การออกแบบและพัฒนาเครื่องสับยอดอ้อยและข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนม

Design and development of sugarcane and corn cutting machine dairy cow

ณัฐดนย์ พรรณุเจริญวงษ์[*,1], สุกัญญา ทองโยธี[*,1], กำภู พรมโสดา[2], เชิดพงษ์ โภคา[2] และ วรชัย ทองสุทธิ์[2]

[1]อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น 40000
[2]นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น 40000
[*]ผู้ติดต่อ: tsubasa_ice1@hotmail.com, (043)230200-1 ต่อ 2295, (043)237483

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของยอดอ้อยกับต้นข้าวโพดและการทดสอบเครื่องสับยอดอ้อยเพื่อนำมาวิเคราะห์การออกแบบและพัฒนาเครื่องสับยอดอ้อยกับต้นข้าวโพด ตลอดจนทดสอบและประเมินผลเครื่องสับยอดอ้อยกับต้นข้าวโพด

จากผลการทดสอบและประเมินผลความเร็วรอบเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนมที่ความเร็วรอบการสับในระดับต่างๆ และปริมาณการป้อนทั้ง 3 ระดับ พบว่าความเร็วรอบที่เหมาะสมที่ 700 รอบต่อนาที ตัวอย่างการป้อนยอดอ้อยและการป้อนต้นข้าวโพดที่ 3 กิโลกรัม มีความยาวการสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเฉลี่ยเท่ากับ 2.5 เซนติเมตร ความสามารถการสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเท่ากับ 607.10 และ 685.59 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์สูญเสียยอดอ้อยและต้นข้าวโพด 5.0 และ 5.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ประสิทธิภาพการสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพด 95 และ 94.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการประเมินเครื่องสับยอดอ้อยต้นแบบพบว่าความสามารถในการทำงาน 383.84 กิโลกรัม-ต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์สูญเสีย 8 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการทำงาน 80 เปอร์เซ็นต์.

คำหลัก: อ้อย, กลไกการป้อน, เครื่องสับยอดอ้อย

Abstract

The purposes of this study were to 1) investigate the physical properties of the sugarcane shoot tip and corn, 2) test the sugarcane shoot tip and corn chopper in order to bring all information into analysis for the design and development of a chopper, and 3) test and evaluate the machine for performance efficiency.

Testing and evaluation of the chopper at three different speeds and feedings showed that the right speed of use is at 700 revolutions per minute. The sample feedings of three kilograms of sugarcane shoot tip and corn provided an average size of 2.5 centimeters for both types of plant. The capability in chopping is 607.10 kilograms per hour for the sugarcane shoot tip and is 685.59 kilograms per hour for the corn. The percentages of loss for sugarcane shoot tip and corn are 5.0 and 5.7 percents respectively. The chopping performance for sugarcane shoot tip and corn are 95 and 94.3 percent respectively. An evaluation of a conventional chopper revealed that its capability in chopping is at 383.84 kilograms per hour with the percentage of loss of 8 percent and 80 percent.

Keyword: sugarcane, feeding mechanism, sugarcane cutting machine

1. บทนำ

ในปัจจุบันยอดอ้อยและต้นข้าวโพดที่เก็บมาจากไร่และนำมาให้โคนมกินนั้น โคนมจะเลือกกินแต่ส่วนใบและส่วนปลายของลำต้นอ่อน ซึ่งในส่วนโคนยอดอ้อยและต้นข้าวโพดที่มีลักษณะแข็งยังคงเหลืออยู่จำนวนมาก ทำให้เกิดการสูญเสียไปในส่วนของยอดอ้อยที่จะนำมาสับด้วยเครื่องสับยอดอ้อย ซึ่งสามารถสับยอดอ้อยได้ในปริมาณมาก แต่ขนาดของยอดอ้อยหลังการสับด้วยเครื่องไม่ได้ขนาดตามที่เกษตรกรต้องการซึ่งจะมีความยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร มีขนาดยาวเกินไปโดยที่ขนาดมาตรฐานที่โคนมสามารถย่อยได้ดี คือ 2-3 เซนติเมตร ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของเกษตรกรและเครื่องสับยอดอ้อยที่มีอยู่มีอัตราการป้อนไม่ต่อเนื่องเกิดการติดๆขัดๆในชุดลูกหีบขณะป้อน โดยทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่ดีเท่าที่ควรและยังสับยอดอ้อยได้เพียงชนิดเดียว จึงนิยมใช้แรงงานคนในการสับซึ่งสามารถสับยอดอ้อยได้ตามขนาดที่เกษตรกรต้องการ แต่จะใช้เวลานานในการสับ ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวข้างต้นจึงมีแนวความคิดในการออกแบบพัฒนาเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนมเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพความสามารถของเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนมให้สูงขึ้นและลดต้นทุนในการผลิต โดยจะศึกษาชุดลูกกลิ้งในชุดการป้อนของเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนมให้มีการป้อนที่ต่อเนื่อง ศึกษาชุดใบมีดสับและความเร็วรอบที่เหมาะสมในการป้อน

ปัจจุบันได้มีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษาเรื่องเครื่องสับเพื่อนำมาใช้ในการเกษตรและการแปรรูปวัตถุดิบ อาทิเช่น ในปี พ.ศ. 2551 เฉลิมพลและคณะ.[1] ได้ทำการศึกษาเครื่องสับยอดอ้อยเพื่อเป็นอาหารโคนม เป็นการสับยอดอ้อยเพื่อลดขนาดยอดอ้อยเพื่อเป็นส่วนผสมอาหารหยาบ โดยมีชุดป้อนสองลูกหมุนเข้าหากันที่ความเร็วรอบต่างกันบีบป้อนยอดอ้อยมีการส่งกำลังด้วยชุดสายพานเครื่องสับนี้สับได้เพียงยอดอ้อยชนิดเดียว จึงไม่สามารถทำงานได้ตลอดปีจากผลการทดสอบความเร็วรอบของเครื่องสับยอดอ้อย จะเห็นได้ว่าขนาดของยอดอ้อยหลังการสับตามที่คณะผู้จัดทำได้ออกแบบไว้เท่ากับ 4.7 เซนติเมตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบความเร็วรอบของเครื่องสับยอดอ้อยที่ใช้เป็นเครื่องยนต์ต้นกำลัง คือ 500, 700 และ 1,000 รอบต่อนาที มีขนาดเท่ากับ 7.50, 4.60 และ 3.30 เซนติเมตร ตามลำดับ จึงได้เลือกความเร็วรอบที่เหมาะสม คือ 700 รอบต่อนาที เพราะสามารถสับยอดอ้อยได้ขนาด 4-5 เซนติเมตร มีความสามารถในการทำงานเท่ากับ 383.84 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์สูญเสียเท่ากับ 8 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาในปีเดียวกันนั้น อภิชาติและคณะ(2551).[2] ได้ ทำการศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องสับไม้ขนาดเล็กเพื่อผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลในระดับชุมชน โดยได้ออกแบบให้เครื่องสับไม้มีสมรรถนะกำลังการผลิตเฉลี่ย 8.8 ตัน/ชั่วโมง โดยใช้มอเตอร์ขนาด 30 แรงม้า ใช้ล้อหมุนสับไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร หนา 10 เซนติเมตร ความเร็วรอบในการสับ 900 รอบต่อนาที จำนวนใบมีด 6 ใบ ขนาดใบมีด กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร หนา 2 เซนติเมตร เพลาขับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 เซนติเมตร ขนาดพูเลย์ขับเส้นผ่านศูนย์กลาง 35.5 เซนติเมตร จำนวนสายพาน 4 เส้นแบบวีชนิดบีจากนั้นได้สร้างและทดสอบเครื่องสับไม้กับไม้โตเร็วจำนวน 2 ชนิดคอไม้กระถินและไม้มะม่วง และได้ทำการศึกษาสมรรถนะกำลังการผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องสับไม้จากการทดสอบพบว่าไม้กระถินและไม้มะม่วงมีสมรรถนะการผลิตเฉลี่ย 5.36 และ6.19 ตัน/ชั่วโมง ตามลำดับ และมีการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 20.34 kW โดยเครื่องสับสามารถสับไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุดได้ 6 นิ้ว ความยาวของไม้ 70 เซนติเมตร และมีระยะเวลาคืนทุน 3 เดือน และในปี พ.ศ. 2553 ศิราวุธ และคณะ.[3] ได้ทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องสับย่อยใบอ้อยและวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวล โดยได้ออกแบบให้เครื่องสับย่อย มีลักษณะการสับ

ย่อยแบบใบมีดหมุนสับ จำนวน 15 ใบปลายใบมีดมีลักษณะโค้งงอ มีความเร็วรอบในการสับ 2,416 รอบต่อนาที มีต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2แรงม้า วัสดุที่ใช้ในการทดสอบได้แก่ ใบอ้อย ใบไม้ ฟางข้าว และเปลือกไม้ยูคาลิปตัส โดยได้ทำการศึกษาสมรรถนะการทำงานและการใช้พลังงานไฟฟ้า รวมถึงการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต จากการทดสอบพบว่า ใบอ้อย ใบไม้ ฟางข้าว และเปลือกไม้ยูคาลิปตัสมีสมรรถนะการผลิตเฉลี่ย 52.72, 69.90, 49.65 และ 88.34 kg/hr ตามลำดับ โดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.017, 0.007, 0.072 และ 0.005 kWh/kg ตามลำดับ

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

2.1 เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นเป็นอาหารโคนม

2.2 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนม

2.3 เพื่อทดสอบและประเมินผลเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนม

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 การคำนวณเพลาส่งกำลังของชุดใบมีดของโมเมนต์บิดที่เกิดขึ้น ความเค้นเฉือนของใบมีดสับสามารถคำนวณได้จากสมการของ [4]

$$T = \frac{\tau \cdot J}{R} \qquad (1)$$

$$J = \frac{\pi d^4}{32} \qquad (2)$$

$$\tau = \frac{GR\theta}{L} = \frac{16TR}{J} \qquad (3)$$

เมื่อ T = แรงบิดของเพลาใบมีดสับ (นิวตัน.เมตร)
J = โมเมนต์แรงเฉือนของพื้นที่ (เมตร^4)
R = รัศมี (เมตร)
G = โมดูลัสของเหล็ก (นิวตันต่อตารางเมตร)
L = ความยาวของเหล็ก (เมตร)
τ = ความเค้นเฉือน (เมกะนิวตันต่อตาราง)
θ = มุมเฉือน (องศา)

3.2 การคำนวณความสามารถในการทำงานจริง

การคำนวณความสามารถในการทำงานจริงเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนม สามารถคำนวณหาได้จากน้ำหนักยอดอ้อยหลังการสับต่อเวลาที่ใช้ในสับ (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) [4]

$$\text{ความสามารถในการทำงาน} = \frac{\text{น้ำหนักหลังการสับ}}{\text{เวลาที่ใช้ในการสับ}} \times 100 \qquad (4)$$

3.3 การคำนวณประสิทธิภาพในการทำงาน

การคำนวณประสิทธิภาพในการทำงาน คือ น้ำหนักยอดอ้อยหรือต้นข้าวโพดหลังการสับต่อน้ำหนักก่อนการสับ (เปอร์เซ็นต์) [4]

$$\text{ประสิทธิภาพการทำงาน} = \frac{\text{น้ำหนักหลังการสับ}}{\text{น้ำหนักก่อนสับ}} \times 100 \qquad (5)$$

3.4 การคำนวณค่าใช้จ่าย

1. การคำนวณค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight-Line Method)

การคิดค่าเสื่อมราคาด้วยวิธีเส้นตรงนี้เป็นวิธีการคิดค่าเสื่อมราคาแบบง่ายที่สุดโดยค่าเสื่อมราคาต่อปีที่ได้จะมีค่าคงที่วิธีเส้นตรงนี้เป็นวิธีใช้กันมากที่สุด สำหรับการคิดค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักรกลเกษตร สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$D = \frac{(P - S)}{N} \qquad (6)$$

เมื่อ

D = ค่าเสื่อมราคา (บาทต่อปี)
P = ราคาแรกซื้อ (บาท)
S = มูลค่าซาก (บาท)
N = อายุการใช้งาน (ปี)

2. การคำนวณดอกเบี้ยในการลงทุน

ดอกเบี้ยในการลงทุนซื้อเครื่องจักรกลเกษตรมักคิดรวมอยู่ในค่าดำเนินการ ทั้งนี้เพราะการนำเงินไปซื้อเครื่องจักรกลเกษตรไม่สามารถที่จะนำไปใช้ในกิจการอื่นได้ เงินทุนที่ใช้สำหรับปีแรกจะมีค่ามากกว่าปีถัดไป เพราะมีการหักค่าเสื่อมราคาทุกปีเพื่อความสะดวกอาจคิดค่าดอกเบี้ยในการลงทุนมีค่าคงที่ตลอดอายุการใช้งานของเครื่องจักรกลเกษตร เมื่อใช้วิธีเส้นตรงในการคำนวณค่าเสื่อมราคา เงินลงทุนเฉลี่ยในแต่ละปีเท่ากับครึ่งหนึ่งของผลรวมระหว่างราคาแรกซื้อและราคาเมื่อหมดอายุการใช้งานดอกเบี้ยในการลงทุนแต่ละปีสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$I = \left[\frac{(P+S)}{2}\right] \times \left(\frac{R}{10}\right) \qquad (7)$$

เมื่อ

I = ดอกเบี้ย (บาทต่อปี)

P = ราคาแรกซื้อ (บาท)

S = มูลค่าซาก (บาท)

R = อัตราดอกเบี้ย (เปอร์เซ็นต์ต่อปี)

4. อุปกรณ์ เครื่องมือ

ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อที่จะทดสอบหาความสารถและประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนมเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประเมินผล ซึ่งมีเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดดังนี้

1. เครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพด
2. ยอดอ้อยและต้นข้าวโพด
3. เครื่องวัดความเร็วรอบ
4. ตราชั่ง
5. ตลับเมตร
6. นาฬิกาจับเวลา

5. ศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนม

ในการออกแบบและสร้างเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนม ได้พิจารณาจากคุณสมบัติทางกายภาพยอดอ้อยและต้นข้าวโพด โดยได้ศึกษาหลักการทำงานจากเครื่องสับยอดอ้อยต้นแบบและเครื่องสับทั่วไปใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณออกแบบชุดใบมีดสับ ชุดโครงสร้าง ลูกกลิ้งป้อน ชุดส่งกำลัง รางป้อนยอดอ้อยและต้นข้าวโพด ฝาครอบใบมีด และช่องทางออกยอดอ้อยและต้นข้าวโพด โดยมีเกณฑ์การออกแบบ

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างเครื่องสับยอดอ้อยและข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนม ซึ่งแบ่งการออกแบบได้ 7 ส่วน ดังภาพที่ 1 และมีรายละเอียดดังนี้

ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพด

1. ชุดโครงสร้างเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพด
2. ชุดใบมีดสับ
3. ฝาครอบเฟืองส่งกำลัง
4. ชุดส่งกำลัง
5. รางป้อนยอดอ้อยและต้นข้าวโพด
6. ฝาครอบใบมีดสับ
7. ช่องทางออกยอดอ้อยและต้นข้าวโพด

โดยหลักการทำงานชุดลูกหีบดึงยอดอ้อยมีลูกกลิ้งสองลูกหมุนเข้าหากัน มีความเร็วที่แตกต่างกัน ลูกกลิ้งด้านล่างมีลักษณะผิวเรียบเพื่อความคล่องตัวในการไหลของยอดอ้อย และลูกบนมีลักษณะเป็นฟันดาวใช้เพื่อเป็นตัวขับส่งกำลังเพิ่มแรงฉุดเพื่อดึงหนีบยอดอ้อยไม่ให้เกิดการติดของยอดอ้อย และลูกกลิ้งสามารถขยับขึ้นลงได้ตามจำนวนยอดอ้อยที่ป้อนเข้าไปเพื่อเพิ่มจำนวนการป้อนให้มีปริมาณมากและไม่ให้ยอดอ้อยอุดตันและเกิดติดในชุดลูกหนีบ

ชุดใบมีดสับใช้หลักการทำงานชุดใบมีดหมุนวนสองใบมีดสับ มีมุมใบมีดสับยอดอ้อยที่ 15 องศา ซึ่งสามารถสับยอดอ้อยขาดได้ดีและมีขนาด 2-3 เซนติเมตร ซึ่งสัมพันธ์กับความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้ง มีอัตราส่วนความเร็ว 4 : 1 รอบ ส่งกำลังด้วยสายพานร่อง B

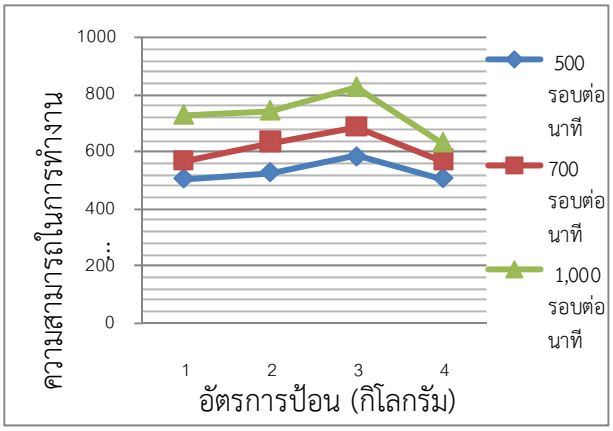
วิธีการทดสอบเพื่อหาอัตราการป้อนและความเร็วรอบเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนม การทดสอบหาความเร็วรอบชุดใบมีดสับที่เหมาะสมของเครื่องสับยอดอ้อยทดสอบประเมินผลโดยใช้ความเร็วรอบของชุดใบมีดสับกำลังเป็นเกณฑ์ในการทดสอบเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดที่ได้จากการออกแบบและพัฒนาที่ความเร็วรอบ 500, 700 และ 1,000 รอบต่อนาที เพื่อประเมินผลความสามารถในการสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดให้ได้ขนาดของยอดอ้อยและต้นข้าวโพด 2-3 เซนติเมตร โดยนำยอดอ้อยและต้นข้าวโพดไปชั่งน้ำหนักมัดละ 1, 2, 3 และ 4 กิโลกรัม ที่น้ำหนักละ 3 ตัวอย่าง ทั้งยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อใช้ในการทดสอบ 4 อัตราการป้อน วัดความเร็วรอบที่เครื่องยนต์ต้นกำลังของเพลาส่งกำลัง และวัดความเร็วรอบชุดใบมีดจนได้ความเร็วรอบ 500, 700 และ 1,000 รอบต่อนาที โดยใช้เครื่องวัดความเร็วรอบ ป้อนยอดอ้อยและต้นข้าวโพดในการสับตั้งแต่เริ่มป้อนจนกระทั่งสับหมดจับเวลาในการสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดหลังการสับแต่ละความเร็วรอบและความเร็วรอบละ 4 อัตราการป้อน วัดความยาวของยอดอ้อยและต้นข้าวโพดหลังการสับในแต่ละความเร็วรอบ 500, 700 และ 1,000 รอบต่อนาที คัดแยกยอดอ้อยและต้นข้าวโพดที่สับไม่ได้ขนาด และชั่งน้ำหนักหลังการสับเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียบันทึกผลการทดสอบ

6. ผลการออกแบบและสร้างเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนม

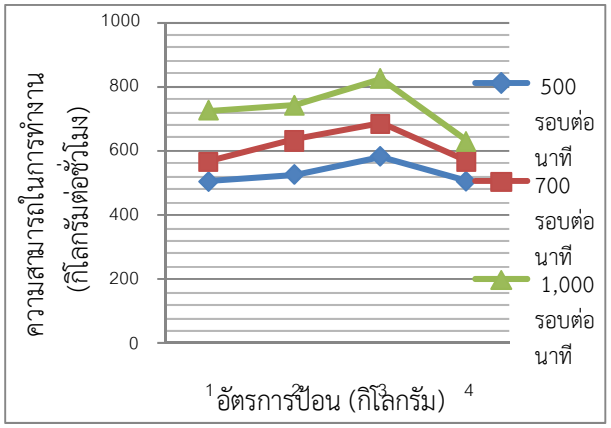
ผลการทดสอบอัตราการป้อนของเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพด ได้ศึกษาความเร็วรอบใบมีดสับที่แตกต่างกัน 3 ระดับคือ 500, 700 และ 1,000 รอบต่อนาทีพบว่าเวลาในการสับยอดอ้อยที่ 1, 2, 3 และ 4 กิโลกรัม เวลาในการสับทั้ง 3 ความเร็วรอบมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากแต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างยอดอ้อย และต้นข้าวโพดจะเห็นได้ว่าต้นข้าวโพดมีเวลาในการสับเร็วกว่ายอดอ้อยเพราะต้นข้าวโพดไม่มีเส้นใย และความแข็งที่น้อยกว่าความเร็วรอบที่เหมาะสมในการสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดที่ 700 รอบต่อนาที โดยป้อนที่ 3 กิโลกรัม มีความเร็วในการสับที่เหมาะสม เมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วรอบที่ 500 และ 1,000 รอบต่อนาที ผลการทดสอบความเร็วรอบที่ใช้การสับของเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนมจากผลการทดสอบความเร็วรอบของเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนม จะเห็นได้ว่าขนาดของยอดอ้อยและต้นข้าวโพดหลังการสับตามที่ คณะผู้จัดทำได้ออกแบบไว้เท่ากับ 2-3 เซนติเมตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบความเร็วรอบของเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดที่ใช้เป็นเครื่องต้นกำลังคือ 500, 700 และ 1,000 รอบต่อนาที น้ำหนักในการทดสอบ 1, 2 3 และ 4 กิโลกรัม จากตารางผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าที่ความเร็วรอบที่ความเร็วรอบ 700 รอบต่อนาที มีขนาดในการสับที่ 2.5 - 2.8 เซนติเมตร ที่อัตราการป้อน 1, 2, 3 และ 4 กิโลกรัม เป็นค่าที่อยู่ในช่วงที่ทางผู้จัดทำได้ออกแบบไว้เมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วรอบ 500 และ 1,000 รอบต่อนาที ผลการประเมินผลเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเครื่องสับยอดอ้อยเพื่อเป็นอาหารโคนม จากผลการทดสอบการสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดที่ความเร็วรอบ 500 700 และ 1,000 รอบต่อนาที ที่อัตราการป้อน 1, 2, 3 และ 4 กิโลกรัม ซึ่งผลที่ได้จากการคำนวณ

ความสามารถในการทำงานและประสิทธิภาพในการทำงานมีเปอร์เซ็นต์ในการสับไม่ได้ขนาดและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียสูง

ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนกับความสามารถการสับยอดอ้อย

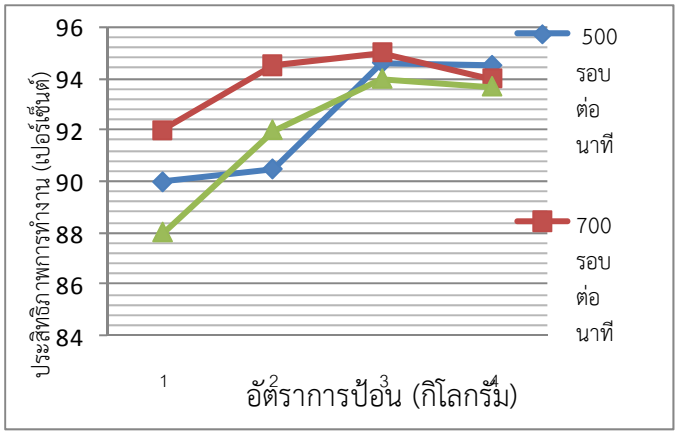


กราฟที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนกับความสามารถการสับอ้อย

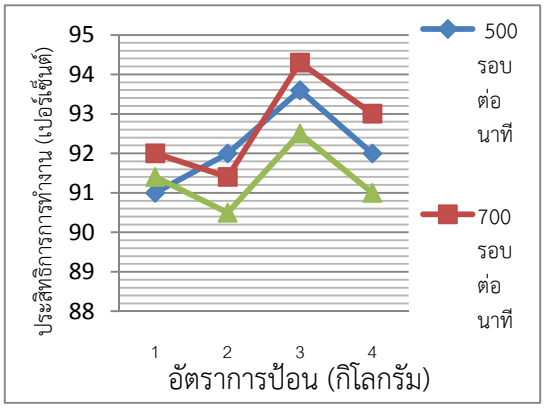


กราฟที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนกับความสามารถการสับต้นข้าวโพด

จากกราฟที่ 1 และ 2 จะเห็นได้ว่าเมื่อพิจารณาที่ความเร็วรอบ 500, 700 และ 1,000 รอบต่อนาที ตามลำดับ ความสามารถในการสับยอดอ้อย และต้นข้าวโพดมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นที่อัตราการป้อน 1, 2 และ 3 กิโลกรัมและที่ความเร็วรอบ 1,000 รอบต่อนาที มีความสามารถในการทำงานสูงสุดแต่ความยาวในการสับที่ได้ 1-2 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 3 ความเร็วรอบในการสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนมจะมีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อเพิ่มอัตราการป้อนมากกว่า 3 กิโลกรัม แต่ในการสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดที่ความเร็วรอบ 700 รอบต่อนาที ที่อัตราการป้อน 3 กิโลกรัม สามารถสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดได้ความยาว 2-3 เซนติเมตร ซึ่งเป็นที่ต้องการของเกษตรกร



กราฟที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนกับประสิทธิภาพการสับยอดอ้อย

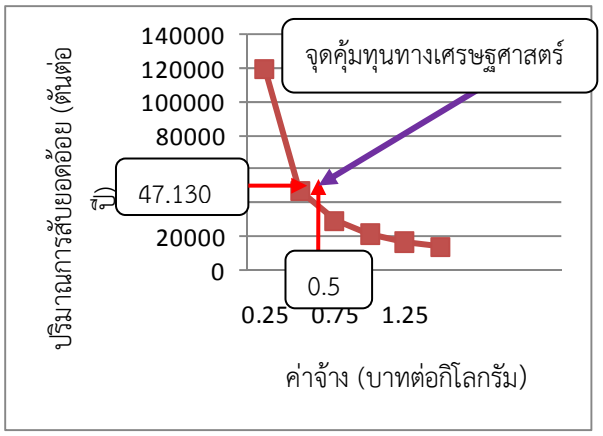


กราฟที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนกับประสิทธิภาพการสับต้นข้าวโพด

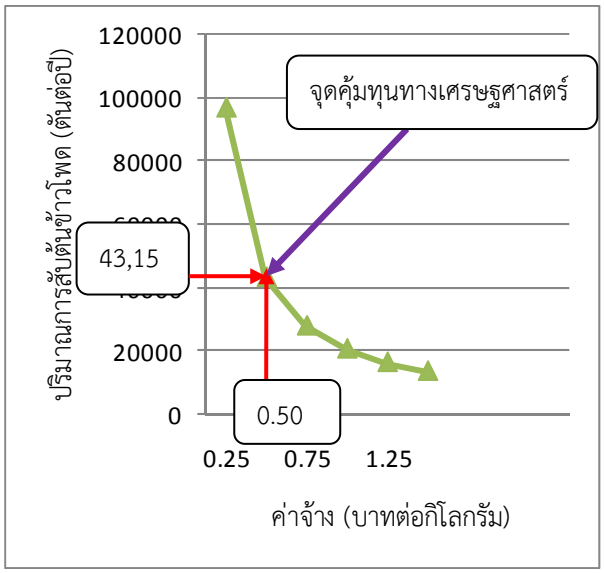
จากกราฟที่ 3 และ 4 จะเห็นได้ว่าเมื่อพิจารณาที่อัตราการป้อนในระดับต่างๆ จะพบว่าที่อัตราการป้อนที่ 3 กิโลกรัมกับที่ความเร็วรอบ 700 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพสูงที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบจากรอบ 500 และ 1,000 รอบต่อนาที แต่เมื่อเพิ่มความเร็วรอบขึ้นไปถึง1,000 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพในการทำงานมีแนวโน้มลดลงตาม อัตราการป้อนในระดับต่างๆ

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดที่อัตราการป้อน 1, 2, 3 และ 4 กิโลกรัม จะเห็นว่าความเร็วรอบ 700 รอบต่อนาทีและที่อัตราการป้อน 3 กิโลกรัม จะสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดได้ความยาว 2-3 เซนติเมตร ความสามารถในการสับยอดอ้อย 607.10 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ความสามารถในการสับต้นข้าวโพด 685.59 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ยอดอ้อยไม่ถูกสับ 4 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ต้นข้าวโพดไม่ถูกสับ 5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบทั้ง 3 ความเร็วรอบ และอัตราการป้องทั้ง 4 ระดับ สรุปได้ว่าความเร็วรอบ 700 รอบต่อนาทีและอัตราการป้อนที่ 3 กิโลกรัม ของยอดอ้อยและต้นข้าวโพดมีความสามารถที่ดีที่สุดสามารถสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดได้ตามขนาดที่ทางผู้จัดทำตั้งขอบเขตไว้และเป็นที่ต้องการของเกษตรกร ประสิทธิภาพในการทำงานในการสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพด สรุปได้ว่าประสิทธิภาพในการสับยอดอ้อยสูงสุด 95.0 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพในการสับต้นข้าวโพดสูงสุด 94.3 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีที่สุดคืออัตราการป้อนที่ 3 กิโลกรัม และความเร็วรอบ 700 รอบต่อนาทีมีประสิทธิภาพในการทำงานที่มากที่สุด

จากการคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนมดังกราฟที่ 5 และ 6 โดยมีต้นทุนในการสร้าง 17,000 บาท เมื่อนำไปรับจ้างสับยอดอ้อย กิโลกรัมละ 0.50 บาท จะได้จุดคุ้มทุนของเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนม รายได้จากการรับจ้างเท่ากับ 452,574.00 กิโลกรัมต่อปี ได้กำไร 354,299.18 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 20 วัน



กราฟที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสับยอดอ้อยกับค่าจ้างแรงงานคน



กราฟที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสับต้นข้าวโพดกับค่าจ้างแรงงานคน

7.สรุปผลการทดสอบ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของยอดอ้อยกับต้นข้าวโพดและการทดสอบเครื่องสับยอดอ้อยเพื่อนำมาวิเคราะห์การออกแบบและพัฒนาเครื่องสับยอดอ้อยกับต้นข้าวโพด ตลอดจนทดสอบและประเมินผลเครื่องสับยอดอ้อยกับต้นข้าวโพด จากผลการทดสอบสรุปได้ว่าเครื่องสับยอดอ้อยเพื่อเป็นอาหารโคนมมีความเร็วรอบที่เหมาะสม 700 รอบต่อนาที มีอัตราการป้อนที่ 3 กิโลกรัม ขนาดในการสับ 2.5 เซนติเมตร ความสามารถในการสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพด 607.10 และ 685.59 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การสูญเสียยอดอ้อยและต้นข้าวโพด 5 และ 5.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ประสิทธิภาพการสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพด 95 และ 94.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการประเมินเครื่องสับยอดอ้อยต้นแบบพบว่าประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น 15 เปอร์เซ็นต์ จากเครื่องต้นแบบและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพด โดยในการสร้างเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นโคนมมีต้นทุนในการสร้าง 17,000 บาท เมื่อนำไปรับจ้างสับยอดอ้อย กิโลกรัมละ 0.50 บาท จะได้จุดคุ้มทุนของเครื่องสับยอดอ้อยและต้นข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารโคนมรายได้จากการรับจ้างเท่ากับ 452,574.00 กิโลกรัมต่อปี ได้กำไร 354,299.18 บาทต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 20 วัน

8. เอกสารอ้างอิง

[1] เฉลิมพล อุปลี,ชัยณรงค์ หล่มช่างคำและอภิสิทธิ์ พินิจกลาง, 2551.**ปริญญานิพนธ์การออกแบบและสร้างเครื่องสับยอดอ้อยเพื่อเป็นอาหารโคนม**

[2] อภิชาต ศรีชาติ, ประพัทธ์ สันติวรากร,2551 **การออกแบบและพัฒนาเครื่องสับไม้,**การประชุมวิชาการเทคโนโลยี และนวัตกรรมสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น 28-29 มกราคม 2551

[3] ศิราวุธ สาระขันธ์, รัชพล สันติวรากร, 2553 **การออกแบบและพัฒนาเครื่องสับย่อยใบอ้อยและวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตร**,การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24,20-22 ตุลาคม 2553 จังหวัดอุบลราชธานี

[4] สอนรินทร์ เรืองปรัชญา, 2547. **การทดสอบเครื่องหยอดเมล็ดพืชและเครื่องพรวนกำจัดวัชพืช.** กรุงเทพฯ : ยูในเต็ดบุ๊ค.

[5] สิงหนาท แซมเพชร, 2549. **เครื่องมือการลดขนาดทรงเหลี่ยมชนิดใบมีดหมุนวน**. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: โอเดียนสโตร์.

[6] เทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น. ศูนย์สารนิเทศการเกษตร, 2550. **สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2545/49.** กรุงเทพฯ :