TAM-31

วิจัยและพัฒนาเครื่องสับใบอ้อยสำหรับแทรกเตอร์ต่ำกว่า 80 แรงม้า

*สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์[1], ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์[1] , อานนทน์ สายคำฟู[1] ,พงษ์ศักดิ์ ต่ายก้อนทอง[1]
อัคคพล เสนาณรงค์[1],และขนิษฐ์ หว่านณรงค์[1]
[1]สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร
50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ผู้เขียนติดต่อ: สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์ E-mail: suphasits@hotmail.com)

บทคัดย่อ

จากปัญหาในการเกิดไฟไหม้ใบอ้อยที่เกษตรกรปล่อยไว้ในแปลง ทำให้ไฟไหม้ตออ้อยและตออ้อยได้รับความเสียหาย ซึ่งในปี 2545 สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมได้ออกแบบจอบหมุนสับใบอ้อยสำหรับพ่วงต่อกับแทรกเตอร์ขนาด 80 แรงม้า แต่เนื่องจากเกษตรกรหลายรายไม่มีรถแทรกเตอร์ขนาด 80 แรงม้า และคาดว่าถ้าออกแบบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าอาจจะมีกำลังไม่เพียงพอ จึงได้ออกแบบเครื่องสับใบอ้อยซึ่งจะทำการสับใบอย่างเดียวโดยไม่กลบสำหรับพ่วงต่อกับแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้า หลังจากนั้นจึงใช้จอบหมุนสับกลบใบอ้อยที่ออกแบบสำหรับแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลงมาเช่นกันเข้าทำงานซ้ำอีกครั้งเพื่อสับกลบใบอ้อย หรือจะปล่อยใบอ้อยที่ถูกสับใบแล้วทิ้งคลุมแปลงไว้โดยไม่กลบสำหรับเกษตรกรที่ต้องการใบคลุมแปลงแต่ต้องการใบขนาดสั้น เพื่อให้สามารถใช้เครื่องหยอดปุ๋ยได้ง่าย การออกแบบเครื่องสับใบอ้อยนี้ได้ออกแบบให้พ่วงต่อรถแทรกเตอร์แบบ 3 จุด ชุดหัวเกียร์อัตราทด 1.46:1 ถ่ายทอดกำลังจากเพลาถ่ายทอดกำลังรถแทรกเตอร์ ส่งกำลังผ่านเฟืองโซ่ไปหมุนเพลาใบมีด 2 ชุดบนล่าง หมุนสวนทางกันโดยเพลาใบมีดล่างหมุนด้วยความเร็วประมาณ 500 รอบ/นาที เพลาใบมีดบนหมุนด้วยความเร็วประมาณ 850 รอบ/นาที ใบมีดชุดล่างประกอบด้วยใบมีด 4 ชุด ชุดละ 13 ฟัน ใบมีดชุดบนประกอบด้วยจาน 14 จาน แต่ละจานติดใบมีดสามเหลี่ยมจำนวน 4 ใบ หน้ากว้างในการทำงาน 0.625 เมตร ผลการทำงานที่จังหวัดกาญจนบุรีเมื่อใช้แทรกเตอร์ 24 แรงม้า ความยาวใบอ้อยก่อนทำงานมีค่าเฉลี่ย 1.13 เมตร หลังการใช้เครื่องสับใบอ้อยแล้วความยาวใบอ้อยเฉลี่ย 0.24 เมตร ความสามารถในการทำงาน 1.34 ไร่/ชม. อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.95 ลิตร/ไร่ ความหนาใบอ้อย 0.06 เมตร ที่ความชื้นดิน 10.7 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานแห้ง) จากการทดสอบและวัดการใช้กำลัง โดยการต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า พบว่าใช้กำลังในการสับใบอ้อย 4.43 กิโลวัตต์/เมตร และใช้กำลังในการสับกลบใบอ้อยด้วยเครื่องสับกลบใบอ้อยตามหลังการใช้เครื่องสับใบอ้อยดังกล่าว 7.28 กิโลวัตต์/เมตร รวมใช้กำลังทั้งสองขั้นตอนเป็น 11.69 กิโลวัตต์/เมตร ซึ่งมากกว่าการใช้จอบหมุนสับกลบใบอ้อยตั้งแต่ครั้งแรกเพียงครั้งเดียว ซึ่งใช้กำลังเพียง 8.92 กิโลวัตต์/เมตร แต่อย่างไรก็ตาม การใช้เครื่องสับใบอ้อยคงต้องพิจารณาถึงพื้นที่ที่มีความหนาของใบอ้อย ซึ่งบางครั้งมากจนการใช้เครื่องสับกลบแต่เพียงอย่างเดียวทำไม่ได้ จำเป็นต้องใช้เครื่องสับใบอ้อยทำงานก่อน หรือ ใช้เป็นทางเลือกให้เกษตรกรที่ต้องการทิ้งใบคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้นภายในดินไว้แต่ต้องการให้ใบอ้อยที่ทิ้งไว้มีขนาดสั้นเพื่อให้สามารถใช้เครื่องหยอดปุ๋ยได้โดยไม่ติดขัดกับตัวเปิดร่องปุ๋ย

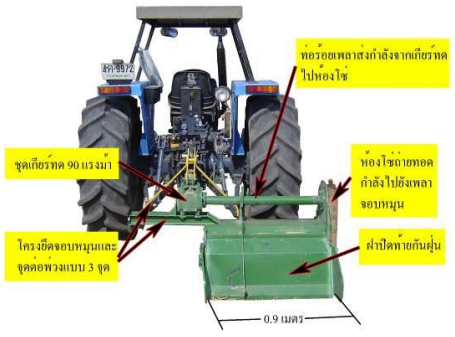
คำสำคัญ: เครื่องสับใบอ้อย; จอบหมุนสับกลบใบอ้อย

1. บทนำ

อรรถสิทธิ์ และคณะ[4] ได้รายงานในการประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งชาติ ครั้งที่ 3 ระหว่างวันที่ 6-8 พฤษาคม 2541 ณ. โรงแรมเจริญธานี ปริ๊นเซส จังหวัดขอนแก่นว่า หลังเก็บเกี่ยวอ้อยบางพื้นที่นิยมเผาใบและเศษซากอ้อย (post harvest burning) เพื่อป้องกันไม่ให้อ้อยตอที่งอกแล้วถูกไฟไหม้ เพราะว่า ถ้าอ้อยตองอกแล้ว ถูก

ไฟไหม้จะเสียหายมากกว่าไฟไหม้หลังเก็บเกี่ยวอ้อยแล้วทันที แต่จากการทดลองของ อรรถสิทธิ์ และคณะ [3] พบว่า อ้อยที่มีการเผาใบหลังเก็บเกี่ยวอ้อยมีผลผลิตอ้อยตอต่ำกว่าอ้อยที่ไม่มีการเผาใบ (มีใบคลุม) และจากสัมมนาเรื่องแนวทางวิจัย และพัฒนาอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ในช่วงปี 2547-2459 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น[1] รายงานว่านอกจากการเผาใบอ้อย อาจทำให้เกิดไฟลุกลามไปติดแปลงข้างเคียง แล้วยังทำให้เกิดอุบัติเหตุในการจราจร ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ตามมา ซึ่งทำให้เกษตรกรจำนวนมากโดยเฉพาะเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ ภาคกลาง บางส่วน เกี่ยวอ้อยโดยไม่เผาใบ แล้วเกิดไฟไหม้อ้อยตอที่เจริญงอกงามแล้วเนื่องจากอุบัติเหตุหรือจากการติดไฟเองจากแปลงข้างเคียงซึ่งยังคงเผาใบอยู่

ในปี 2548 สุภาษิต และคณะ[2] ได้ออกแบบจอบหมุนสำหรับพรวนดินและสับใบอ้อยให้พ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 80-90 แรงม้า โดยติดพ่วงแบบ 3 จุด (รูปที่ 1) ออกแบบให้เยื้องขวาเพื่อสับกลบใบอ้อยในร่องอ้อย ซึ่งจะทำงานได้ในแปลงที่มีระยะการปลูกอ้อยตั้งแต่ 1.2 เมตรขึ้นไป การทำงานของจอบหมุนนี้ได้รับกำลังจากเพลาอำนวยกำลังของรถแทรกเตอร์ที่มีความเร็วรอบ 540 รอบต่อนาที เพื่อส่งกำลังไปยังห้องเกียร์แล้วถ่ายทอดไปยังเฟืองโซ่ซึ่งอยู่ด้านข้างแล้วส่งกำลังไปหมุนเพลาจอบหมุนด้วยความเร็วรอบ 500 รอบต่อนาที



รูปที่ 1 จอบหมุนแบบแถวเดี่ยวสำหรับพรวนดินและสับกลบใบอ้อย

เพลาจานหมุนมีจานยึดใบจอบหมุน 4 จาน ในแต่ละจานมีใบจอบหมุนแบบ L ผสม C 6 ใบ ชุดใบจอมหมุนทั้งหมดเรียงตัวเป็นเกลียวลักษณะที่ไม่ให้ใบกระทบพื้นดินพร้อมกัน ซึ่งใช้กำลังในการทำงานน้อยสุด โดยจอบหมุนที่ออกแบบมีประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ 89.64% ความยาวใบอ้อยก่อนการสับกลบ 257.8 มิลลิเมตร ความยาวใบอ้อยหลังสับกลบ 58.9 มิลลิเมตร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ใบที่สั้นลง 78.6 เปอร์เซ็นต์ การกลบใบอ้อย 96 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 4.11 ลิตรต่อไร่ ซึ่งเกษตรกรส่วนหนึ่งได้ยอมรับและได้จัดซื้อไปใช้งาน แต่เกษตรกรอีกส่วนหนึ่งยังไม่สามารถจัดหาไปใช้งานได้ เนื่องจาก อุปกรณ์ที่ออกแบบมาใช้กับแทรกเตอร์ขนาด 80 แรงม้า มีราคาค่อนข้างสูง และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงตามขนาดของรถแทรกเตอร์ที่ใช้ และคาดว่าถ้าออกแบบจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าซึ่งกำลังได้รับความนิยมทั่วไปนั้นอาจจะมีกำลังไม่เพียงพอ จึงได้ออกแบบเครื่องสับใบอ้อยซึ่งจะทำการสับใบอย่างเดียวโดยไม่กลบสำหรับพ่วงต่อกับแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้า หลังจากนั้นจึงใช้จอบหมุนสับกลบใบอ้อยที่ออกแบบสำหรับแทรกเตอร์ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลงมาเช่นกันเข้าทำงานซ้ำอีกครั้งเพื่อสับกลบใบอ้อย หรือจะปล่อยใบอ้อยที่ถูกสับใบแล้วทิ้งคลุมแปลงไว้โดยไม่กลบสำหรับเกษตรกรที่ต้องการใบคลุมแปลงแต่ต้องการใบขนาดสั้น เพื่อให้สามารถใช้เครื่องหยอดปุ๋ยได้ง่าย

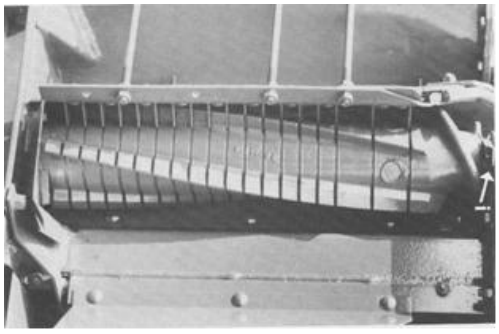
2 อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วย รถแทรกเตอร์ขนาด 84 แรงม้า เทปวัดระยะทาง 1 ม้วน นาฬิกาจับเวลา 2 เรือน อุปกรณ์วัดน้ำมันแบบหลอดแก้ว 1 ชุด อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน 1 ชุด เครื่องชั่งน้ำหนัก 1 เครื่อง และตู้อบตัวอย่างดิน 1 เครื่อง ระยะเวลาในการทดสอบนี้เริ่มตั้งแต่ตุลาคม 2553 ถึงเดือน กันยายน 2555 สำหรับสถานที่ทดสอบเบื้องต้นได้แก่สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร และทดสอบในแปลงเกษตรกรที่ แปลงเกษตรกร อ.บ่อพลอย จ.กาญจนบุรี และแปลงเกษตรกร อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น สำหรับวิธีการทดสอบได้ดำเนินการดังนี้ เริ่มจากดำเนินการออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องสับใบอ้อย เสร็จแล้วทดสอบเบื้องต้นในแปลงอ้อยตอที่ผ่านการเก็บเกี่ยวแล้วของเกษตรกร จากนั้นนำต้นแบบมาแก้ไขให้เหมาะสมแล้วนำกลับไปทดลองในแปลง

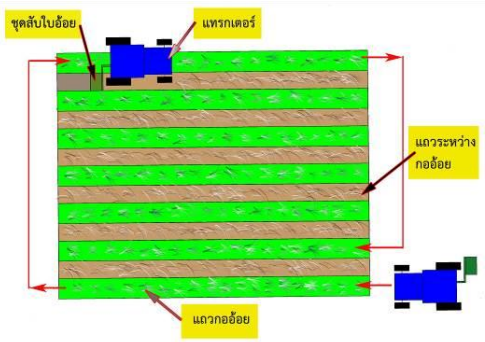
เกษตรกรอีกครั้งพร้อมเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรายงาน

3.ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

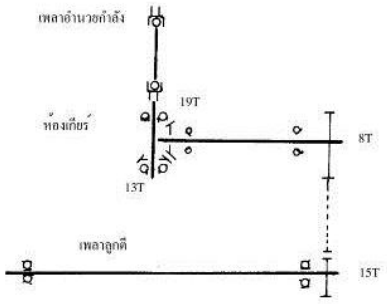
ดำเนินการศึกษาอุปกรณ์สับต้นข้าวโพดมาดัดแปลงให้สามารถสับใบและเศษซากอ้อย แล้วนำมาออกแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อย โดยใช้รูปแบบคล้ายกับเครื่องสับต้นข้าวโพดดังแสดงในรูปที่ 2 โดยออกแบบให้ใช้แกนเพลาชุดลูกตีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.06 เมตร มีชุดลูกตีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.44 เมตร เพื่อดึงใบอ้อยให้เข้าไปปะทะกับชุดใบมีดซึ่งติดอยู่ด้านบนของชุดลูกตี โดยในขั้นแรกออกแบบใบชุดตีเป็นเหล็กเพลากลมเพื่อให้เกิดความแข็งแรง ส่วนชุดใบมีดทำจากเหล็กสปริง เพื่อให้มีความแข็งแรงและสามารถยืดหยุ่นได้ ออกแบบให้ชุดเครื่องสับใบอ้อยติดกับแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้าโดยการวิ่งคร่อมแถวกออ้อยดังแสดงในรูปที่ 3 เนื่องจากรถแทกรเตอร์มีขนาดใหญ่เกินกว่าจะวิ่งในแถวระหว่างกออ้อยได้ ออกแบบให้กำลังจากเพลาอำนวยกำลังรถแทรกเตอร์ผ่านไปยังห้องเกียร์ทด อัตราทด 1.46: 1 แล้วส่งกำลังผ่านเฟืองโซ่ไปยังชุดลูกตี โดยมีความเร็วรอบชุดลูกตี ประมาณ 200 รอบ/นาที ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งชุดเกียร์และชุดเฟืองทดใช้ขนาดเท่ากับจอบหมุนนาข้าว ที่มีใช้กันแพร่หลายเพื่อให้ได้วัสดุราคาไม่แพง และจากการทดสอบเบื้องต้นพบว่า ใบอ้อยพันเข้าสู่แกนชุดตีโดยไม่มีการสับใบ จึงดำเนินการแก้ไขใหม่โดยสร้างชุดลูกตีมีลักษณะเป็นเหล็กพืดแบน และเปลี่ยนชุดใบมีดให้ยาวมากขึ้นและมีช่องว่างระหว่างใบลูกตีกับใบมีดน้อย เพื่อให้สามารถตัดใบอ้อยได้ดีมากขึ้นแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งจะได้ดำเนินการทดสอบในแปลงต่อไป



รูปที่ 2 ชุดอุปกรณ์สับต้นข้าวโพด



รูปที่ 3 แสดงรูปแบบของการพ่วงเครื่องสับใบอ้อยแล้ววิ่งคร่อมร่องอ้อยเพื่อสับใบอ้อยระหว่างแถวอ้อย



รูปที่ 4 รูปแบบการส่งกำลังจากรถแทรกเตอร์ไปยังเพลาลูกตี

รูปที่ 5 ชุดลูกตีมีลักษณะเป็นเหล็กพืดแบน

หลังจากได้นำต้นแบบที่แก้ไขแล้วไปทดสอบในแปลง พบว่า ชุดใบมีดรับไม่มีความแข็งแรงเนื่องจากเป็นเหล็กสปริง เมื่อเชื่อมติดกับแผ่นยึดจะเปราะหักง่าย เนื่องจากได้รับความร้อนจากการเชื่อม นอกจากนั้นเกิดการพันของใบอ้อยจนชุดแกนเพลาใบมีดไม่สามารถหมุนได้ ต้องดำเนินการปรับปรุง โดยเปลี่ยนวัสดุชุดใบมีดรับจากเหล็กสปริง เป็นเหล็กเหนียวธรรดาพร้อมลับคมและขยายช่องว่างระหว่างใบมีดให้มากขึ้น เนื่องจากไม่สามารถสับใบอ้อยได้ทัน ใบอ้อยจึงเข้ามาอุดตัน ซึ่งจากการทดลองเบื้องต้นแล้วเห็นได้ว่ารถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า สามารถทำงานได้

จึงลดขนาดรถแทรกเตอร์ที่ใช้งานลงเหลือ 34 แรงม้า ซึ่งเป็นแทรกเตอร์ขนาดเล็กลงมาที่เกษตรกรนิยมใช้งานกันมากอีกขนาดหนึ่ง และเป็นการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงในการทำงานอีกทางหนึ่งด้วย แต่ยังคงใช้แทรกเตอร์วิ่งคร่อมแถวกออ้อยเนื่องจากแทรกเตอร์ยังคงมีขนาดใหญ่

หลังจากได้เปลี่ยนวัสดุชุดใบมีดรับเป็นเหล็กเหนียวธรรมดาเรียบร้อยแล้ว จึงได้นำไปทดสอบพ่วงต่อกับแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า ซึ่งพบว่าสามารถทำงานได้ แต่ยังคงมีปัญหาในการที่ใบอ้อยเข้าไปอัดกับใบรับที่ได้ทำใหม่จนในบางครั้งเครื่องหยุดการทำงานเนื่องจากหมุนไม่ไหว ต้องเอาใบอ้อยที่เข้ามาอัดนั้นออกไปก่อนจึงจะสามารถทำงานต่อได้แสดงในรูปที่ 6 จึงต้องทำการปรับปรุงใบรับอีกครั้ง โดยการใช้ใบมีดสำหรับใบตัดหญ้าขนาด 4x3 เซนติเมตร มาติดกับแกนที่เชื่อมต่อกับแผงรับอีกครั้งโดยใช้การยึดใบมีดด้วย น๊อต จำนวน 2 ตัวต่อใบ ซึ่งใบมีดนี้มีความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร เพื่อให้สามารถตัดใบอ้อยได้ดีขึ้น แล้วดำเนินการทดสอบเบื้องต้นเพื่อดูผลต่อไป

รูปที่ 6 แสดงการใช้แทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้าพ่วงเครื่องสับใบอ้อยและใบอ้อยเข้ามาพันแกนลูกตี

เมื่อได้นำเครื่องสับใบอ้อยที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดสอบปรากฏว่ายังคงมีปัญหาจากการพันที่แกนลูกตี จึงดำเนินการปรับปรุงใหม่ขยายขนาดลูกตีให้ใหญ่ขึ้นโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลาประมาณ 0.27 เมตรส่วนใบลูกตีลดความยาวลงเหลือความยาวฟันลูกตีประมาณ 0.08 เมตรเพื่อให้เหมาะสมและมีความแข็งแรงมากขึ้นและมีเส้นผ่านศูนย์กลางโดยรวมประมาณเท่าเดิม รวมทั้งลดความยาวใบรับให้มีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกตีที่ได้ปรับปรุงใหม่โดยใช้ใบรับเป็นเหล็กพืดลับคมประกบคู่เพื่อให้เกิดความแข็งแรง ซึ่งต้องดำเนินการทดสอบหาข้อมูลเบื้องต้นต่อไปเพื่อนำมาปรับปรุง

รูปที่ 7 แสดงให้เห็นการขยายขนาดลูกตีให้ใหญ่ขึ้น

หลังจากได้ปรับปรุงเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับแทรกเตอร์ขนาดกลาง ตามรูปที่ 7 แล้วนำไปทดสอบพบว่าใบอ้อยยังคงมีการอุดตันทำให้ต้องหยุดการทำงานเพื่อดึงใบอ้อยออกจากเครื่อง ตามรูปที่ 8

รูปที่ 8 แสดงให้เห็นว่าใบอ้อยมีการอุดตัน

ซึ่งจากการพันของใบอ้อยจึงได้เปลี่ยนวิธีการสับใบแบบใหม่โดยออกแบบให้มี 2 ลูกตีโดยให้ลูกตีด้านบนมีขนาดเล็กกว่าด้านล่าง ตามรูปที่ 9 โดยให้ลูกตีลูกที่สองหมุนด้วยความเร็วรอบต่างกับลูกตีแรก โดยการกำหนดจำนวนฟันของเฟืองโซ่ที่ไม่เท่ากัน และสามารถกำหนดให้ลูกตีลูกที่สองหมุนตามหรือหมุนสวนทางกับลูกตีลูกแรกได้ โดยการวางตำแหน่งโซ่ ตามรูปที่ 10 และ 11

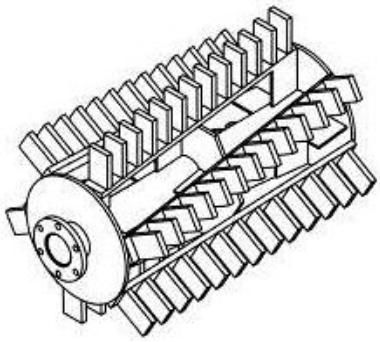
รูปที่ 9 แสดงต้นแบบเครื่องสับใบอ้อยแบบ 2 ลูกตี

รูปที่ 10 แสดงการใช้โซ่ขับลูกตีหมุนตามกัน

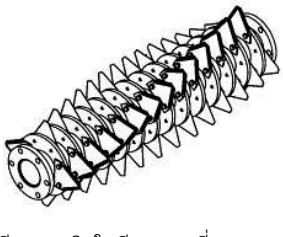
รูปที่ 11 แสดงการใช้โซ่ขับลูกตีหมุนสวนกัน

โดยใช้เฟืองโซ่ที่เพลาจากห้องเกียร์ 9 ฟัน เพลาลูกตีบน 11 ฟัน เพลาลูกตีล่าง 9 ฟัน ซึ่งจะได้ความเร็วรอบลูกตีบน 616 รอบ/นาที ความเร็วรอบลูกตีล่าง 504 รอบ/นาที แล้วนำไปทดสอบพบว่าสามารถตีใบอ้อยได้ดี ไม่มีการพันของใบอ้อยจนต้องหยุดดึงใบออก แต่ขนาดความยาวของใบที่สับออกมายังคงมีความยาวมากไป จึงแก้ไขต้นแบบอีกครั้ง โดยการเปลี่ยนใบตีของลูกตีตัวบนที่เป็นเหล็กพืดธรรมดาเป็นใบมีดแบบรถเกี่ยวข้าว ดังแสดงในรูปที่ 12 และเปลี่ยนฟันลูกตีให้มีจำนวนมากขึ้นเป็น 13 ฟันต่อแถบ พร้อมกับจานประกอบใบมีดสามเหลี่ยมแบบรถเกี่ยวข้าว จำนวน 14 จาน จานละ 4 ใบมีดเรียงเป็นเกลียว ประมาณ 7 องศา เพื่อไม่ให้ใบตี ตีพร้อมกัน ซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากกว่า ดังแสดงในรูปที่ 13 และ 14

รูปที่ 12 แสดงการใช้ใบมีดรถเกี่ยวข้าวใส่ในลูกตีบน



รูปที่ 13 แสดงการปรับปรุงลูกตีล่าง โดยเพิ่มจำนวนใบตี และเรียงเป็นเกลียว



รูปที่ 14 แสดงลูกตีบนการติดใบมีดสามเหลี่ยมบนจาน และเรียงเป็นเกลียว

ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่า ขนาดความยาวของใบอ้อยยังคงมีความยาวอยู่ จึงปรับปรุงโดยการเปลี่ยนเฟือง

เพลาลูกตีใบมีดให้มีความเร็วมากกว่า ลูกตีตัวล่าง เพื่อให้การสับใบทำได้สั้นมากขึ้น โดยดำเนินการเปลี่ยนเฟือง ที่เพลาจากห้องเกียร์มีจำนวนฟันเป็น 12 ฟัน เพลาลูกตีบน 9 ฟัน และเฟืองเพลาลูกตีล่าง 16 ฟัน จะได้ความเร็วรอบเพลาลูกตีบน 672 รอบ/นาที ความเร็วรอบเพลาลูกตีล่าง 378 รอบ/นาที โดยสามารถสลับทิศทางการหมุนของเฟืองเพลากลาง(เพลาใบมีด) ได้โดยการใช้ทิศทางการคล้องโซ่ ดังในรูปที่ 15 และ 16 โดยมีเฟืองพยุงโซ่เพิ่มเติม

รูปที่ 15 ลูกตีทั้งสอง หมุนตามกัน

รูปที่ 16 ลูกตีทั้งสองหมุนสวนทาง

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเครื่องสับใบอ้อย แบบลูกตีหมุนตามกัน หน้ากว้างในการทำงาน 0.625 เมตร พ่วงติดกับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า รถแทรกเตอร์คูโบต้า L 3408 ที่เกียร์รถแทรกเตอร์ low 2 ที่ความเร็วรอบเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของรถแทรกเตอร์ที่ 2,500 รอบต่อนาที ทดสอบที่อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

รายการ	ลูกตีหมุนตามกัน	ลูกตีหมุนสวนทาง
สภาพแปลงทดสอบ		
-ขนาดแปลง (กว้างxยาว), (เมตร)	6.5x195	6.5x195
-ความชื้นดิน (มาตรฐานแห้ง), (%)	17.0	15.9
-ความยาวใบอ้อยก่อนการสับ (เมตร)	1.26	1.20
-น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ (กิโลกรัม/ไร่)	748	566
-ความหนาของใบอ้อย (เมตร)	0.045	0.041
ผลการทดสอบ		
-ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ (เมตร/วินาที)	0.39	0.37
-หน้ากว้างในการทำงาน (เมตร)	0.625	0.625
-หน้ากว้างในการทำงานทางทฤษฎี (เมตร)	1.65	1.65
-ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (ไร่/ชั่วโมง)	1.46	1.36
-ความสามารถในการทำงานจริง (ไร่/ชั่วโมง)	1.19	1.22
-ประสิทธิภาพการทำงาน (%)	81.9	89.9
-อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ไร่)	2.03	2.03
-ความยาวใบอ้อยหลังการสับ (เมตร)	0.38	0.30
-ความสามารถในการสับใบอ้อย (%)	70.51	75.17

ตารางที่ 2 แสดงกำลังที่ต้องใช้ของแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้าในการทำงานของเครื่องสับใบอ้อยเทียบกับจอบหมุนสับกลบใบอ้อย

ขนาดรถแทรกเตอร์แรงม้า	อุปกรณ์ที่พ่วงต่อกับแทรกเตอร์	รูปแบบของแทรกเตอร์ทำงานในแปลงอ้อย	หน้ากว้างในการทำงานเมตร	กำลังที่ใช้ในการทำงานกิโลวัตต์ (แรงม้า)	กำลังที่ใช้ในการทำงาน/หน้ากว้างในการทำงานกิโลวัตต์/เมตร
34	เครื่องสับใบอ้อย	แทรกเตอร์วิ่งคร่อมแถวกออ้อย	0.625	19.12 (25.64)	30.60
34	จอบหมุนสับกลบใบอ้อย	แทรกเตอร์วิ่งคร่อมแถวกออ้อย	0.8	19.89 (26.67)	24.87
34	จอบหมุนสับกลบใบอ้อย (ทำงานตามเครื่องสับใบอ้อย)	แทรกเตอร์วิ่งคร่อมแถวกออ้อย	0.8	21.36 (28.64)	26.71

รูปที่ 17 ใบอ้อยที่ผ่านเครื่องสับใบและเศษซากอ้อย

ซึ่งจากผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 1 2 และรูปที่ 17 ได้ขนาดความยาวใบอ้อยขนาดสั้นลง เหลือประมาณ 30 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความยาวที่ลดลงจากใบอ้อยเดิมประมาณ 75 เปอร์เซนต์ และการหมุนเพลาใบตีและเพลาใบมีดสวนทางกันให้ใบที่สั้นมากกว่าเล็กน้อย จึงได้เลือกใช้การหมุนใบมีดแบบสวนทางกัน นอกจากนั้นกำลังที่ต้องใช้การสับใบอ้อยดังแสดงในตารางที่ 2 ใช้กำลังมากซึ่งสาเหตุน่าจะเกิดจากแก้ไขต้นแบบหลายครั้งพื้นที่ในการแก้ไขมีจำกัดทำให้เพลาลูกตีอาจไม่ได้แนวเส้นตรงเดียวกัน และการหักมุมของข้อโซ่มีมากเป็นสาเหตุทำให้เกิดแรงเสียดทานใช้กำลังมากขึ้น นอกจากนั้นในการใช้แทรกเตอร์วิ่งคร่อมแถวกออ้อยควบคุมความลึกในการทำงานได้ไม่ดีนัก จึงสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า และเพิ่มรอบลูกตีทั้งสองลูกเพื่อให้ตีใบได้สั้นมากขึ้น นอกจากนั้นรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้ายังสามารถใช้วิ่งภายในแถวระหว่างกออ้อยได้ โดยดำเนินการสร้างเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้าซึ่งสามารถวิ่งภายในแถวระหว่างกออ้อยได้ โดยออกแบบให้ลูกตีสองลูกหมุนสวนทางกันโดยมีเฟืองเพลาบนจำนวน 17 ฟัน เฟืองเพลากลาง 10 ฟัน และเฟืองเพลาลูกตีล่างจำนวน 17 ฟัน ซึ่งเป็นความเร็วรอบลูกตีเพลาบน 850 รอบ/นาที ความเร็วรอบลูกตีเพลาล่าง 500 รอบ/นาที โดยใช้หัวเกียร์ทดเท่าเดิม 1.46:1 ดังแสดงในรูปที่ 18 และรูปที่ 19

รูปที่ 18 แสดงเครื่องสับใบอ้อยด้านข้าง

รูปที่ 19 แสดงเครื่องสับใบด้านหลัง

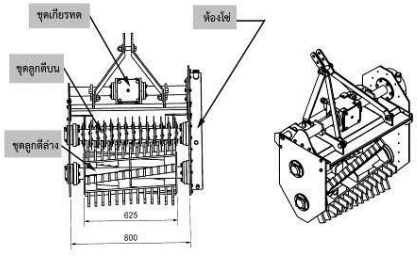
ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 3 4 และรูปที่ 20 ส่วนประกอบของเครื่องสับใบอ้อย แสดงในรูปที่ 21

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบเครื่องสับใบอ้อยแบบลูกตีหมุนสวนทาง หน้ากว้างในการทำงาน 0.625 เมตร พ่วงติดกับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า ใช้รถแทรกเตอร์คูโบต้า L 2420 ที่เกียร์รถแทรกเตอร์ low 2 ที่ความเร็วรอบเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของรถแทรกเตอร์ที่ 2,500 รอบต่อนาที ทดสอบที่อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี

รายการ	ข้อมูล
สภาพแปลงทดสอบ	
-ขนาดแปลง (กว้างxยาว), (เมตร)	7.10x100
-ความชื้นดิน (มาตรฐานแห้ง), (%)	10.7
-ความยาวใบอ้อยก่อนการสับ (เมตร)	1.14
-น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ (กิโลกรัม/ไร่)	1114
-ความหนาของใบอ้อย (เมตร)	0.065
ผลการทดสอบ	
-ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ (เมตร/วินาที)	0.36
-หน้ากว้างในการทำงาน (เมตร)	0.625
-หน้ากว้างในการทำงานทางทฤษฎี (เมตร)	1.66
-ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี (ไร่/ชั่วโมง)	1.35
-ความสามารถในการทำงานจริง (ไร่/ชั่วโมง)	1.31
-ประสิทธิภาพการทำงาน (%)	96.8
-อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ไร่)	1.95
-ความยาวใบอ้อยหลังการสับ (เมตร)	0.24
-ความสามารถในการสับใบอ้อย (%)	81.36

รูปที่ 20 แสดงผลการทำงานเครื่องสับใบอ้อยพ่วงแทรกเตอร์ 24

แรงม้า



รูปที่ 21 แสดงโครงสร้างโดยรวมของเครื่องสับใบอ้อยพ่วงรถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า

ตารางที่ 4 แสดงกำลังที่ต้องใช้ในการทำงานของเครื่องสับใบอ้อยเทียบกับจอบหมุนสับกลบใบอ้อย

ขนาดรถแทรกเตอร์ แรงม้า	อุปกรณ์ที่พ่วงต่อกับแทรกเตอร์	รูปแบบของแทรกเตอร์ทำงานในแปลงอ้อย	หน้ากว้างในการทำงาน เมตร	กำลังที่ใช้ในการทำงาน กิโลวัตต์ (แรงม้า)	กำลังที่ใช้ในการทำงาน/หน้ากว้างในการทำงาน กิโลวัตต์/เมตร
24	เครื่องสับใบอ้อย	แทรกเตอร์วิ่งในแถวระหว่างกออ้อย	0.625	3.71 (2.78)	4.43
24	จอบหมุนสับกลบใบอ้อย	แทรกเตอร์วิ่งในแถวระหว่างกออ้อย	0.8	7.14 (9.57)	8.92
24	จอบหมุนสับกลบใบอ้อย (ทำงานตามเครื่องสับใบอ้อย)	แทรกเตอร์วิ่งในแถวระหว่างกออ้อย	0.8	5.82 (7.81)	7.28

<u>วิจารณ์ผลผลการวิจัยและพัฒนาเครื่องเก็บและสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ ขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้า</u>

จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า เครื่องสับใบและเศษซากอ้อยนั้นใช้กำลังในการทำงานน้อยกว่า เครื่องสับกลบใบอ้อยโดยเฉพาะเมื่อใช้กับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า

4.สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากปัญหาในการเกิดไฟไหม้ใบอ้อยที่เกษตรกรปล่อยไว้ในแปลง ทำให้ไฟไหม้ตออ้อย เกษตรกรสูญเสียตออ้อยไป ถึงแม้ว่าในปี 2545 จะมีจอบหมุนสับกลบใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 80 แรงม้าซึ่งออกแบบโดยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม แต่เนื่องจากเกษตรกรหลายรายไม่มีรถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมจึงได้ออกแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยเพื่อรถแทรกเตอร์ที่มีขนาดต่ำกว่า 80 แรงม้าลงมา โดยใช้เครื่องสับกลบใบอ้อยทำงานซ้ำจะให้ทำการสับกลบได้ง่ายขึ้นและใช้พลังงานลดลง เครื่องสับใบอ้อยนี้ออกแบบให้พ่วงต่อรถแทรกเตอร์แบบพ่วงต่อแบบ 3 จุด ชุดหัวเกียร์อัตราทด 1.46:1 ถ่ายทอดกำลังจากเพลาถ่ายทอดกำลังรถแทรกเตอร์ส่งกำลังผ่านเฟืองโซ่ไปหมุนเพลาใบมีด 2 ชุดบนล่าง หมุนสวนทางกันโดยเพลาใบมีดล่างหมุนด้วยความเร็วประมาณ 378 รอบ/นาที เพลาใบมีดบนหมุนด้วยความเร็วประมาณ 672 รอบ/นาที ใบมีดชุดล่างประกอบด้วยใบมีด 4 ชุด ชุดละ 13 ฟัน ใบมีดชุดบนประกอบด้วยจาน 14 จาน แต่ละจานติดใบมีดสามเหลี่ยมจำนวน 4 ใบ หน้ากว้างในการทำงาน 0.625 เมตร ผลการทำงานที่จังหวัดกาญจนบุรีเมื่อใช้แทรกเตอร์ 34 แรงม้า ความยาวใบอ้อยก่อนทำงานมีค่าเฉลี่ย 1.20 เมตร หลังการใช้เครื่องสับใบอ้อยแล้วความยาวใบเฉลี่ย 0.30 เมตร ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 1.22 ไร่/ชม. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.81 ลิตร/ไร่ ความหนาใบอ้อยเฉลี่ย 0.04 เมตร ที่ความชื้นดินเฉลี่ย (มาตรฐานแห้ง) 15.93 เปอร์เซ็นต์ กำลังที่ใช้ในการทำงานสับใบอ้อย 30.60 กิโลวัตต์/เมตร ทั้งนี้อาจเนื่องจากการแก้ไขต้นแบบหลายครั้งเนื้อที่ในการแก้ไขมีจำกัดเพลาลูกตีอาจไม่ได้แนวเส้นตรงเดียวกัน และการหักมุมของข้อโซ่มีมากเป็นสาเหตุทำให้เกิดแรงเสียดทานใช้กำลังมากขึ้น นอกจากนั้นการที่แทรกเตอร์วิ่งคร่อมแถวกออ้อยควบคุมความลึกได้ไม่ดีนัก จึงดำเนินการสร้างเครื่องสับใบอ้อยสำหรับพ่วงต่อสำหรับแทรกเตอร์ 24 แรงม้าเพื่อใช้แทรกเตอร์วิ่งเข้าไปในแถวระหว่างกออ้อย โดยการปรับระยะการส่งถ่ายกำลังให้เหมาะสมใช้หลักการส่งกำลังผ่านหัวเกียร์ทด 1.46:1 ส่งกำลังผ่านเฟืองโซ่เพลาบน 17 ฟัน เฟืองเพลากลาง 10 ฟัน และเฟืองเพลาลูกตีล่าง 17 ฟัน เมื่อให้เพลาอำนวยกำลังหมุนด้วยความเร็ว 540 รอบ/นาที

ความเร็วลูกตีเพลาบนหมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 850 รอบ/นาที ความเร็วลูกตีเพลาล่างหมุนด้วยความเร็วประมาณ 500 รอบ/นาที ความยาวใบอ้อยก่อนทำงานมีค่าเฉลี่ย 1.13 เมตร หลังการใช้เครื่องสับใบอ้อยแล้วความยาวใบอ้อยเฉลี่ย 0.24 เมตร ความสามารถในการทำงาน 1.34 ไร่/ชม. อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.95 ลิตร/ไร่ ความหนาใบอ้อย 0.06 เมตร ความชื้นดินเฉลี่ย(มาตรฐานแห้ง) 10.7 เปอร์เซ็นต์ สำหรับกำลังที่ต้องใช้สำหรับเครื่องสับใบอ้อย ทำงานพ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า เท่ากับ 4.43 กิโลวัตต์/เมตร ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่ากำลังที่ต้องใช้เครื่องสับใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้าใช้น้อยกว่ากำลังที่ใช้กับจอบหมุนสับกลบใบอ้อย แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการใช้เครื่องสับใบอ้อยใช้กำลังน้อยกว่าจอบหมุนสับกลบใบอ้อย แต่ก็ต้องใช้จอบหมุนสับกลบใบซ้ำอีกครั้ง ซึ่งคงจะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานโดยรวมมากกว่า ส่วนการใช้เครื่องสับใบอ้อยพ่วงต่อแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้าควรจะปรับรอบลูกตีและระยะการส่งถ่ายกำลังให้เหมาะสมก็น่าจะสามารถทำงานได้ดีเช่นเดียวกับเครื่องสับใบอ้อยที่ใช้พ่วงต่อกับแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า ดังนั้นการใช้เครื่องสับใบอ้อยคงต้องพิจารณาถึงพื้นที่ที่มีความหนาของอ้อยมากจนการใช้เครื่องสับกลบแต่เพียงอย่างเดียวทำไม่ได้ จำเป็นต้องใช้เครื่องสับใบอ้อยทำงานก่อนหรือ ใช้เป็นทางเลือกให้เกษตรกรที่ต้องการทิ้งใบคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้นภายในดินไว้แต่ต้องการให้ใบอ้อยที่ทิ้งไว้มีขนาดสั้นเพื่อให้สามารถใช้เครื่องหยอดปุ๋ยได้โดยไม่ติดขัดกับตัวเปิดร่องปุ๋ย

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณ วิรัตน์ ศิริไพบูลย์ เกษตรกรไร่อ้อยในจังหวัดกาญจนบุรี และคุณ กิตติพิชญ์ อึงสถิตย์ถาวร เกษตรกรไร่อ้อยในจังหวัดขอนแก่น ซึ่งได้ช่วยอำนวยความสะดวกในการทดสอบ ให้สถานที่ในการทดสอบ

ขอขอบคุณ ข้าราชการ และลูกจ้างสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร เจ้าหน้าที่บริษัท สยามอิมพลีเม้น จำกัด ทุกท่านที่ได้ร่วมมือในการสร้างและทดสอบโครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับเตรียมดินและสับใบเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดกลางจนงานวิจัยลุล่วง

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. 2545. *สัมมนาเชิงปฏิบัติเรื่องแนวทางวิจัย และพัฒนาอ้อยในภาตตะวันออกเฉียงเหนือ*. ในช่วงปี 2547-2459. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. ขอนแก่น.

[2] สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์ อัคคพล เสนาณรงค์ ยุทธนา เครือหาญชาญพงค์ ขนิษฐ์ หว่านณรงค์. 2548. จอบหมุนแถวเดี่ยวเพื่อพรวนดิน และสับใบอ้อยในระหว่างแถวไร่อ้อย. ในเครื่องจักรกลเกษตร.หน้า 52-61.

[3] อรรถสิทธิ์ บุญธรรม. 2544. เครื่องสับใบและเศษซากอ้อย. น.ส.พ. กสิกร ปีที่ 74 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม-สิงหาคม 2544 หน้า 82-84.

[4] อรรถสิทธิ์ บุญธรรม เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง ปรีชา พราหมณีย์ จรัญ อารีย์ และ สุรวิทย์ สุริยพันธุ์. 2541.
การใช้เครื่องสับใบอ้อยชนิดต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาการเผาใบอ้อยหลังจากเก็บเกี่ยว. *รายงานการประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งชาติ ครั้งที่ 3*. ระหว่างวันที่ 6-8 พฤษาคม 2541. ณ. โรงแรมเจริญธานี ปริ๊นเซส จังหวัดขอนแก่น. หน้า 350-372.