

การประเมินสมรรถนะการทำงานของรถคืบอ้อย

Performance Evaluation of Sugarcane Grab Loader

รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์¹ อิศราภรณ์ เนตรภักดี² จตุรงค์ ลังกาพินธุ์³
Roongruang.k@en.rmutt.ac.th¹, i.nadpakdee@gmail.com², Jaturong.L@en.rmutt.ac.th³

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยเรื่อง การทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานของรถคืบอ้อย มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประเมินผล การทำงานของรถคืบอ้อยและวิเคราะห์ความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยรถคืบอ้อยที่ทดสอบในงานวิจัยนี้ เป็นชนิดติดตั้งบนรถแทรกเตอร์แบบคืบด้านหน้า คืบด้านหลัง และรถคืบอ้อยแบบสามล้อ ค่าชี้ผลการศึกษาได้แก่ ความสามารถในการคืบอ้อย อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เปอร์เซ็นต์สิ่งเจือปนในอ้อย จุดคุ้มทุน และระยะเวลาในการคืนทุน ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการคืบอ้อยเฉลี่ยของรถคืบอ้อยแบบคืบด้านหน้า คืบด้านหลังและแบบสามล้อ มีค่าเท่ากับ 30, 32 และ 39 ตันต่อชั่วโมง ตามลำดับ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถคืบอ้อยแบบคืบด้านหน้า คืบด้านหลังและแบบสามล้อ มีค่าเท่ากับ 14.8, 10 และ 11 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์สิ่งเจือปนที่ติดไปกับอ้อย มีค่าเท่ากับ 4, 3 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่า จุดคุ้มทุนของรถคืบอ้อยแบบคืบหน้า แบบคืบหลัง และแบบสามล้อ มีค่าเท่ากับ 1,959, 2,005 และ 9,425 ตันต่อปี ตามลำดับ ค่าใช้จ่ายในการทำงานของรถคืบอ้อยแบบคืบหน้า แบบคืบหลัง และแบบสามล้อ เท่ากับ 36, 29 และ 32 บาทต่อตัน ตามลำดับ พิจารณาชั่วโมงการทำงานของรถคืบอ้อยที่ 500 ชั่วโมงต่อปี รถคืบอ้อยแบบคืบหน้า คืบหลัง และแบบสามล้อ จะมีระยะเวลาในการคืนทุน เท่ากับ 0.95, 0.91 และ 4.1 ปี ตามลำดับ

คำสำคัญ: สมรรถนะการทำงาน รถคืบอ้อย เปอร์เซ็นต์สิ่งเจือปน

^{1,3} อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

² นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ABSTRACT

Research project entitled performance evaluation of sugarcane grab loader was aimed to study the working capacity and economic analysis of the machine. Three types of sugar cane grab loader were used in this study namely, front end loader, rear end loader and three wheels self-propelled grab loader, respectively. The key performance indicator were working capacity, fuel consumption, percent of the contaminants, break-even point and payback period. Based on the test results the working capacity of the three type of machine was 30, 32 and 39 ton/hr, respectively and the fuel consumption was 14.8, 10 and 11 l/hr, respectively. The percent contaminants was found to be 4, 3 and 3, respectively. The economic analysis showed that the break-even point of the machine was 1959, 2005 and 9425 tons/year, respectively. The operation cost of the machine was 36, 29 and 32 Baht/ton, respectively. Considering the working hour per year of the machine as 500, the payback period of the three type of machine was found to be 0.95, 0.91 and 4.1 year, respectively.

Keywords: working capacity, sugarcane grab loader, percent of contaminants

1. บทนำ

อ้อยโรงงานเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมน้ำตาลเพื่อใช้บริโภคในประเทศและส่งออก เดือนกรกฎาคม ปี 2559 ไทยมีการบริโภคน้ำตาลในประเทศ 2.32 ล้านตัน ส่งออก 4.43 ล้านตัน (มกราคม-กรกฎาคม 2559) [1] มูลค่าการส่งออกน้ำตาลทราย 90,098 ล้านบาท [2] อ้อยโรงงานมีแหล่งเพาะปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือของประเทศไทย ปี 2558/59 มีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 11.01 ล้านไร่ ผลผลิต 100.78 ล้านตัน โดยมีแหล่งเพาะปลูกหลักอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 4.78 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 42.98 ของเนื้อที่เก็บเกี่ยวทั่วประเทศ ผลผลิต 40.27 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 39.96 ของผลผลิตทั่วประเทศ [3] ซึ่งในปัจจุบันมีความต้องการแรงงานในการตัดอ้อยมาก และค่าแรงงานในการขนย้ายจากแปลงขึ้นรถบรรทุก มีราคาสูง ทำให้เกษตรกรนิยมมาใช้รถคืบอ้อยมากขึ้น

การใช้รถคืบอ้อยในประเทศไทยนับว่ามีการใช้งานกันอย่างกว้างขวางเพื่อทดแทนแรงงานคนที่ต้องนำอ้อยจากแปลงขึ้นสู่ รถบรรทุกเข้าสู่โรงงานรถคืบอ้อยที่นิยมใช้ในประเทศแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ รถคืบอ้อยแบบสามล้อ (three wheel self-propelled grab loader) รถคืบอ้อยแบบคืบหน้า (front end loader) และรถคืบอ้อยแบบคืบหลัง (rear end loader) (รูปที่ 1-3) โดยรถคืบอ้อยแบบสามล้อจะทำงานได้สะดวกรวดเร็ว มีความคล่องตัวในการทำงาน รถคืบอ้อยแบบคืบหน้าเป็นรถคืบที่ใช้ติดตั้งเข้ากับรถแทรกเตอร์ที่มีขนาดตั้งแต่ 65 แรงม้าขึ้นไป โดยมีชุดน้ำหนักรถวางไว้ด้านหลังเพื่อให้เกิดความสมดุลขณะคืบอ้อยขึ้นรถบรรทุก รถคืบอ้อยแบบคืบหลังเป็นการดัดแปลงรถแทรกเตอร์เพื่อติดตั้งชุดคืบอ้อย ในขณะที่รถคืบอ้อยพนักงานขับจะหันหน้าไปทางท้ายรถทำให้ทัศนวิสัยในการทำงานดีขึ้น ข้อเสียของการใช้รถคืบอ้อยได้แก่ การปนของวัสดุประเภทดิน ทราย หิน และใบอ้อยติดไปกับอ้อย

โรงงานด้วย ซึ่งถ้าพนักงานควบคุมรถขาดประสบการณ์ในการคีบอ้อย และคนงานตัดอ้อยรวมกองของลำอ้อยน้อยเกินไป (น้อยกว่า 200 ลำต่อกอง) ก็จะทำให้มีดิน หิน ทราย หรือใบอ้อยติดไปเป็นจำนวนมาก ปริมาณดิน หิน หรือทราย ที่ติดไปกับอ้อยเนื่องจากการใช้รถคีบอ้อย ก่อให้เกิดปัญหาใน ขั้นตอนการผลิตน้ำตาลทรายของโรงงานผลิตน้ำตาลทราย ในหลายๆ โรงงานทำให้ต้องสูญเสียเวลาไปกับการซ่อมแซมเครื่องจักร ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อทดสอบและประเมินผลการทำงานของรถคีบอ้อยตลอดจนประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของรถคีบอ้อยที่ผลิตในประเทศไทย



รูปที่ 1 รถคีบอ้อยแบบสามล้อ



รูปที่ 2 รถคีบอ้อยแบบคืบหน้า

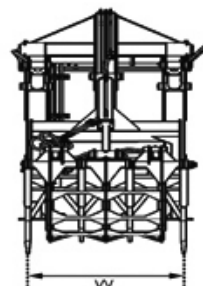


รูปที่ 3 รถคีบอ้อยแบบคืบหลัง

2. อุปกรณ์และวิธีการ

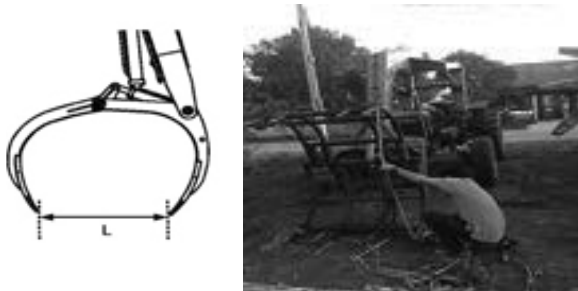
2.1 การวัดขนาดของรถคีบอ้อย

1. วัดส่วนประกอบสำคัญของเครื่องคีบอ้อย (แบบคืบหน้า) การวัดหน้ากว้างของปากคืบ ใช้ตลับเมตรวัดที่วัด ได้ละเอียด ไม่ต่ำกว่า 0.5 เซนติเมตร วัดระยะหน้ากว้างของปากคืบ โดยวัด ระยะจากขอบนอกของซี่คืบด้านซ้ายสุดจนไปถึงขอบนอกซี่คืบด้านขวาสุด ซึ่งตำแหน่งการวัดแสดงดัง รูปที่ 4



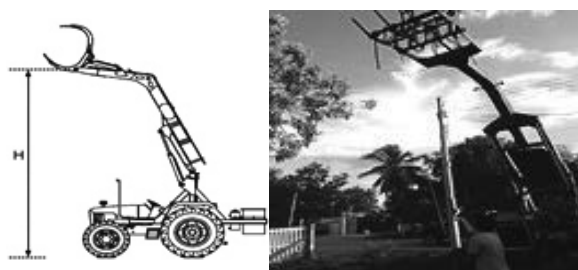
รูปที่ 4 วัดความกว้างของปากคืบ

2. การวัดระยะอ้าของปากคืบ อ้าปากคืบจนได้ระยะกว้างที่สุด ใช้ตลับเมตรที่วัดได้ละเอียด ไม่ต่ำกว่า 0.5 เซนติเมตร วัดระยะอ้าของปากคืบ โดยวัดระยะที่ใกล้ที่สุด ระหว่างปลายซี่ของปากคืบแต่ละข้างบนและล่าง ดังรูปที่ 5



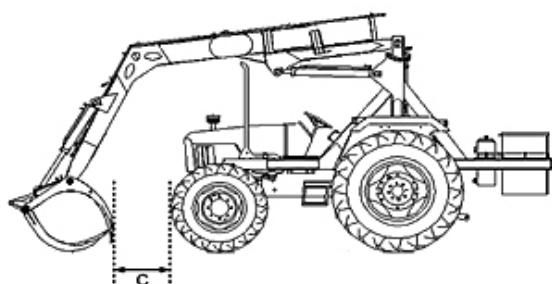
รูปที่ 5 วัดระยะอ้าของปากคืบ

3. การวัดระยะยกของแขนยก จอดเครื่องคืบอ้อยบนพื้นราบ ยกแขนยกจนกระทั่งได้ระยะยกสูงสุด ใช้ตลับเมตรวัดระยะของแขนยก โดยวัดจากจุดหมุนของปากคืบถึงจุดตั้งฉาก พื้นราบ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 วัดระยะของแขนยก

4. การวัดระยะระหว่างปากคืบจนถึงล้อหน้า จอดเครื่องคืบอ้อยบนพื้นราบ ลดระดับแขนยกลงจนกระทั่งได้ระยะยกต่ำสุด ใช้ตลับเมตรวัดระยะยื่นของแขนยก โดยวัดจากส่วนหน้าสุดของรถแทรกเตอร์ถึงจุดหมุนปากคืบ รูปที่ 7



รูปที่ 7 วัดระยะยื่นของแขนยก

2.2 หาความสามารถในการคืบของปากคืบ

นำอ้อยซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2.5 เซนติเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 2.5 เมตร คละกันจัดเรียงให้เป็นกองบนพื้นจำนวน 1 กอง ให้น้ำหนักลำอ้อยรวมทั้งกองไม่น้อยกว่า 500 กิโลกรัม ขับเคลื่อนเครื่องคืบอ้อยตามลักษณะการทำงานจริง คืบลำอ้อยจากกองที่เตรียมไว้ขึ้นซึ่งน้ำหนักลำอ้อยที่คืบได้ โดยใช้เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดไม่ต่ำกว่า 1 กิโลกรัม ปฏิบัติซ้ำจำนวน 20 ครั้ง คำนวณหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักคืบ 20 ครั้ง

2.3 การวิเคราะห์หาสิ่งเจือปนในการคืบอ้อย

นำลำอ้อยซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2.5 เซนติเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 2.5 เมตร คละกันจัดเป็นมัด จำนวน 1 มัด โดยที่น้ำหนักรวมของมัดลำอ้อยไม่น้อยกว่า 500 กิโลกรัม ขับเคลื่อนเครื่องคืบอ้อยตามลักษณะการทำงานจริง คืบอ้อยวางไว้บนผ้าใบทั้งหมด 3 กอง จากนั้นคืบอ้อยทั้ง 3 กองออกจากผ้าใบ ซึ่งน้ำหนักสิ่งเจือปนของแต่ละกอง คำนวณหาค่าเฉลี่ยสิ่งปนเปื้อนของทั้ง 3 กอง เพอร์เซ็นต์ความสะอาดของอ้อย สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1

$$Ps = \frac{Sc}{Sc + In} \times 100 \quad (1)$$

Ps = เพอร์เซ็นต์ความสะอาดของอ้อย (เปอร์เซ็นต์)

Sc = น้ำหนักอ้อยสะอาด (กิโลกรัม)

In = น้ำหนักสิ่งเจือปน เช่น ดิน ทราย เศษใบอ้อย (กิโลกรัม)

2.4 ทดสอบความสามารถในการทำงาน

นำลำอ้อยซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2.5 เซนติเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 2.5 เมตร

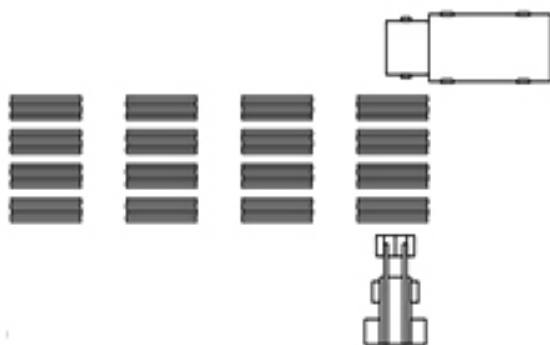
คละกัน จัดเป็นมัดจำนวน 1 มัด โดยที่น้ำหนักรวมของมัดล้าอ้อยไม่น้อยกว่า 500 กิโลกรัมขับเคลื่อนเครื่องคืบอ้อยตามลักษณะการทำงานจริงคืบกองอ้อยขึ้นรถบรรทุกทั้งหมด 4 กอง (รูปที่ 8) พร้อมกับจับเวลาทำซ้ำ จำนวน 3 รอบ คำนวณหาค่าเฉลี่ยในการคืบทั้งหมด 3 รอบ ความสามารถในการคืบ คำนวณได้จากสมการที่ 2

$$F_C = \frac{W}{T_A} \quad (2)$$

F_C = ความสามารถในการทำงาน (กก/ชม)

W = น้ำหนักอ้อยทั้งหมด (กก.)

T_A = เวลาในการทำงาน (ชม.)



รูปที่ 8 การคืบกองอ้อยตามลักษณะการทำงานจริง

2.5 วิเคราะห์ความเหมาะสมในการใช้งานเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

วัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการทำงาน จุดคุ้มทุน และวิเคราะห์หาระยะเวลาในการคืนทุนของรถคืบอ้อย โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

1. ค่าเสื่อมราคา (Depreciation) คำนวณได้จากสมการที่ 3

$$D = \left(\frac{P - S}{L} \right) \quad (3)$$

D = ค่าเสื่อมราคา (บาท/ปี)

P = ราคาเครื่องจักร (บาท)

S = มูลค่าซาก (บาท)

L = อายุการใช้งาน (ปี)

2. ค่าดอกเบี้ย หรือค่าเสียโอกาสในการลงทุน สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4

$$I = \left(\frac{P + S}{2} \right) \times i \quad (4)$$

I = ค่าดอกเบี้ย (บาท/ปี)

i = อัตราดอกเบี้ย (ทศนิยม)

3. ระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องจักร (Pay Back Period) เป็นการพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนใช้เครื่องจักรในเชิงเวลาว่าจะได้รับผลตอบแทนคืนจากการลงทุนเทียบเท่ากับจำนวนเงินที่ลงทุนไปหาได้จากอัตราส่วนระหว่าง ราคาของเครื่องจักร ต่อ กำไรสุทธิเฉลี่ยต่อปีคำนวณได้จากสมการที่ 5

$$PBP = \left(\frac{P}{R} \right) \quad (5)$$

PBP = ระยะเวลาในการคืนทุน (ปี)

P = ราคาเครื่องจักร (บาท)

R = กำไรสุทธิต่อปี (บาท/ปี)

4. จุดคุ้มทุน (Break Even Point) เป็นการคำนวณหาชั่วโมงการทำงานที่เหมาะสมของรถคืบอ้อย ซึ่งจุดคุ้มทุนเป็นจุดที่ค่าใช้จ่ายในการทำงานของรถคืบอ้อยเท่ากับรายได้จากการรับจ้างทำงานของรถคืบอ้อย คำนวณได้จากสมการที่ 6

$$BEP = \left(\frac{F_C}{B - VC} \right) \quad (6)$$

BEP = จุดคุ้มทุน (ชม./ปี)
 F_C = ค่าใช้จ่ายคงที่ (บาท/ ปี)
 B = อัตราการรับจ้าง (บาท/ ชม)
 VC = ค่าใช้จ่ายผันแปร (บาท/ ชม)

3. ผลและการวิจารณ์

3.1 ผลการทดสอบการวัดขนาดของรถคืบอ้อย ดำเนินการทดสอบกับรถคืบอ้อยรุ่น FORD 6610 แบบคืบหน้า โดยทำการวัดระยะหน้ากว้างของปากคืบ (W) ระยะอ้าของปากคืบ (L) ระยะยกของแขนยก (H) ระยะระหว่างปากคืบ จนถึงล้อหน้า (C) แสดงผลใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดของรถคืบอ้อยแบบคืบหน้า

รายการ	ผลการวัดระยะ (m)
ระยะหน้ากว้างของปากคืบ (W)	1.06
ระยะอ้าของปากคืบ (L)	1.5
ระยะยกของแขนยก (H)	5.3
ระยะระหว่างปากคืบจนถึงล้อหน้า (C)	1.35

การออกแบบระยะอ้าของปากคืบ (L) มีความสำคัญมาก การออกแบบระยะอ้าของปากคืบของรถคืบอ้อยที่เหมาะสม ไม่ควรน้อยกว่า 1 เมตร เพื่อให้หน้าหนักของอ้อยในการคืบแต่ละครั้งอยู่ในช่วงระหว่าง 700 – 800 กิโลกรัม เพื่อลดจำนวนครั้งของการคืบอ้อยขึ้นรถบรรทุก ซึ่งจะเป็นการช่วยลดปริมาณสิ่งเจือปนประเภท ดิน หิน และทรายที่จะติดไปกับอ้อยเข้าสู่กระบวนการผลิตในโรงงาน ซึ่งจะทำให้เครื่องจักรในกระบวนการผลิตเกิดการสึกหรอเร็วขึ้น และเป็นการช่วยลดปริมาณการสิ้นเปลือง

น้ำมันเชื้อเพลิงของรถคืบอ้อย ตลอดจนลดปัญหาการอัดแน่นของดิน (soil compaction) ที่เกิดขึ้นในแปลงอ้อยอันเนื่องมาจากจำนวนเที่ยวในการวิ่งของรถคืบอ้อยมากเกินไปจนความจำเป็น การออกแบบระยะยกของแขนยก (H) มีความสำคัญสำหรับการจัดเรียงอ้อยบนรถบรรทุก โดยปกติความสูงของกระบะสับล้อยสำหรับบรรทุกอ้อยประมาณ 3.5 เมตร ดังนั้นควรออกแบบระยะยกของแขนยก (H) ไม่น้อยกว่า 5 เมตร เพื่อความสะดวกในการจัดเรียงอ้อยบนรถสับล้อยซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาในการทำงานของรถคืบอ้อยลงได้

3.2 การทดสอบความสามารถในการคืบของปากคืบ บันทึกค่าน้ำหนักของอ้อยในแต่ละครั้งทำการทดสอบกับรถคืบอ้อยใช้กับรถแทรกเตอร์ FORD 6610 ดำเนินการทดสอบจำนวน 20 ครั้ง มีผลการทดสอบแสดงดัง ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสามารถในการคืบและเวลาในการยกของรถคืบอ้อยแบบคืบหน้า

ข้อมูลต่างๆ	น้ำหนักของการคืบ (kg)	เวลาของการยก (s)
ค่าสูงสุด	810	22.2
ค่าต่ำสุด	643	15.1
ค่าเฉลี่ย	719.2	18.3
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	54.5	2.4

จากตาราง ผลการทดสอบ น้ำหนักยกอ้อยสูงสุดเท่ากับ 810 กิโลกรัม ค่าต่ำสุด 643 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักอ้อยในการ ยก 20 ครั้งมีค่าเท่ากับ 719.2 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 54.5 กิโลกรัม

เวลาในการยกน้อยสุด 15.1 วินาที เวลาเฉลี่ยในการยก 20 ครั้งเท่ากับ 18.3 วินาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.4 วินาที

3.3 การทดสอบความสามารถในการทำงานของรถคืบ อ้อยแบบคืบหน้า

ดำเนินการทดสอบที่ ไร่อ้อยของ เกษตรกรในจังหวัดลพบุรี และจังหวัดราชบุรี โดยมีค่าชี้ผลในการศึกษาได้แก่ ความสามารถในการทำงาน อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และเปอร์เซ็นต์สิ่งเจือปน ผลการทดสอบแสดงใน ตารางที่ 3- 5 และรูปที่ 9-11

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบสมรรถนะการทำงานของรถคืบอ้อยแบบคืบหน้า

รายการ	รายละเอียด
1. พันธุ์อ้อยที่ใช้ทดสอบ	อู่ทอง 10
2. รายละเอียดรถคืบอ้อย	FORD 6610 (คืบหน้าแบบ บวมคู่)
3. น้ำหนักอ้อยในการวิเคราะห์หาสิ่งเจือปนในการทดสอบ (กก.)	2000
4. ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร/ตัน)	0.5
5. ความสามารถในการทำงาน (ตัน/ชม.)	30
6. ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ชม.)	14.8
7. เปอร์เซนต์สิ่งเจือปน (%)	4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบสมรรถนะการทำงานของรถคืบอ้อย (แบบคืบหลัง)

รายการ	รายละเอียด
1. พันธุ์อ้อยที่ใช้ทดสอบ	11 ลำปาง
2. รายละเอียดรถคืบอ้อย	FORD 6610 (คืบหลัง)
3. น้ำหนักอ้อยทั้งหมดในการทดสอบหาสิ่งเจือปน (กก.)	2000
4. ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร/ตัน)	0.31
5. ความสามารถในการทำงาน (ตัน/ชม.)	32
6. ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ชม.)	10
7. เปอร์เซนต์สิ่งเจือปน (%)	3

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบสมรรถนะการทำงานของรถคืบอ้อย (แบบสามล้อ)

รายการ	รายละเอียด
1. พันธุ์อ้อยที่ใช้ทดสอบ	11 ลำปาง
2. รายละเอียดรถคืบอ้อย	แบบสามล้อ
3. น้ำหนักอ้อยทั้งหมดในการทดสอบหาสิ่งเจือปน (กก.)	2000
4. ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร/ตัน)	0.3
5. ความสามารถในการทำงาน (ตัน/ชม.)	39
6. ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ชม.)	11
7. เปอร์เซนต์สิ่งเจือปน (%)	3



รูปที่ 9 การทดสอบการทำงานของรถคืบอ้อย
แบบคืบหน้า



รูปที่ 10 การทดสอบการทำงานของรถคืบอ้อย
แบบคืบหลัง



รูปที่ 11 การทดสอบการทำงานของรถคืบอ้อย
แบบสามล้อ

จากตารางผลการทดสอบความสามารถในการคืบอ้อย เฉลี่ยของรถคืบอ้อยแบบคืบหน้า มีค่าเท่ากับ 30 ตันต่อชั่วโมง ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ 0.5 ลิตรต่อตัน หรือมีค่าเท่ากับ 14.8 ลิตรต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์สิ่งเจือปนเท่ากับ 4 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถในการคืบอ้อยเฉลี่ยของรถคืบอ้อยแบบคืบหลังมีค่าเท่ากับ 32 ตันต่อชั่วโมง ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ 0.31 ลิตรต่อตัน หรือมีค่าเท่ากับ 10 ลิตรต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์สิ่งเจือปนเท่ากับ 3 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถในการคืบอ้อยเฉลี่ยของรถคืบอ้อยแบบสามล้อ มีค่าเท่ากับ 39 ตันต่อชั่วโมง ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ 0.3 ลิตรต่อตัน หรือมีค่าเท่ากับ 11 ลิตรต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์สิ่งเจือปนเท่ากับ 3 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลดังกล่าวพบว่า เปอร์เซ็นต์สิ่งเจือปนได้แก่ เศษดินทราย ใบอ้อย และ เปลือกอ้อย เป็นต้น ถ้าปริมาณสิ่งเจือปนที่ติดไปกับรถบรรทุก ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้โรงงานน้ำตาลต้องจ่ายค่าสิ่งเจือปน ประมาณ 400-500 บาท ต่อหนึ่งคันรถบรรทุก และยิ่งก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับเครื่องจักรในระบบการผลิตของโรงงานอีก ดังนั้นถ้าสามารถลดปริมาณสิ่งเจือปนที่ติดไปกับอ้อยได้ ก็จะสามารถช่วยโรงงานในการลดต้นทุนการผลิต และสามารถเพิ่มราคาในการรับซื้ออ้อยจากเกษตรกรได้ วิธีการจัดการในการช่วยลดปริมาณสิ่งเจือปนที่ติดไปกับอ้อย ได้แก่ เกษตรกรที่ตัดอ้อย เมื่อทำการตัดอ้อยแล้วควรรวมกองอ้อยสำหรับรถคืบอ้อยให้ได้ปริมาณที่เหมาะสมไม่น้อยเกินไป เพราะถ้าจำนวนลำต่อกองอ้อยน้อยเกินไป จะทำให้รถคืบต้องรวบรวมกองอ้อยหลายกองในการขึ้นอ้อยหนึ่งเที่ยว เป็นผลทำให้เพิ่มปริมาณสิ่งเจือปนที่ติดไปกับอ้อยมากขึ้น (จำนวนที่เหมาะสม 200 ลำ

ต่อกองอ้อย) โดยเฉลี่ย รถคืบอ้อย จะทำงานประมาณ วันละ 2 ชั่วโมง ซึ่งสามารถคืบอ้อยได้ประมาณ 60 ตัน ต่อวันสำหรับรถคืบอ้อยแบบคืบหน้า และทำงานได้ 64 ตันต่อวัน สำหรับรถคืบอ้อยแบบคืบหลัง สำหรับรถคืบอ้อยแบบสามล้อ จะสามารถทำงานได้ 78 ตันต่อวัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการทำงานกับแรงงานคนพบว่า แรงงานคนมีความสามารถในการนำอ้อยขึ้นรถบรรทุกอยู่ระหว่าง 0.61-0.72 ตันต่อคนต่อชั่วโมง หรือค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.69 ตัน/ชม. [4] ในขณะที่รถคืบอ้อยแบบคืบหน้า มีความสามารถในการขึ้นอ้อยได้ 30 ตัน/ชม. รถคืบอ้อยแบบคืบหลังมีความสามารถในการขึ้นอ้อย 32 ตัน/ชม. และรถคืบอ้อยแบบสามล้อมีความสามารถในการขึ้นอ้อย 39 ตัน/ชม. ซึ่งจะเห็นได้ว่า รถคืบอ้อยแบบคืบหน้า คืบหลัง และแบบสามล้อ มีความสามารถในการขึ้นอ้อย มากกว่าการใช้แรงงานคน ประมาณ 43, 46 และ 57 เท่าตามลำดับ ดังนั้นการใช้รถคืบอ้อยจึงมีความเหมาะสมและสามารถใช้ทดแทนแรงงานคนได้เป็นอย่างดี ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม [5] พบว่า จุดคุ้มทุนของรถคืบอ้อยแบบคืบหน้า แบบคืบหลัง และแบบสามล้อ มีค่าเท่ากับ 1,959, 2,005 และ 9,425 ตันต่อปี ตามลำดับ ค่าใช้จ่ายในการทำงานของรถคืบอ้อยแบบคืบหน้า แบบคืบหลัง และแบบสามล้อ เท่ากับ 36, 29 และ 32 บาทต่อตัน ตามลำดับ พิจารณาชั่วโมงการทำงานของรถคืบอ้อยที่ 500 ชั่วโมงต่อปี รถคืบอ้อยแบบคืบหน้า คืบหลัง และแบบสามล้อ จะมีระยะเวลาในการคืนทุน เท่ากับ 0.95, 0.91 และ 4.1 ปี รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 6-8 และรูปที่ 12-13

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมการใช้งานเชิงเศรษฐศาสตร์ของรถคืบอ้อยแบบคืบหน้า

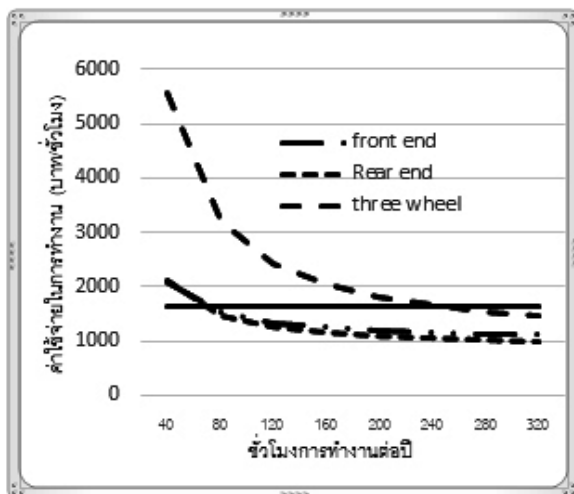
รายละเอียด		เครื่องคืบอ้อย
1. ราคาเครื่องคืบอ้อย (ไม่รวมราคาแทรกเตอร์)	(บาท)	300,000
2. อายุการใช้งาน	(ปี)	10
3. ชั่วโมงการใช้งานต่อปี	(ชั่วโมง/ ปี)	500
4. อัตราดอกเบี้ย 10%	(บาท/ ปี)	16,500
5. มูลค่าซาก (10% ของราคารถ)	(บาท)	30,000
6. ค่าเสื่อมราคา	(บาท/ ปี)	27,000
7. รวมค่าใช้จ่ายคงที่	(บาท/ ปี)	43,500
8. ค่าแรงงานพนักงานขับรถ	(บาท/ ชั่วโมง)	240
9. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	(บาท/ ชั่วโมง)	370
10. ค่าน้ำมันหล่อลื่น 20% Fuel	(บาท/ ชั่วโมง)	74
11. ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	(บาท/ ชั่วโมง)	300
12. รวมค่าใช้จ่ายผันแปร	(บาท/ ชั่วโมง)	984
13. รวมค่าใช้จ่ายในการทำงานของรถคืบอ้อย	(บาท/ ตัน)	36
14. อัตราการรับจ้าง	(บาท/ ชั่วโมง)	1,650
15. จุดคุ้มทุน	(ชั่วโมง/ [ตัน]	65 [1959]
16. ระยะเวลาคืนทุน	(ปี)	0.95

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมการใช้งาน
เชิงเศรษฐศาสตร์ของรถคิบบ้อยแบบคิบบหลัง

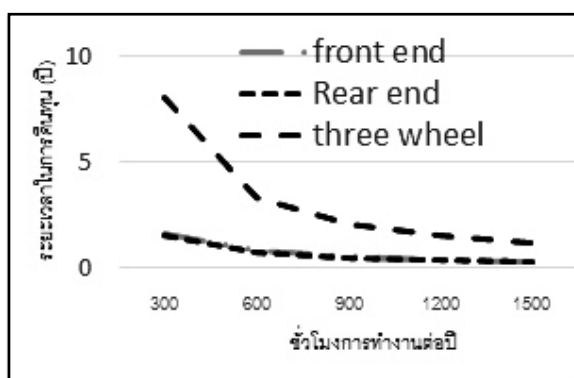
รายละเอียด		เครื่อง คิบบ้อย
1. ราคาเครื่องคิบบ้อย (ไม่รวมราคาแทรกเตอร์)	(บาท)	350,000
2. อายุการใช้งาน	(ปี)	10
3. ชั่วโมงการใช้งานต่อปี	(ชั่วโมง/ ปี)	500
4. อัตราดอกเบี้ย 10%	(บาท/ ปี)	19,250
5. มูลค่าซาก (10% ของราคารถ)	(บาท)	35,000
6. ค่าเสื่อมราคา	(บาท/ ปี)	31,500
7. รวมค่าใช้จ่ายคงที่	(บาท/ ปี)	50,750
8. ค่าแรงงานพนักงาน ขับรถ	(บาท/ ชั่วโมง)	240
9. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	(บาท/ ชั่วโมง)	250
10. ค่าน้ำมันหล่อลื่น 20% Fuel	(บาท/ ชั่วโมง)	50
11. ค่าซ่อมแซมและ บำรุงรักษา	(บาท/ ชั่วโมง)	300
12. รวมค่าใช้จ่าย ผันแปร	(บาท/ ชั่วโมง)	840
13. รวมค่าใช้จ่าย ในการทำงานของ รถคิบบ้อย	(บาท/ ตัน)	29
14. อัตราการรับจ้าง	(บาท/ ชั่วโมง)	1,650
15. จุดคุ้มทุน	(ชั่วโมง) [ตัน]	63 [2005]
16. ระยะเวลาคืนทุน	(ปี)	0.91

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมการใช้งาน
เชิงเศรษฐศาสตร์ของรถคิบบ้อยแบบสามล้อ

รายละเอียด		เครื่อง คิบบ้อย
1. ราคาเครื่องคิบบ้อย	(บาท)	1,300,000
2. อายุการใช้งาน	(ปี)	10
3. ชั่วโมงการใช้งาน ต่อปี	(ชั่วโมง/ ปี)	500
4. อัตราดอกเบี้ย 10%	(บาท/ ปี)	71,500
5. มูลค่าซาก (10% ของราคารถ)	(บาท)	130,000
6. ค่าเสื่อมราคา	(บาท/ ปี)	117,000
7. รวมค่าใช้จ่ายคงที่	(บาท/ ปี)	188,500
8. ค่าแรงงานพนักงาน ขับรถ	(บาท/ ชั่วโมง)	240
9. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	(บาท/ ชั่วโมง)	275
10. ค่าน้ำมันหล่อลื่น 20% Fuel	(บาท/ ชั่วโมง)	55
11. ค่าซ่อมแซมและ บำรุงรักษา	(บาท/ ชั่วโมง)	300
12. รวมค่าใช้จ่าย ผันแปร	(บาท/ ชั่วโมง)	870
13. รวมค่าใช้จ่าย ในการทำงานของ รถคิบบ้อย	(บาท/ ตัน)	32
14. อัตราการรับจ้าง	(บาท/ ชั่วโมง)	1,650
15. จุดคุ้มทุน	(ชั่วโมง) [ตัน]	242 [9425]
16. ระยะเวลาคืนทุน	(ปี)	4.1



รูปที่ 12 ค่าใช้จ่ายในการทำงานของรถคิบอ้อย



รูปที่ 13 ระยะเวลาในการคืนทุนของรถคิบอ้อย

ระยะเวลาในการคืนทุนของรถคิบอ้อยสามารถลดเวลาในการคืนทุนได้ ถ้ารถคิบอ้อยสามารถทำงานได้ 900 ชั่วโมงต่อปี ดังนั้นระยะเวลาในการคืนทุนของรถคิบอ้อยทั้ง 3 รุ่น เท่ากับ 0.51, 0.49 และ 2.06 ปี ตามลำดับ และถ้ารถคิบอ้อยสามารถทำงานได้ 1500 ชั่วโมงต่อปี ระยะเวลาในการคืนทุนของรถคิบอ้อยทั้ง 3 รุ่น ได้แก่ รถคิบอ้อยแบบคิบหน้า แบบคิบหลัง และแบบสามล้อ จะลดลงเหลือ 0.31, 0.29 และ 1.18 ปี ตามลำดับ

4. สรุป

ผลการศึกษาสมรรถนะประสิทธิภาพของคิบเครื่องอ้อย พบว่าความสามารถในการคิบอ้อยของรถคิบแบบคิบหน้า มีค่าเท่ากับ 30 ตันต่อชั่วโมง อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 0.5 ลิตรต่อตัน หรือมีค่าเท่ากับ 14.8 ลิตรต่อชั่วโมง เพอร์เซ็นต์สิ่งเจือปนทั้งหมดเท่ากับ 4 เพอร์เซ็นต์ ความสามารถในการคิบอ้อยเฉลี่ยของรถคิบอ้อยแบบคิบหลัง มีค่าเท่ากับ 32 ตันต่อชั่วโมง ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ 0.31 ลิตรต่อตัน หรือมีค่าเท่ากับ 10 ลิตรต่อชั่วโมง เพอร์เซ็นต์สิ่งเจือปนเท่ากับ 3 เพอร์เซ็นต์ ความสามารถในการคิบอ้อยเฉลี่ยของรถคิบอ้อยแบบสามล้อ มีค่าเท่ากับ 39 ตันต่อชั่วโมง ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ 0.3 ลิตรต่อตัน หรือมีค่าเท่ากับ 11 ลิตรต่อชั่วโมง เพอร์เซ็นต์สิ่งเจือปนเท่ากับ 3 เพอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมพบว่า จุดคุ้มทุนของรถคิบอ้อยแบบคิบหน้า แบบคิบหลัง และแบบสามล้อ มีค่าเท่ากับ 1,959, 2,005 และ 9,425 ตันต่อปี ตามลำดับ ค่าใช้จ่ายในการทำงานของรถคิบอ้อยแบบคิบหน้า แบบคิบหลัง และแบบสามล้อ เท่ากับ 36, 29 และ 26 บาทต่อตันตามลำดับ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของรถคิบอ้อยและเจ้าของไร่อ้อย ในการเอื้อเฟื้อรถคิบอ้อยและสถานที่ในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย เรื่อง สรุปสถานการณ์การผลิต การบริโภค การส่งออกน้ำตาลทราย ประจำเดือน กรกฎาคม 2559. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.ocsb.go.th/th/cms/detail.php>
- [2] ศูนย์วิจัยเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร เรื่อง อุตสาหกรรมอาหารไทย ปี 2558 และ แนวโน้มปี 2559. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://fic.nfi.or.th/foodindustry_quarterlySituation
- [3] สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย เรื่อง รายงานพื้นที่ปลูกอ้อยปีการผลิต 2558/59. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.ocsb.go.th/upload/OCSBActivity/fileupload/8071-2689.pdf>
- [4] พูลประเสริฐ ปิยะอนันต์ , บพิตร ตั้งวงศ์กิจ และ นิติ สายจันทร์. 2538. การศึกษาเปรียบเทียบการเก็บเกี่ยวอ้อย ด้วย แรงงานคนและเครื่องจักร ในจังหวัด กำแพงเพชร, ภาควิชาเกษตรกลวิธาน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม ; [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://kucon.lib.ku.ac.th>
- [5] Hunt, D. 2001. Farm Power and Machinery Management. (10th Edition). Ames, Iowa, USA: Iowa State University Press.