเครื่องขุดและระบบลำเลียงเหง้าและแบบมีระบบขุด ลำเลียงและขนย้าย ในเครื่องเดียวกันที่ติดตั้งในรถแทรกเตอร์นั่งขับแบบ 4 ล้อ [1] จากนั้นเมื่อขุดเสร็จจะทำการตัดหัวมันออกจากเหง้าด้วยแรงงานคน ก่อนลำเลียงขึ้นรถบรรทุกเพื่อนำไปส่งยังโรงงานแปรรูปภายในวันเดียวกัน ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลให้กระบวนการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการทั้ง 3 แบบที่กล่าวมานี้คือ ลักษณะทางกายภาพของมันสำปะหลังและพฤติกรรมของเหง้ามันสำปะหลังระหว่างการขุด การขุดโดยเครื่องขุดมันสำปะหลังแบบที่มีการขุดเพียงอย่างเดียว จะได้รับอิทธิพลจากพฤติกรรมของพืชคือลักษณะทางกายภาพของการกระจายหัวมันสำปะหลังในแนวระดับและ

แนวตั้ง เพราะต้องการทำให้หัวมันสำปะหลังขึ้นมาอยู่บนดินพร้อมเหง้า[4] ส่วนแบบมีการขุดและลำเลียงเหง้าจะได้รับอิทธิพลจากพฤติกรรมของหัวมันสำปะหลังหลังการขุด คือ นอกจากลักษณะทางกายภาพของการกระจายหัวมันสำปะหลังแล้ว ยังมีปัจจัยเรื่องขนาดของลำต้นด้วย และอิทธิพลจากการปลูกเช่น เส้นตรงของแถวการปลูก และเมื่อเครื่องขุดมีระบบลำเลียงเหง้าจะพบว่าปัจจัยที่เกี่ยวกับความสูงของการตัดต้นเพื่อการสืบ มุมในการสืบและความเร็วในการสืบเป็นต้น [2] เมื่อทำการวิเคราะห์เครื่องขุดมันสำปะหลังที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทยที่มีระบบลำเลียงเหง้าหลังการขุดทั้งแบบขุดและลำเลียงด้านหน้า แบบขุดและลำเลียงพร้อมขนย้ายด้านหลังทั้ง 3 แบบที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับแบบที่เกษตรกรนิยมใช้ พบว่ามีประสิทธิภาพในการทำงานแตกต่างกันคือ แบบที่มีกระบวนการขุดเพียงอย่างเดียวที่เกษตรกรนิยมใช้ จะใช้เวลาในการทำงานจากการขุดสั้นกว่า ประสิทธิภาพเชิงพื้นที่สูง เนื่องจากอุปกรณ์การทำงานมีน้อยชิ้นและความยาวน้อยรวมถึงไม่จำเป็นต้องใช้ต้นกำลังขนาดใหญ่จึงทำให้ประหยัดเชื้อเพลิงมากกว่า แต่จะเสียเวลาในการตามเก็บมารวมกองเพื่อการตัดเหง้า ส่วนแบบที่มีการขุดและลำเลียงเหง้าจะมีข้อดีคือสามารถนำหัวมันพร้อมเหง้าไปรวมกัน ณ จุด ๆ หนึ่งได้ตามปริมาตรของอุปกรณ์ขนถ่าย [3] แต่เนื่องจากปัจจัยจากอิทธิพลต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น พฤติกรรมของพืชเช่น ลักษณะของการเจริญเติบโตของลำต้น ความสูงที่จะทำให้เครื่องสามารถเก็บได้ทำให้ต้องใช้เวลาในการเตรียมแปลงก่อนการเก็บเกี่ยว

เพิ่มขึ้น กระบวนการขุดและลำเลียง ต้องมีความแม่นยำ ทำให้ต้องใช้ความเร็วในการเก็บเกี่ยวต่ำลง อุปกรณ์ในการทำงานมีความยาวจากตัวรถเครื่องขุด เครื่องลำเลียง อุปกรณ์ในการบรรทุก ทำให้ประสิทธิภาพเชิงพื้นที่ลดลง อัตราสิ้นเปลืองพลังงานเชื้อเพลิงสูงขึ้นจากต้นกำลังที่ใช้และระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวและกำลังงานที่ต้องการใช้จากต้นกำลังทั้งหมด จึงทำให้พบว่ายังมีการนำมาใช้งานจริงได้น้อย โดยทั้ง 2 รูปแบบยังคงต้องใช้แรงงานคนมาทำการคัดแยกหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้าก่อนการลำเลียงขึ้นรถบรรทุก จึงสรุปได้ว่ายังไม่สามารถช่วยลดการใช้แรงงานในกระบวนการดังกล่าวได้อย่างเต็มที่

2. วิธีการศึกษา

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาเรื่องลักษณะทางกายภาพของมันสำปะหลัง การเปลี่ยนแปลงจากการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังเมื่อถึงอายุการเก็บเกี่ยว พฤติกรรมของหัวมันสำปะหลังระหว่างการขุด และการศึกษาข้อมูลการทำงานของเครื่องต้นแบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบที่มีการขุด การขุดและคัดแยกดิน การขุดและลำเลียงเหง้า และแบบขุดลำเลียงเหง้าและมีอุปกรณ์ในการขนย้ายแบบที่มีการพัฒนาขึ้นในประเทศไทย นำมาวิเคราะห์แบบเวนน์ ออยเลอร์ (Euler diagram) กำหนดให้สมาชิกของปัจจัยต่างๆ ที่ได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์กระบวนการทำงานเพื่อใช้เป็นข้อสรุปในการทำการปรับปรุงเทคนิคและกลไกการขุดและลำเลียงเดิม ให้มีคุณสมบัติดีขึ้น

การกำหนดตัวแปรสำคัญ 3 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องขุดหรือเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่พัฒนาในประเทศไทยของสิ่งที่จะต้องให้ความสำคัญมากที่สุดสำหรับเครื่องขุดและเครื่องเก็บเกี่ยวที่เคยพัฒนาขึ้นมา เพราะจะส่งผลต่อความเสียหายจากการทำงานคือ ทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากการขุด

- การเจริญเติบโตของลำต้นและเหง้ามันสำปะหลังเมื่อถึงอายุการเก็บเกี่ยว

การปลูกมันสำปะหลังจะใช้ส่วนของลำต้นตรงการศึกษานี้ประกอบด้วย

- ลักษณะทางกายภาพของมันสำปะหลัง

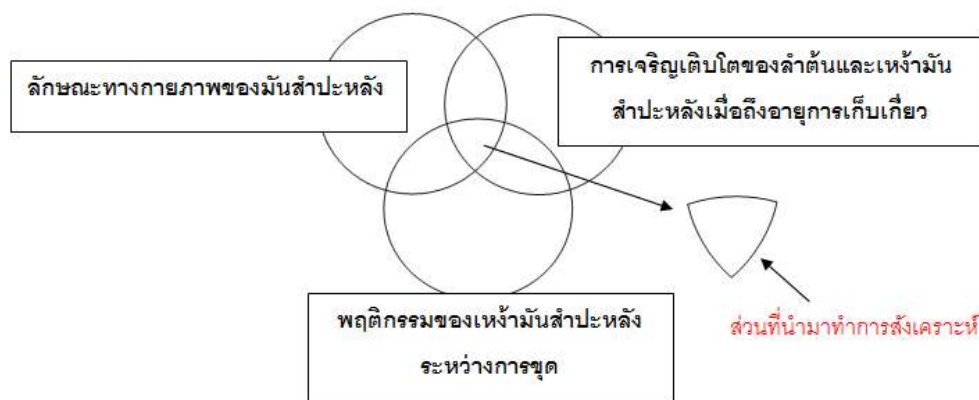
ลักษณะทางกายภาพที่ส่งผลต่ออุปกรณ์การทำงานคือ ระบบการขุด ได้แก่จำนวนหัวมันสำปะหลังต่อเหง้า น้ำหนักรวมของหัวมันสำปะหลังต่อเหง้า และการกระจายของหัวมันสำปะหลังในแนวระดับและแนวตั้ง ซึ่งการกระจายของหัวมันสำปะหลังเป็น ขนาดความยาว 30 เซนติเมตร บักลงในดินเมื่อเวลาผ่านไปถึงอายุการเก็บเกี่ยว ลำต้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้แก่ ขนาดเส้นผ่าน

ศูนย์กลางที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ความสูงหลังการตัดลำต้น ส่วนใหญ่มักเหลือความสูงไว้ไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร การแตกกิ่งหรือการโน้มตัวของลำต้นสมาชิกในเซตนี้ที่ส่งผลต่ออุปกรณ์ลำเลียงหลังการขุดพบว่าการแตกกิ่งมีค่าเท่ากับ 15 เปอร์เซ็นต์ของการปลูก 1 ไร่ โดยจะทำให้เครื่องลำเลียงไม่สามารถลำเลียงผลผลิตจากการขุดได้ (ตารางที่ 1)

- พฤติกรรมของเหง้ามันสำปะหลังระหว่างการขุด

ลักษณะของก้านหรือการแตกกิ่งที่ผิดปกติจะส่งผลต่อการจับหรือคิบลำต้นของอุปกรณ์ลำเลียง เนื่องจากการแตกกิ่งจะทำให้ลำต้นที่ต้องการการจับหรือคิบนั่นไม่อยู่ในแนวปกติ การเคลื่อนที่ของเหง้า และหัวมันสำปะหลังหลังการขุดเมื่อเกิดการแตกออกจากกันของมวลดินจากหัวขุดชนิดต่าง ๆ อาจทำให้มีมุมของลำต้นเกิดการเปลี่ยนแปลง ไม่อยู่ในตำแหน่งที่สามารถลำเลียงได้ ซึ่งจะมีผลต่อเครื่องระบบลำเลียงเหง้าแบบการคิบลำต้น (ตารางที่ 1)

ตอนที่ 1 การกำหนดความสัมพันธ์กันในการวิเคราะห์แบบเวนน์ ออยเลอร์ (Euler diagram)



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ของตัวแปรในการศึกษา

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ทำการศึกษา

ปัจจัยที่ทำการศึกษา	ส่วนที่ต้องปรับปรุงในการวิเคราะห์		
	ระบบการชุด	ระบบลำเลียง	ระบบขนย้าย
ลักษณะทางกายภาพ			
- จำนวนหัวต่อ 1 เหน้	●	○	○
- น้ำหนักเฉลี่ย 1.5-3.0 kg. เมื่อถึงอายุการเก็บเกี่ยว	●	○	○
8-12 เดือน			
- การกระจายของหัวมันสำปะหลัง	●	○	○
ผลของการเจริญเติบโตเมื่อถึงอายุการเก็บเกี่ยว			
- ขนาดของลำต้น	○	●	○
- ความยาวของลำต้น	○	●	○
- จำนวน หรือลักษณะการแตกกิ่ง	○	●	○
พฤติกรรมของเหง้ามันในการเก็บเกี่ยว			
- ตำแหน่งของเหง้ามันหลังการชุด	○	●	○
- ความสูงของลำต้นหลังการตัด	○	●	○

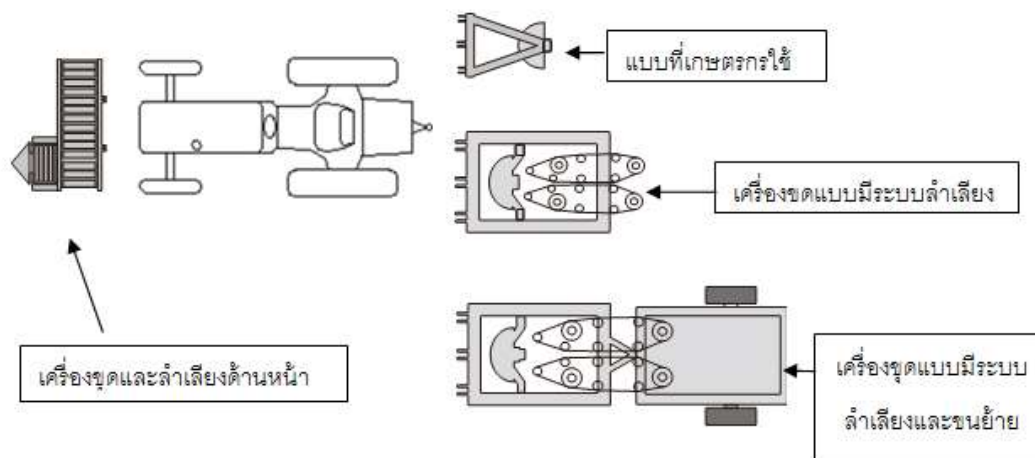
○ ไม่มีผลกระทบ ● มีผลกระทบโดยตรง

ตอนที่ 2 การศึกษาข้อมูลการทำงานของเครื่องต้นแบบการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังต้นแบบที่ใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ แบบที่เกษตรกร นิยมใช้ในปัจจุบัน เครื่องชุดแบบคัดแยกดินที่ติดตั้งด้านหน้า เครื่องชุดแบบมีระบบลำเลียง เครื่องชุดแบบมีระบบลำเลียงและขนย้ายเหง้ามันแบบติดตั้งด้านหลังต้นแบบที่ทำการศึกษาวิจัยขึ้นในเมืองไทย

จากข้อมูลในตารางที่ 2 แสดงให้เห็นได้ชัดว่าเมื่อทำการเพิ่มกระบวนการทำงานในเครื่องชุดมันสำปะหลังเพื่อวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้เกิดเครื่องเก็บเกี่ยวแบบครบวงจรนั้น จำเป็นจะต้องนำปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้น จากลักษณะทางกายภาพของพืช การเจริญเติบโต พฤติกรรมระหว่างการ

เก็บเกี่ยว รวมถึงการเลือกกลไกที่มีประสิทธิภาพในการทำงานให้มีความสอดคล้องกันสิ่งสำคัญยิ่งในการพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเนื่องจากในการศึกษาพัฒนาเครื่องมือต่างๆ นั้นจะต้องใช้ระยะเวลาและต้นทุนในการสร้างสูงมาก นอกจากนี้ยังทำให้สามารถกำหนดรูปแบบหรือทำนายผลที่เกิดขึ้นจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้อย่างใกล้เคียงและช่วยให้ผู้ที่กำลังศึกษาสามารถเข้าใจปัญหาของระบบและแก้ไขได้อย่างตรงจุดมากยิ่งขึ้น หากนำข้อมูลทั้งหมดนี้มาออกแบบสร้างหรือติดตั้งในเครื่องเดียวกัน

จะพบว่าเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังจะมีข้อมูลเชิงทฤษฎีคือ 1. ความสามารถเชิงทฤษฎี



รูปที่ 2 เครื่องชุดมันสำปะหลังต้นแบบที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทย

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่ออุปกรณ์การทำงานในเครื่องเก็บเกี่ยว

ปัญหา	ส่วนที่ต้องทำการปรับปรุงจากการสังเคราะห์		
	ระบบการชุด	ระบบลำเลียง	ระบบขนย้าย
ค่าชี้ผล			
- ผลผลิตทั้งหมด	●	●	○
- เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย	●	●	●
- เปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย	●	●	○
รูปแบบเครื่องชุดที่มีการใช้ในปัจจุบัน			
- แบบเกษตรกรใช้	○	○	○
- แบบติดตั้งด้านหน้ามีระบบแยกดิน	○	●	○
- แบบชุดและลำเลียงด้านหลัง	○	●	○
- แบบชุดลำเลียงและขนย้าย	○	●	●

○ ไม่มีผลกระทบ ● มีผลกระทบโดยตรง

Wd = หน้ากว้างการชุด 0.4 m

Hs = ความเร็วในการเก็บเกี่ยว 0.72 m/s/0.4 m

$$\times 0.72 \text{ m/s} \times \frac{1 \text{ Rai}}{1600 \text{ m}^2} \times \frac{3600 \text{ sec}}{1 \text{ Hr}}$$

$$= 0.6 \text{ Rai/Hr}$$

2. ความสามารถเชิงพื้นที่ (เมื่อไม่คิดการเลี้ยวหัวงาน)

เมื่อการปลูกมันสำปะหลังเป็นแบบยกร่องจำนวนแถวการปลูกเท่ากับ 57 แถว ต่อไร่ความยาวของแถว 40 เมตร

ตารางที่ 3 ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในประเทศไทย

ชนิด เครื่อง	กลไกการ ทำงาน	ต้นกำลัง	ชนิดของระบบ ลำเลียง	ตำแหน่ง ติดตั้ง	ความเร็วในการ เก็บเกี่ยว / ความเร็ว ในการลำเลียง	ความสามารถ เชิงพื้นที่
แบบที่ เกษตรกร ใช้	ผาลชุดแบบ แผ่นเยื้อง ศูนย์	แรงชุดลาก จากรถ แทรกเตอร์	-	ด้านหลัง	(ความเร็วในการเก็บ เกี่ยว) 0.88-1.25 m/s	1.4 ไร่/ชั่วโมง
เครื่องชุด แบบ ด้านหน้า	ผาลชุดแบบ สามเหลี่ยมมี สันกลาง	กำลังงาน จากรถ แทรกเตอร์ และ เครื่องยนต์ อเนกประสงค์	โซ่คืบแบบคู่ติดตั้ง ในแนวนอน	ด้านหน้า	(ความเร็วในการเก็บ เกี่ยว) 0.46 m/s (ความเร็วในการ ลำเลียง) 0.7 m/s	0.74 ไร่/ชั่วโมง
เครื่องชุด แบบ ด้านหลัง	ผาลชุดแบบ ทรง สามเหลี่ยมมี แขนสองข้าง	เพลาอำนาจ กำลัง	โซ่คืบแบบมีแผ่น ยาง และขับเคลื่อนด้วย มอเตอร์ไฮดรอลิก ลิคส์	ด้านหลัง	(ความเร็วในการเก็บ เกี่ยว) 0.17 m/s (ความเร็วในการ ลำเลียง) 0.58 m/s	0.49 ไร่/ชั่วโมง
แบบ ติดตั้ง ด้านหลัง และมี ระบบ ลำเลียง	ผาลชุดแบบ ทรง สามเหลี่ยมมี แขนสองข้าง	เพลาอำนาจ กำลัง	โซ่คืบแบบมีแผ่น ยาง และขับเคลื่อนด้วย มอเตอร์ไฮดรอลิก ลิคส์	ด้านหลัง	(ความเร็วในการเก็บ เกี่ยว) 0.15 m/s (ความเร็วในการ ลำเลียง) 0.50 m/s	0.39 ไร่/ชั่วโมง

$$\text{ดังนั้น } \frac{40 \text{ m}}{55.55 \text{ sec}} = 0.72 \text{ m/s}$$

เมื่อการปลูก 1 ไร่ มี 57 แถว

$$= 55.55 \times 57 = 3166/60$$

$$= 52 \text{ Sec/Rai or 1 Rai/Hr}$$

3. ประสิทธิภาพผลผลิตเชิงทฤษฎี (กรณีนำ
อุปกรณ์ที่มีการออกแบบสร้างมาทำการติดตั้ง
ร่วมกัน)

จากข้อมูลของเครื่องต้นแบบที่พัฒนาพบว่า

เครื่องลำเลียงจะสามารถลำเลียงผลผลิตได้
เฉพาะเหง้าที่ทำการชุดได้ส่วนเปอร์เซ็นต์ความเสีย
หายที่เกิดขึ้น จากการแตกหักออกจากเหง้าเครื่อง
ลำเลียงแบบคืบไม่สามารถลำเลียงได้จึงทำให้
เปอร์เซ็นต์ผลผลิตดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 89.92
เปอร์เซ็นต์ดังนั้นการพัฒนาระบบลำเลียง 2 ส่วน
คือ ส่วนที่ใช้ในการลำเลียงเหง้า และส่วนที่ใช้ใน
การลำเลียงหัวที่เกิดการขาดหักจากการชุด

ตารางที่ 4 แสดงค่าชี้ผลการทดสอบ

ชนิดของเครื่องชุด	ค่าชี้ผลการทดสอบ				
	ผลผลิตดี %	ความสูญเสีย %	ความสูญเสีย %	การลำเลียง %	ความสามารถ ในการทำงาน
แบบที่เกษตรกรใช้	5.5 – 57.7	4.0	2.3 – 5.0	0	1.4
เครื่องชุดแบบด้านหน้า	85.90	4.8	9.2	85.90	0.74
เครื่องชุดแบบด้านหลัง	87.33	3.5	0.88	87.33	0.49
แบบติดตั้งด้านหลัง	96.53	1.94	1.53	88.38	0.39
มีระบบลำเลียงเฉลี่ย	89.92	3.41	3.87	87.20	0.54

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

ผลการศึกษาพบว่า กลไกในระบบลำเลียงจะประกอบด้วย ความเร็วในการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรเท่ากับ 4.5 ก.ม./ชม.เป็นความเร็วในการชุดเพียงอย่างเดียว ส่วนเครื่องมือที่มีการศึกษาและพัฒนาขึ้นนั้นมีความเร็วเฉลี่ย 2.6 ก.ม./ชม. ระบบการลำเลียงเพื่อให้การเก็บเกี่ยวมีความสมบูรณ์ตามค่าชี้ผลของการชุดควรกำหนดให้มีชุดลำเลียง 2 ชุด โดยระบบลำเลียงแบ่งออกเป็นระบบลำเลียงเห้างมีความเร็วเชิงเส้นเท่ากับ 0.50 เมตร/วินาทีขึ้นไป ระบบลำเลียงหัวมันสำปะหลังที่ชุดได้ มีความเร็วเชิงเส้นเท่ากับ 0.75 เมตร/วินาที

4. สรุป

การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องชุดและลำเลียงเห้างมันสำปะหลังและการขนย้ายผลผลิตในประเทศไทยนั้นนั้นมีการศึกษาและพัฒนาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ ค.ศ. 1995-2015 จนถึงในปัจจุบันซึ่งวัตถุประสงค์หลักคือการแก้ปัญหาเรื่องการขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรกรรม รวมถึงการลดความสูญเสียใน

กระบวนการเก็บเกี่ยว โดยพบว่าปัจจัยที่ทำให้เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังยังไม่สามารถใช้งานได้ส่วนหนึ่งมาจากปัจจัยเรื่องลักษณะทางกายภาพของมันสำปะหลัง การเปลี่ยนแปลงจากการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังเมื่อถึงอายุการเก็บเกี่ยว รวมถึงการศึกษากระบวนการลำเลียงเห้างหลังการชุดของเครื่องชุดแบบมีระบบลำเลียงเห้างที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทย ที่ผู้ศึกษานำมาวิเคราะห์ในครั้งนี้ ซึ่งข้อสรุปที่ได้จะมีส่วนในการกำหนดรูปแบบเพื่อการศึกษาและพัฒนาเครื่องมือในอนาคตให้สามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณกลุ่มวิจัยวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ประสาท แสงพันธุ์ตา. การออกแบบและพัฒนาเครื่องชุดและรวบรวมหัวมันสำปะหลัง. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2548.
- [2] พยุงศักดิ์ จุลยุเสน คธา วาทกิจ จรูญศักดิ์ สมพงษ์ และ วีรัชย์ อาจหาญ. การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้า. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 2557; 45 (3/1 พิเศษ) : 353-356.
- [3] วิชา หมั่นทำการ. เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง. (สื่อบนออนไลน์) [เข้าถึงเมื่อ วันที่ 30 กรกฎาคม 2553]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.rdi.ku.ac.th>
- [4] ศุภวัฒน์ ปากเมย. การออกแบบและประเมินเครื่องชุดมันสำปะหลัง. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2540.
- [5] ศักดา อินทวิชัย และคณะ. เครื่องจักรกลเกษตรที่ใช้ในการเพาะปลูกมันสำปะหลัง. บริษัท เจ ฟิล์ม โปรเซส จำกัด ; 2542.

