

การพัฒนาอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุก

Development of Truck-Loading Equipment for Loading Bundle of Sugarcane Stalks

ชัยณรงค์ หล่มช่วงคำ^{1,*}, ชัยยันต์ จันทร์ศิริ² และ ประสิทธิ์ โสภา¹

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมอาหารและชีวภาพ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตขอนแก่น, ในเมือง เมือง ขอนแก่น 40000

² สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ในเมือง เมือง ขอนแก่น 40002
Chainarong Lomchangkum^{1,*}, Chaiyan Junsiri² and Prasit Sopa¹

¹Department of Food and Biological Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University
of Technology Isan Khon Kaen Campus, Nai Mueang, Mueang, Khon Kaen, 40000, Thailand

² Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Nai Mueang, Mueang,
Khon Kaen, 40002, Thailand

*Corresponding Author E-mail: Lomchangkum.C@hotmail.com

Received: May 15, 2023; Revised: Aug 31, 2023; Accepted: Sep 21, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกต้นแบบ มีส่วนประกอบหลัก คือ โครงของเครื่อง ไซ้ลำเลียง ถาดลำเลียง และขับเคลื่อน ทดสอบอัตราเร็วของไซ้ในการลำเลียง 3 ระดับ คือ 12, 14 และ 16 รอบ/นาที่ ผลการทดสอบพบว่าความเร็วรอบของไซ้ลำเลียงที่ 14 รอบ/นาที่ มีความสามารถในการทำงานจริงได้มากที่สุด เนื่องจากเมื่อปรับเพิ่มความเร็วรอบของไซ้ลำเลียงที่ 16 รอบ/นาที่ แรงงานคนที่ทำหน้าที่รับมัดอ้อยอยู่บนรถบรรทุกทำการจัดเรียงมัดอ้อยไม่ทัน ทำให้ความสามารถของระบบลำเลียงลดลง มีความสามารถในการทำงานจริงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.41 ตัน/ชั่วโมง ประสิทธิภาพทางไโรโดยเฉลี่ยเท่ากับ 82.00 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.31 ลิตร/ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการขนมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกตามแบบที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ พบว่ามีความสามารถในการขนมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.10 ตัน/ชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่าระบบการใช้แรงงานคนร่วมกับอุปกรณ์ขนมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุก ถึง 74.51 เปอร์เซ็นต์ โดยมีจุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 455.44 ตัน และ 71 วันทำงาน เมื่อใช้ความเร็วรอบของไซ้ลำเลียง 14 รอบ/นาที่

คำสำคัญ: ลักษณะทางกายภาพ, มัดอ้อย, การลำเลียง, การบรรทุก, อุปกรณ์ลำเลียง

Abstract

The objective of this research is to develop the prototype truck-loading equipment for conveying sugarcane bundles. The main components are the machine frame, conveyor chain, conveyor tray, and a power engine unit. Three levels of chain conveyor speed were tested: 12, 14, and 16 rpm. The test results showed that the speed of the conveyor chain at 14 rpm has the most capacity in actual work because when the speed of the conveyor chain was increased to 16 rpm, the workers who responsible for bundling sugarcane on the truck could not keep up with the conveyor speed. Therefore, the

capacity of the conveying system decreases with an average actual working capacity of 5.41 tons/hr. The average field efficiency was 82.00%, and the average fuel consumption was 0.31 L/hr. Compared to the method of loading sugarcane bundles onto trucks according to the method commonly used by farmers, it was found that the average capacity of loading sugarcane bundles onto trucks was 3.10 tons/hr., which is 74.51% less than the system of using human labour together with equipment to load sugarcane bundles onto trucks. The break-even point and payback period are 455.44 tons and 71 working days when using a conveyor chain speed of 14 rpm.

Keywords: Physical Properties, Sugarcane Bundle, Conveyor, Loading, Equipment

1. บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ทั้งการบริโภคภายในประเทศและเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญสามารถนารายได้เข้าประเทศปีละ 24,000 ล้านบาท ไทยเป็นผู้ผลิตอ้อยเป็นอันดับที่ 4 ของโลก รองจากประเทศอินเดีย และจีน [1] ในปี พ.ศ. 2565/66 ประเทศไทย มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยประมาณ 9.90 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 77.75 ล้านตัน/ปี และผลิต/ไร่เฉลี่ย 7.85 ตัน/ไร่ [2] ซึ่งฤดูกาลเก็บเกี่ยวจะอยู่ระหว่างเดือน ธันวาคม-เมษายน การซื้ออ้อยของโรงงานน้ำตาลในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ซื้อโดยอาศัยน้ำหนักอย่างเดียว เรียกว่าซื้อตามน้ำหนัก กับซื้อโดยอาศัยน้ำหนักและความหวาน เรียกว่า ซื้อตามคุณภาพ การซื้อตามน้ำหนัก วิธีนี้กำหนดราคาตายตัวตามน้ำหนักซึ่งคิดเป็นตัน ส่วนราคาจะเป็นเท่าใดนั้นก็แล้วแต่จะตกลงกันเป็นปี ๆ ไป ระหว่างชาวไร่และโรงงานโดยมีรัฐบาลเป็นตัวกลางหรือเป็นผู้ชี้ขาด วิธีนี้นับว่าสะดวก แต่ไม่เป็นธรรม ตามทฤษฎีการซื้อขายวิธีนี้ไม่ว่าอ้อยจะมีคุณภาพหรือความหวานเท่าใดก็จะต้องได้ราคาเท่ากัน แต่ในทางปฏิบัติชาวไร่มักจะถูกโรงงานบางโรงงานตัดราคาอ้อย ถึงตันละ 10–20 บาท โดยไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอนแต่อย่างใด ปริมาณสิ่งเจือปนในอ้อย นอกจากจะทำให้ปริมาณของน้ำตาลที่มีอยู่ในอ้อยลดลงแล้วค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาผลกระทบจากการนำสิ่งเจือปนที่ติดมากับอ้อยจากไร่เข้าสู่กระบวนการผลิตของโรงงานน้ำตาลพบว่าสิ่งเจือปน เช่น เศษหิน ดินทรายต่างๆปนกับอ้อยเข้าสู่โรงงานก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้นเป็นผลทำให้ต้นทุนในการผลิตน้ำตาลของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากประมาณการค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจาก

ผลกระทบจากการนำสิ่งเจือปนเข้าสู่กระบวนการผลิตของโรงงานน้ำตาล ประมาณการค่าใช้จ่ายในการนำพาสิ่งเจือปนจากไร่มาสู่โรงงานเป็นค่าใช้จ่ายในการนำพาโดยมีปริมาณสิ่งเจือปน 71,452.93 ตัน คิดเป็นค่าใช้จ่าย 15,719,646.80 บาท ประมาณการค่าใช้จ่ายที่สูญเสียที่เกิดจากสิ่งเจือปนที่เข้าสู่กระบวนการผลิตทำให้เกิดการสูญเสียประมาณ 51,463,27.15 บาท [3]

การเก็บเกี่ยวอ้อยของเกษตรกรโดยใช้ทั้งแรงงานคนและใช้รถตัดอ้อยซึ่งมีต้นทุนสูง ดังนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่จะจ้างเหมาแรงงานสำหรับตัดอ้อยเป็นหลัก โดยรวบรวมอ้อยลำมามัดรวมกัน 10 ถึง 15 ลำ/มัด แล้วลำเลียงขึ้นรถบรรทุกเพื่อขนส่งเข้าโรงงาน ซึ่งเจ้าของไร่อ้อยจะต้องจ่ายค่าจ้างแรงงานในการตัดอ้อยไม่รวมค่ารถและค่าขนส่งประมาณมัดละ 2 บาท [3] โดยแรงงานหนึ่งคนสามารถตัดอ้อยได้ประมาณ 150 มัด/วัน (ทำงาน 7 ชั่วโมง/วันพัก 1 ชั่วโมง) การลำเลียงอ้อยขึ้นรถบรรทุกมีอยู่ 2 วิธีหลักๆ คือ ใช้แรงงานคน และรถคิบบอ้อย สำหรับกรณีใช้แรงงานคนต้องจัดเรียงมัดอ้อยให้เป็นระเบียบเพื่อให้สามารถบรรทุกได้มากและรถมีความสมดุลดี อย่างไรก็ตามการใช้แรงงานคนเพียงอย่างเดียวทำให้ความสามารถในการลำเลียงมีเพียง 0.6–0.7 ตัน/คน/วัน และมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดอันตรายในขั้นตอนการขึ้น-ลงบันได ส่วนในการใช้รถคิบบอ้อยนั้นสามารถลำเลียงอ้อยได้เร็ว แม้จะมีค่าใช้จ่ายดำเนินการเพียงหนึ่งในสามของการใช้แรงงาน แต่การจัดเรียงอ้อยบนกระบะจะไม่เป็นระเบียบจึงเสียพื้นที่ในการบรรทุก อีกทั้งเครื่องคิบบอ้อยมีราคาสูงจึงไม่เหมาะกับเกษตรกรรายย่อย [4] จากข้อมูลปริมาณดินที่ปะปนไปกับรถบรรทุกเมื่อใช้รถคิบบอ้อยในการนำอ้อยขึ้นรถบรรทุก พบว่ามีสาเหตุจะมาจาก

เกษตรกรไม่ได้ใส่ใจและให้ความสำคัญกับสิ่งเจือปนที่ปะปนเท่าที่ควรเนื่องจากจะเอาความรวดเร็วในการทำงานเป็นหลัก เนื่องจากคนขับรถอ้อยจะได้ค่าแรงจากเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอ้อยที่ขนส่งเข้าโรงงานคือประมาณ 90 บาท/ตัน (เขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) สำหรับการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ทางโรงงานน้ำตาลได้กำหนดเงื่อนไขของการรับซื้ออ้อยไว้ เช่นเดียวกันคือ อ้อยที่มีสิ่งเจือปนจะถูกหักราคาตันละ 20 บาท จากเหตุผลดังกล่าวหากมีเครื่องมือทุ่นแรงที่ใช้ในการลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกที่มีราคาไม่สูงมากสำหรับใช้ทดแทนขั้นตอนการโยนอ้อยขึ้นรถบรรทุก โดยมีน้ำหนักเบาและง่ายต่อการประกอบใช้งานน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถลดข้อจำกัดของการลำเลียงอ้อยทั้ง 2 วิธีข้างต้น ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้มีแนวทางในการออกพัฒนาด้านแบบอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกโดยมีเป้าหมายในการออกแบบ เพื่อลดน้ำหนักของเครื่อง เพื่อการลำเลียงมัดอ้อยได้สะดวก และติดตั้งกับรถบรรทุกได้โดยง่ายไม่ต้องใช้แรงงานคนติดตั้งจำนวนหลายคน ลดความเหนื่อยยากและประหยัดเวลาในการขนมัดอ้อยขึ้นไต่รถบรรทุก แต่ยังคงประสิทธิภาพการทำงานที่ใกล้เคียงหรือให้ดีกว่าอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ลำเลียงหัวมันสำปะหลังและไม้ยูคาลิปตัสขึ้นรถบรรทุกได้อีกด้วยโดยการเปลี่ยนถาดลำเลียงวัสดุ และยังแก้ไขปัญหาในส่วนที่รถตัดอ้อยอาจเข้าไปไม่ถึงแปลงปลูก ซึ่งคาดว่าจะประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบการเก็บอ้อยของเกษตรกรรายย่อยต่อไป

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 วัสดุในการทดสอบ

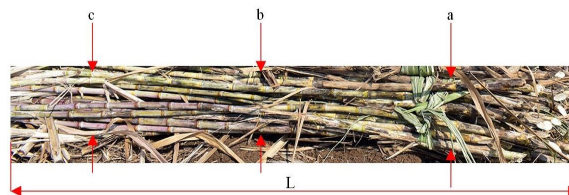
การทดสอบในครั้งนี้โดยใช้อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่ปลูกในพื้นที่ จังหวัดขอนแก่น

2.2 วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของมัดอ้อย แล้วนำข้อมูลที่ได้นำไปออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบรวมทั้งทดสอบและประเมินผลการทำงานของอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกเพื่อให้ได้ข้อมูลของอุปกรณ์ต้นแบบที่ใช้งานจริง ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

2.2.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของมัดอ้อย

การศึกษานี้ประกอบด้วยการวัดความยาวของมัดอ้อย เส้นผ่านศูนย์กลางของมัดอ้อย และน้ำหนักของมัดอ้อย จำนวนตัวอย่างละ 100 มัด โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วทั้งแปลงปลูกแบบกละกันทั้งหมดแล้วนำที่ได้การวัดไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดตามลำดับ โดยใช้วิธีการทดสอบของ Mohsenin [5] ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 วิธีการวัดขนาดมัดอ้อย

เมื่อ L = ความยาวทั้งหมด (เซนติเมตร)

a = เส้นผ่านศูนย์กลางของโคนมัด (เซนติเมตร)

b = เส้นผ่านศูนย์กลางของกลางมัด (เซนติเมตร)

c = เส้นผ่านศูนย์กลางของปลายมัด (เซนติเมตร)

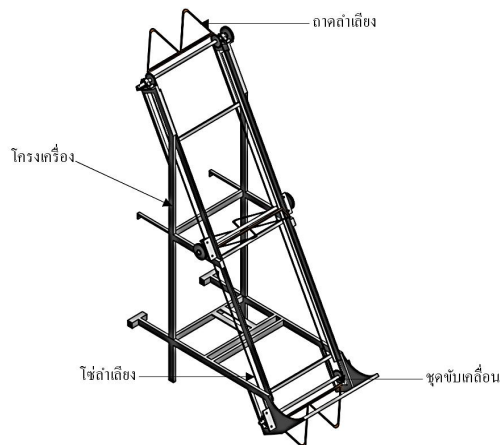
2.2.2 การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุก

การออกแบบตามหลักการออกแบบทางวิศวกรรมของ Shigley and Mischke [6] และ หลักการออกแบบเครื่องจักรกลเกษตรของ Krutz [7] โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนประกอบหลัก คือ 1. โครงของเครื่อง 2. โซ่ลำเลียง 3. ถาดลำเลียง และ 4. ชุดขับเคลื่อน ดังรูปที่ 2 ซึ่งมีรายละเอียดในการออกแบบดังนี้

การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ขนมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกต้นแบบมีข้อกำหนดที่สำคัญดังนี้

1. เป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดกลาง เหมาะสมกับเกษตรกรที่ปลูกอ้อยสำหรับนำไปใช้ในลำเลียงอ้อยขึ้นรถบรรทุกสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก
2. การลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกได้อย่างต่อเนื่อง โดยใช้ถาดที่ยึดติดกับโซ่ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุก
3. กลไกในการทำงานของอุปกรณ์ทำงานง่ายๆ ไม่ซับซ้อนมากเกินไปและปฏิบัติงานสามารถซ่อมแซมด้วยตนเองได้

4. การบำรุงรักษาต่ำ อุปกรณ์ชิ้นส่วนหากชำรุดสามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย
5. ใช้เครื่องยนต์เล็ก ขนาดตั้งแต่ 5.5 แรงม้าขึ้นไป
6. การปฏิบัติงานขณะเดินเครื่องจะใช้ผู้ปฏิบัติงาน 4-5 คน



รูปที่ 2 อุปกรณ์ขนมัตถอ้อยขึ้นรถบรรทุกต้นแบบ
(ภาพประกอบเชิงวิศวกรรม)

2.2.3 การทดสอบและประเมินผลการทำงานของอุปกรณ์ลำเลียงมัตถอ้อยขึ้นรถบรรทุก

การทดสอบในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและประเมินผลการทำงานของอุปกรณ์ขนมัตถอ้อยขึ้นรถบรรทุก เป็นการทดสอบระบบการลำเลียงด้วยแรงงานคนร่วมกับอุปกรณ์ลำเลียงมัตถอ้อยขึ้นรถบรรทุก ซึ่งกำหนดปัจจัยที่ทำการทดสอบแปรค่าของโซ่ในการลำเลียง 3 ระดับ คือ 12, 14 และ 16 รอบ/นาที (ความเร็วเชิงเส้น 0.40, 0.56 และ 0.63 เมตร/วินาที) ตามลำดับ โดยใช้จำนวนคนทำงานป้อนมัตถอ้อยจำนวน 5 คน แบ่งออกเป็น คนป้อนมัตถอ้อย 2 คน เครื่องลำเลียงคิดเป็น 1 คน รวม 3 คน และ อีก 2 คน ทำหน้าที่รับมัตถอ้อยอยู่บนรถบรรทุกและจัดเรียงมัตถอ้อย วิธีการทดสอบจะทำการทดสอบในภาคสนาม โดยใช้มัตถอ้อยที่จัดเรียงไว้ในไร่แบบเป็นแถว เดินในแนวราบ ทดสอบเป็นเวลา 30 นาที จำนวน 3 ซ้ำ จากนั้นทำการบันทึกข้อมูล แล้วนำค่าผลการทดสอบไปคำนวณและประมวลผล ตามดับ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1)–(3) ส่วนการทดสอบวิธีการลำเลียงมัตถอ้อยขึ้นรถบรรทุกโดยใช้แรงงานคนตามแบบที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ เพื่อเปรียบเทียบกับสมรรถนะการใช้อุปกรณ์ลำเลียงมัตถอ้อย

ขึ้นรถบรรทุกที่สร้างขึ้นใหม่ จะดำเนินการทดสอบเป็นเวลา 30 นาที จำนวน 3 ซ้ำเช่นเดียวกัน เพื่อหาความสามารถในการทำงานของระบบ

ค่าชี้ผลการทดสอบ

$$\text{ความสามารถในการทำงานจริง[8]} = \frac{\text{น้ำหนักรวมของมัตถอ้อย (ตัน)}}{\text{เวลาในการทำงานจริง (ชั่วโมง)}} \quad (1)$$

$$\text{อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง[9]} = \frac{\text{ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ไป (ลิตร)}}{\text{เวลาในการทำงานจริง (ชั่วโมง)}} \quad (2)$$

$$\text{ประสิทธิภาพทางไร่[8]} = \frac{\text{ความสามารถในการทำงานจริง (ตัน/ชั่วโมง)} \times 100}{\text{ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (ตัน/ชั่วโมง)}} \quad (3)$$

หลังจากที่ทำการทดสอบแล้วจึงนำค่าที่ได้มาทำการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ จะประเมินค่าใช้จ่ายของระบบลำเลียงมัตถอ้อยทั้งสองระบบเพื่อเปรียบเทียบและคำนวณหาจุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนในกรณีที่ต้องลงทุนซื้ออุปกรณ์ลำเลียงมัตถอ้อยมาใช้ในระบบ โดยคำนวณหาจุดคุ้มทุน ได้จากสมการที่ (4) [10]

กำหนดให้

$$\text{BEPS} = \text{FC} / (\text{SP}_u - \text{VC}_u) \quad (4)$$

เมื่อ

BEP_s = จุดคุ้มทุน

FC = ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาท)

SP_u = ราคาค่าจ้างใช้อุปกรณ์/หน่วย (บาท/ตัน)

VC_u = ค่าใช้จ่ายแปรผันต่อหน่วย (บาท/ตัน)

และระยะเวลาคืนทุนเป็นปี (PBP) ได้จากสมการที่ (5)

$$\text{PBP} = \text{MC} / \text{P} \quad (5)$$

เมื่อ

MC = ค่าใช้จ่ายในการสร้างอุปกรณ์

P = กำไร (บาท) หรือ รายได้ – ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (AC)

3. ผลการทดลอง

3.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของมัดอ้อย

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของมัดอ้อย ได้แก่ การวัดความยาวของมัดอ้อย เส้นผ่านศูนย์กลางของมัดอ้อย และน้ำหนักทั้งหมดของมัดอ้อย พบว่าค่าความยาวของมัดอ้อยมีค่าระหว่าง 178.0–293.0 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของมัดอ้อยที่โคน กลาง และปลาย มีค่าระหว่าง

43.0–64.0, 39.0–59.0 และ 40.0–58.0 เซนติเมตร และน้ำหนักของมัดอ้อยมีค่า 10.6–23.0 กิโลกรัม ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 1 โดยขนาดความยาวของมัดอ้อยและเส้นผ่านศูนย์กลางของมัดอ้อย จะนำไปออกแบบในส่วนความกว้างของโครงสร้างและถาดลำเลียง น้ำหนักของมัดอ้อยจะนำไปออกแบบเลือกขนาดของโซ่ลำเลียง ต่อไป

ตารางที่ 1 ผลการวัดค่าความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง และน้ำหนักของมัดอ้อย โดยเฉลี่ย

ลักษณะทางกายภาพของมัดอ้อย					
คุณสมบัติ	ความยาวของมัดอ้อย (เซนติเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางของมัดอ้อย (เซนติเมตร)			น้ำหนักทั้งหมดของมัดอ้อย (กิโลกรัม)
		โคน (a)	กลาง (b)	ปลาย (c)	
ค่าสูงสุด	293.0	64.0	59.0	58.0	23.0
ค่าต่ำสุด	178.0	43.0	39.0	40.0	10.6
เฉลี่ย	228.1	51.0	48.4	47.4	16.7
SD(±)	23.3	4.07	4.43	4.15	2.66

*หมายเหตุ: ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2 การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้น

รถบรรทุก

ข้อกำหนดในการออกแบบและจากผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของมัดอ้อย จึงได้ออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ของอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกคันแบบ โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนประกอบหลักซึ่งมีรายละเอียดในการออกแบบดังนี้

1) โครงของเครื่อง ใช้ติดตั้งชุดการทำงานของอุปกรณ์ขนมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกทั้งหมด โครงสร้างที่ออกแบบมีขนาด 70 × 170 × 210 เซนติเมตร (กว้าง × ยาว × สูง) และเอียง 45 องศา เพื่อให้แรงงานคนที่ทำหน้าที่รับมัดอ้อยอยู่บนรถบรรทุกทำการรับมัดอ้อยได้ง่าย วัสดุที่ใช้สร้างส่วนใหญ่เป็นเหล็กกล่อง ขนาด 2 นิ้ว ทางวิ่งของโซ่โซ่เหล็กฉากทำเป็นรางสำหรับทางวิ่งถาดลำเลียงขนาดเบา และมีหน้าตัดรูปตัวยูสำหรับถาดลำเลียงขนาดหนัก

2) โซ่ลำเลียง เป็นระบบขนย้ายจึงเลือกใช้โซ่ 2 เส้นเบอร์ 50 ชนิดมีปีก ที่สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 80 กิโลกรัม ดังรูปที่ 3 ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการเชื่อมตะขอกับข้อโซ่และสามารถเปลี่ยนถาดลำเลียงได้ง่ายโซ่ไม่เกิดความเสียหายเพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานมากขึ้น โดยวางแผนโซ่คู่นี้ห่างกันประมาณ 70 เซนติเมตร ความยาวโซ่แต่ละเส้นประมาณ 260 เซนติเมตร



รูปที่ 3 โซ่แบบปีกนก

3) ถาดลำเลียง เป็นวัสดุขนย้ายแบบต่อเนื่องที่มีการเคลื่อนโดยยึดกับตะขอของโซ่ลำเลียงมีทั้งหมด 3 ถาด มีความยาว 70 เซนติเมตร เนื่องจากความยาวของมัดอ้อยประมาณ 178.0–293.0 เซนติเมตร จะอยู่ช่วงระหว่างต้นปลาย

ของมัดอ้อยพอดิ ส่วนถาดวางป้อนที่ยึดติดกับโครง ดังรูปที่ 4(ก) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมัดประมาณ 66.0 เซนติเมตร เนื่องจากเส้นผ่านศูนย์กลางของมัดของมัดอ้อยประมาณ 43.0–64.0 เซนติเมตร โดย 1 รอบสามารถลำเลียงอ้อยได้ 1 มัด/รอบ

4) ชุดขับเคลื่อน ประกอบด้วยเฟืองขับ เครื่องยนต์ ขนาด 5.5 แรงม้า เฟืองขับจะใช้แบบฟันขับเคลื่อนด้วยโซ่ รับกำลังจากเครื่องต้นกำลังขับเคลื่อนด้วยสายพาน



(ก)



(ข)

รูปที่ 4 อุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกคันแบบ (ก)

ภาพด้านหน้า (ข) ภาพด้านข้าง

3.3 ผลการทดสอบและประเมินผลการทำงานของอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุก

ผลการทดสอบและประเมินผลการทำงานของอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุก เป็นการทดสอบระบบการลำเลียงด้วยแรงงานคนร่วมกับอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุก ดังรูปที่ 5 ซึ่งกำหนดปัจจัยที่ทำการทดสอบแปรค่าของโซ่ในการลำเลียง 3 ระดับ คือ 12, 14 และ 16 รอบ/นาทิจ (ความเร็วเชิงเส้น 0.40, 0.56 และ 0.63 เมตร/วินาที)

โดยใช้จำนวนคนทำงานป้อนมัดอ้อย จำนวน 5 คน พบว่าความสามารถในการทำงานโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.62, 5.41 และ 5.20 ตัน/ชั่วโมง ดังรูปที่ 6 โดยความเร็วรอบของโซ่ลำเลียง 16 รอบ/นาทิจ แรงงานคนที่ทำหน้าที่รับมัดอ้อยอยู่บนกระเบรรถบรรทุกทำการรับและจัดเรียงมัดอ้อยไม่ทัน ดังนั้น แรงงานคนป้อนมัดอ้อยด้านล่างจึงต้องชะลอหรือหยุดป้อนมัดอ้อยทำให้ความสามารถของระบบลำเลียงลดลง จึงเลือกใช้ความเร็วรอบของโซ่ลำเลียงที่ 14 รอบ/นาทิจ (ความเร็วเชิงเส้น 0.56 เมตร/วินาที) มีความสามารถในการทำงานจริงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.41 ตัน/ชั่วโมง ประสิทธิภาพทางไร่ โดยเฉลี่ยเท่ากับ 82.00 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.31 ลิตร/ชั่วโมง [4] และรายละเอียดสมรรถนะของอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกทุกแสดงดังตารางที่ 2



(ก)



(ข)

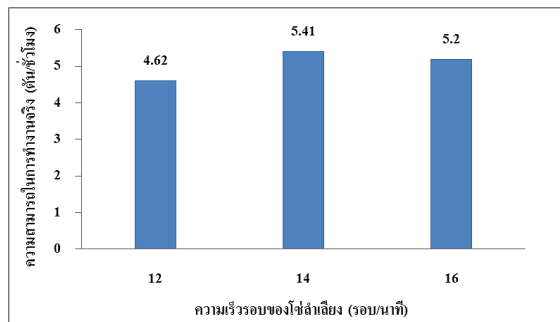
รูปที่ 5 การทดสอบอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้น

รถบรรทุกคันแบบภาคสนาม (ก) การป้อนมัดอ้อยเพื่อขึ้นรถบรรทุก (ข) การขนมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกของอุปกรณ์

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกในภาคสนาม

รายการ	ข้อมูล
จำนวนคนทำงานป้อนมัดอ้อย (คน)	3
จำนวนคนบนรถบรรทุก (คน)	2
เวลาสูญเสียต่างๆ ต่อการขึ้นอ้อยเต็มคันรถ (ชั่วโมง)	0.4
เวลาที่ใช้ทั้งหมดต่อการขึ้นอ้อยเต็มคันรถ (ชั่วโมง)	3.2
จำนวนมัดอ้อยต่อคันรถบรรทุก (มัด)	650
น้ำหนักอ้อยต่อคันรถบรรทุก (ตัน)	10.82
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ชั่วโมง)	0.31
ความสามารถในการทำงานจริง (ตัน/ชั่วโมง)	5.41
ประสิทธิภาพทางไร่ (เปอร์เซ็นต์)	82.0

*หมายเหตุ: เวลาสูญเสียประกอบด้วย เวลาที่ใช้ในการเลี้ยวกลับรถที่หัวแปลง เวลาที่ต้องหยุดทำงานด้วยสาเหตุต่างๆ



รูปที่ 6 กราฟแสดงความสามารถในการทำงานจริงของอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกภาคสนาม

ผลการทดสอบวิธีการลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกโดยใช้แรงงานคนตามแบบที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ เพื่อเปรียบเทียบกับสมรรถนะการใช้อุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกที่สร้างขึ้นใหม่ โดยใช้แรงงานคน 5 คน ดังรูปที่ 7 เท่ากัน พบว่าวิธีการลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกโดยใช้แรงงานคนตามแบบที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ มีความสามารถในการลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.10 ตัน/ชั่วโมง (เฉลี่ย 65 มัด/ชั่วโมง/คน และน้ำหนักมัดอ้อยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 16.70 กิโลกรัม/มัด) เมื่อนำมาทำการเปรียบเทียบ พบว่าค่าความสามารถในการขนมัดอ้อยน้อยกว่าระบบการใช้แรงงานคนร่วมกับอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุก ถึง 74.51 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบวิธีการลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกโดยใช้แรงงานคนตามแบบที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติในภาคสนาม

รายการ	ข้อมูล
จำนวนคนทำงานป้อนมัดอ้อย (คน)	3
จำนวนคนบนรถบรรทุก (คน)	2
เวลาสูญเสียต่างๆ ต่อการขึ้นอ้อยเต็มคันรถ (ชั่วโมง)	0.5
เวลาที่ใช้ทั้งหมดต่อการขึ้นอ้อยเต็มคันรถ (ชั่วโมง)	4.0
จำนวนมัดอ้อยต่อคันรถบรรทุก (มัด)	652
น้ำหนักอ้อยต่อคันรถบรรทุก (ตัน)	10.10
ความสามารถในการทำงานจริง (ตัน/ชั่วโมง)	3.10
ประสิทธิภาพทางไร่ (เปอร์เซ็นต์)	74.5



รูปที่ 7 การลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกโดยใช้แรงงานคนตามแบบที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ

เมื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ โดยค่าใช้จ่ายในการสร้างอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกเท่ากับ 20,000 บาท พบว่าค่าใช้จ่ายของการใช้อุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกร่วมกับแรงงานคนต่ำกว่าการใช้แรงงานคนเพียงอย่างเดียว โดยมีค่าจุดคุ้มทุนในการทำงานและระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 455.44 ตัน และ 71 วันทำงาน เมื่อใช้ความเร็วรอบของโซ่ลำเลียง 14 รอบ/นาที่ เมื่อพิจารณาจากค่าจ้างเหมาระบบการลำเลียงมัดอ้อยด้วยแรงงานคนร่วมกับอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อย เท่ากับ 60 บาท/ตัน ใช้แรงงานคน 5 คน ทำงาน 6 ชั่วโมงทำงาน/วัน ความสามารถของอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยเท่ากับ 5.41 ตัน/ชั่วโมง หรือ 32.46 ตัน/วัน โดยในหนึ่งฤดูกาลเพาะปลูกจะใช้งานในการเก็บเกี่ยว 100 วัน อย่างไรก็ตาม ระบบการใช้แรงงานเพียงอย่างเดียวจะมีความแตกต่างจากระบบที่มีอุปกรณ์ขนมัดอ้อยดังนี้

1. หากใช้แรงงานคน 5 คนเท่ากัน การใช้แรงงานคนจะขนมัดอ้อยได้เท่ากับ 18.5 ตัน/วัน (คำนวณจาก 3.7 ตัน/วัน/คน $\times$ แรงงานคน 5 คน/วัน) น้อยกว่าระบบที่มีอุปกรณ์ขนมัดอ้อยที่ทำได้ 32.46 ตัน/วัน

2. หากต้องการให้ระบบแรงงานคนลำเลียงมัดอ้อยให้เท่ากับระบบแรงงานคนร่วมกับอุปกรณ์ขนมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกจะต้องใช้แรงงานคนประมาณ 9.5 คน/วัน (คำนวณจาก ปริมาณมัดอ้อย 32.46 ตัน/วัน/ ความสามารถในการขนมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุก 3.7 ตัน/วัน/คน)

4. อภิปรายผลและสรุป

จากการพัฒนาอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุก โดยเริ่มจากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของมัดอ้อยจนข้อมูลเบื้องต้นเพื่อนำไปออกแบบอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกต้นแบบ จากนั้นจึงได้ทำการทดสอบและประเมินผลการทำงานของอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุก ซึ่งกำหนดให้ ค่าความสามารถในการทำงานจริงประสิทธิภาพทางไร่ และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นค่าชี้วัดผลการทดสอบ พบว่าอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกที่ความเร็วรอบของโซ่ลำเลียงที่ 14 รอบ/นาที มีความสามารถในการทำงานจริงได้มากที่สุดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.41 ตัน/ชั่วโมง ประสิทธิภาพทางไร่โดยเฉลี่ยเท่ากับ 82.00 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.31 ลิตร/ชั่วโมง เมื่อนำผลการทดสอบวิธีการลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกโดยใช้แรงงานคนตามแบบที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ มาทำการเพื่อเปรียบเทียบกับสมรรถนะการใช้อุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกที่สร้างขึ้นใหม่พบว่า ความสามารถในการขนมัดอ้อยตามแบบที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ น้อยกว่าระบบการใช้แรงงานคนร่วมกับอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุก ถึง 74.51 เปอร์เซ็นต์ โดยมีจุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 455.44 ตัน และ 71 วันทำงาน เมื่อใช้ความเร็วรอบของโซ่ลำเลียง 14 รอบ/นาที

5. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยการพัฒนาอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกได้ทำสำเร็จตามวัตถุประสงค์กล่าวคือ ได้ทำการออกแบบ

และสร้างอุปกรณ์ลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกจนสามารถนำไปใช้งานได้จริง ถ้าหากว่าอุปกรณ์ต้นแบบนี้ที่ได้ออกแบบและสร้างไว้เป็นที่ยอมรับของเกษตรกรและสามารถลดค่าใช้จ่ายและแรงงานคนสำหรับการลำเลียงมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกได้ แนวทางที่จะพัฒนาหรือวิจัยต่อไปคือ เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำไปใช้งานง่ายและสะดวกสำหรับการขนย้ายอุปกรณ์ควรมีการออกแบบชุดอุปกรณ์มัดอ้อยขึ้นรถบรรทุกทุกแบบติดท้ายรถแทรกเตอร์ นอกจากนี้ ยังแก้ไขปัญหาในส่วนที่รถตัดอ้อยอาจเข้าไปไม่ถึงแปลงปลูกได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สัญญาเลขที่ ENG14/66 สำหรับสนับสนุนทุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] *Country fact sheet on food and agriculture policy trends*, FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Feb 2023. [Online]. Available: <https://www.fao.org/3/I8683EN/i8683en.pdf>.
- [2] *Cassava export statistics*, Office of Agricultural Economics, 2023. [Online]. Available: <https://www.oae.go.th>.
- [3] *Website Policy of Ministry for Agricultural and Cooperatives*, Nan Provincial Agriculture and Cooperatives Office, Dec. 28, 2012. [Online]. Available: https://www.opsmoac.go.th/nan-website_policy-website_policy.
- [4] J. Loavanich and S. Yangyuen, "Comparison of sugarcane loading into the truck between labor and elevator cooperated with labor," *Agricultural Science Journal*, vol. 42, no. 3, pp. 366–369, 2011.
- [5] N.N. Mohsenin, "Physical characteristics and mechanical properties," in *Physical Properties of Plant and Animal Materials*, New York, NY, USA:

- Gordon and Breach Science Publishers, 1986, ch. 8, pp. 58–76.
- [6] J. E. Shigley and C. R. Mischke, “Mechanics of Materials,” in *Mechanical Engineering Design*, 5th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Companies, Inc., 1986, ch. 3, pp. 120–147.
- [7] G. Krutz, L. Thomson and P. Claar, “Statistical Tolerance Design,” in *Design of Agricultural Machinery*, New York, NY, USA: John Wiley and Sons Ltd, 1984, ch. 3, pp. 53–72.
- [8] W. Chansrakoo, W. Somnuek, P. taewpeay, A. panphoom, M. Thunhaw and S. Srisawangwong, “Development Soybean Combine Harvester Attached to Small Tractor,” *Thai Agricultural Research Journal*, vol. 39, no. 3, pp. 260–272, 2021.
- [9] C. Lomchangkum, J. Obma and P. Sopa, “The Design and Development of a Radio-Controlled Lawnmower,” *Feat Journal*, vol. 8, no. 1, pp. 12–20, 2022.
- [10] D. Hunt, “Power Performance,” in *Farm Power and Machinery Management*, 10th ed., Ames, IA, USA: Iowa State University Press, 2001, ch. 2, pp. 50–57.