บทที่ 2

วิจัยและพัฒนาเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดกลาง

Design and Development of Sugarcane Trash and Dry Leaves Cutter for Middle-Size Tractor

สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์	ยุทธนา เครือหาญชาญพงค์	อานนท์ สายคำฟู
Suphasit Sngiamphongse	Yuttana Khaehanchanpong	Arnon saikumfu
อัคคพล เสนาณรงค์	พงษ์ศักดิ์ ต่ายก้อนทอง	ขนิษฐ์ หว่านณรงค์
Akkapol Senanarong	Pongsak Taigontong	Khanit Wannarong

คำสำคัญ : เครื่องสับใบอ้อย ใบอ้อย

Key words : Sugarcane leaves cutter, Sugarcane leave

บทคัดย่อ

จากการที่เกษตรกรต้องการทิ้งใบอ้อยคลุมแปลงแต่ต้องการใบขนาดสั้น เพื่อให้สามารถใช้เครื่องหยอดปุ๋ยได้ง่ายโดยไม่ติดขัดกับตัวเปิดร่องปุ๋ย สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมจึงได้ออกแบบ เครื่องสับใบอ้อย โดยออกแบบให้พ่วงต่อรถแทรกเตอร์แบบพ่วงต่อแบบ 3 จุด ชุดหัวเกียร์อัตราทด 1.46:1 ถ่ายทอดกำลังจากเพลาถ่ายทอดกำลังรถแทรกเตอร์ ส่งกำลังผ่านเฟืองโซ่ไปหมุนเพลาใบมีด 2 ชุดบนล่างหมุนสวนทางกัน ซึ่งใช้หลักการถ่ายทอดกำลังโดยใช้โซ่ขับแบบหลักการถ่ายทอดกำลังแบบ rack and pinion แล้วประยุกต์ให้มุมสัมผัสของโซ่มีค่าโดยประมาณ 120 องศา และยังใช้วิธีการวางตำแหน่งของเพลาของ เฟืองตาม (pinion) ให้สามารถหมุนตามหรือหมุนทวนเฟืองขับ (driver) ได้ ซึ่งเป็นการลดความซับซ้อนของระบบ และเป็นการประยุกต์ให้เพลาของเฟืองตามหมุนกลับทิศกับเฟืองขับโดยใช้ระบบโซ่ได้ โดยเพลาใบมีดล่างหมุนด้วยความเร็วประมาณ 370 รอบ/นาที เพลาใบมีดบนหมุนด้วยความเร็วประมาณ 630 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) ส่วนใบอ้อยแห้งกรอบมากไม่สามารถวัดความชื้นได้ กำลังที่ใช้ในการสับใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า 4.43 กิโลวัตต์/เมตร

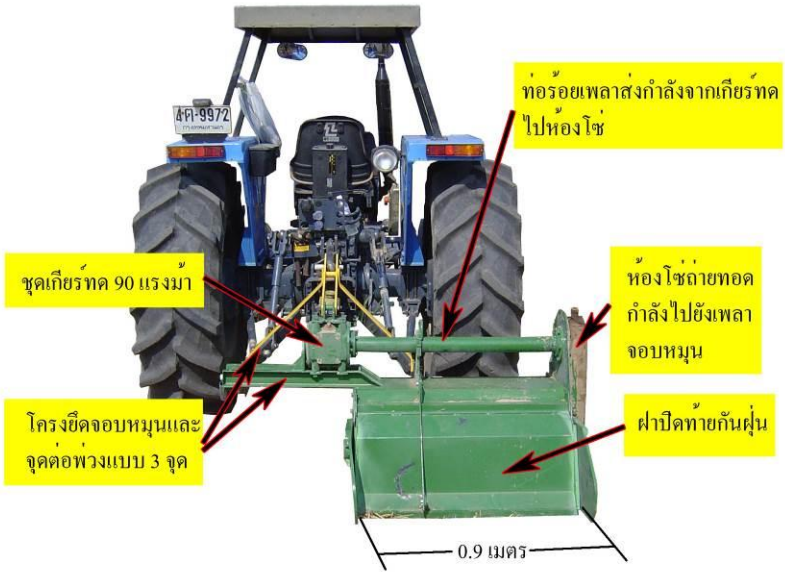
Abstracts

Objective of this research is reduce length if dry sugarcane leaves for non-clogged furrow opener of fertilizer equipment. From some farmers left dry sugarcane leaves on his sugarcane fields to reduce weed. So Agricultural Engineering Reseach Institute designed inter-row rotary cutter sugarcane leaves. It attached to the rear of tractor by three point hitches. The work width is 0.625 meter. Power Take Off power from the tractor was transmitted to gearbox driven shaft and driving chain system to two rotor shafts, respectively with speed of 370 and 630 rpm for lower and upper shaft. The lower rotor shaft has 4 bars which each of bar fitted by 13 teeth, upper rotor shaft has 14 flank which each of flank fitted by 4 triangular blades. Results of testing at Kanchanaburi province, using 24 hp tractor, average length of dry sugarcane leaves was reduced from 1.13 to 0.24 meters. The capacity of this testing was 1.34 rai/hour with 0.06 meters of dry sugarcane leave layer thickness. Fuel consumtion was 1.95 l/rai. Soil moisture content was 15% (db) and sugarcane leave was very dry. Inter-row rotary cutter sugarcane leaves for tractor 24 hp consumed 4.43 kilowatt/meter.

บทนำ

จากการสำรวจของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมพบว่า เกษตรกรไร่อ้อยบางส่วนต้องการทิ้งใบอ้อยหลังการเก็บเกี่ยวแล้วไว้ในแปลงเพื่อคลุมดินรักษาความชื้นภายในดิน และป้องกันการงอกของวัชพืชได้ส่วนหนึ่ง แต่มักจะเป็นปัญหาเมื่อใช้เครื่องหยอดปุ๋ย เนื่องจากใบอ้อยจะไปขัดกับตัวเปิดร่องปุ๋ยไม่สามารถทำงานได้โดยสะดวก ซึ่งเกษตรกรต้องการให้ใบอ้อยที่ทิ้งไว้ในแปลงมีขนาดสั้นลง

ในปี 2548 สุภาษิต และคณะ ได้ออกแบบจอบหมุนสำหรับพรวนดินและสับใบอ้อยให้พ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 80-90 แรงม้า โดยติดพ่วงแบบ 3 จุด (ภาพที่ 2.1) ออกแบบให้เยื้องขวาเพื่อสับกลบใบอ้อยในร่องอ้อย ซึ่งจะทำงานได้ในแปลงที่มีระยะการปลูกอ้อยตั้งแต่ 1.2 เมตรขึ้นไป การทำงานของจอบหมุนนี้ได้รับกำลังจากเพลาอำนวยกำลังของรถแทรกเตอร์ที่มีความเร็วรอบ 540 รอบต่อนาที เพื่อส่งกำลังไปยังห้องเกียร์แล้วถ่ายทอดไปยังเฟืองโซ่ซึ่งอยู่ด้านข้าง แล้วส่งกำลังไปหมุนเพลาจอบหมุนด้วยความเร็วรอบ 500 รอบต่อนาที



ภาพที่ 2.1 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 ซึ่งจากที่กล่าวไปแล้วเห็นได้ว่าเป็นการสับกลบใบอ้อย ไม่ได้เป็นการสับย่อยใบอ้อย และการออกแบบอุปกรณ์สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 80 แรงม้า มีราคาค่อนข้างสูง และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงตามขนาดของรถแทรกเตอร์ที่ใช้ ทำให้สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมมีแนวความคิดที่จะออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์สับใบและเศษซากอ้อยแต่เพียงอย่างเดียวได้

ในปัจจุบันมีการใช้งานรถแทรกเตอร์ 50 แรงม้า มาใช้ในงานนากันอย่างแพร่หลายทั้งการเตรียมดินขั้นที่ 1 และ การเตรียมดินขั้นที่ 2 โดยมีความพยายามที่จะนำมาใช้งานในงานไร่ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกิจกรรมการปลูกอ้อย ทั้งการพรวนดินกำจัดวัชพืชพร้อมให้ปุ๋ย สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม จึงมีแนวความคิดในการออกแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยเพื่อติดกับรถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า ทั้งนี้เนื่องจากแรงม้าที่ลดลงจากการใช้แทรกเตอร์ขนาด 80 แรงม้า เหลือ 50 แรงม้า ซึ่งการลดแรงม้าลงจะเป็นส่วนดีที่อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงลดลง ราคาเครื่องจักรกลการเกษตร ก็จะมีราคาที่ถูกลง ทำให้เกษตรกรมีความสามารถที่จะซื้ออุปกรณ์ได้ง่ายขึ้น

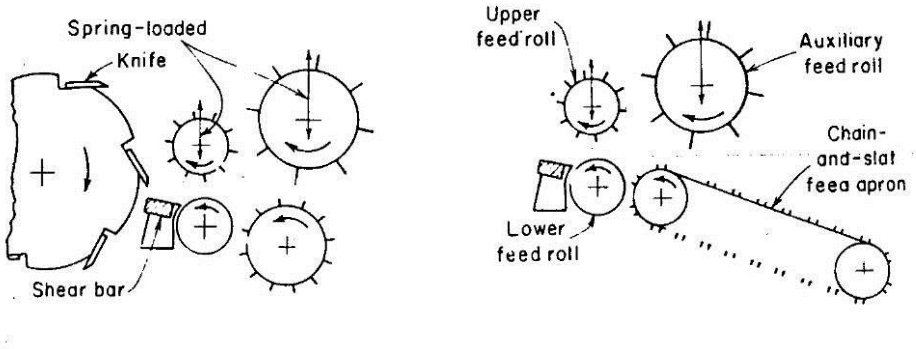
การทบทวนวรรณกรรม

ในปี 2540 ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ได้พัฒนาจอบหมุนโดยการถอดใบมีดที่อยู่ตรงกับแถวอ้อยออกแล้วใช้จอบหมุนคร่อมร่องอ้อย ซึ่งจากผลการทดลองโดย อรรถสิทธิ์ บุญธรรม ในปี 2544 พบว่าการใช้จอบหมุนสับใบและเศษซากอ้อยคลุกเคล้าลงดินได้ดี แต่มีข้อแม้ว่าใบอ้อยถ้าหนาจะพันใบมีด

จากการสำรวจเบื้องต้น ในปี 2544-2545 ได้มีการนำเข้าจอบหมุนพรวนดินสำหรับอ้อยแบบ 2 แถว จากต่างประเทศ ซึ่งใช้การทำงานแบบคร่อมร่องอ้อย เนื่องจากอ้อยตอที่งอกขึ้นมามีลำต้นสูง ดังนั้นโครงสร้างของจอบหมุนจึงต้องมีขนาดค่อนข้างสูงใหญ่เทอะทะ และมีกลไกค่อนข้างยุ่งยาก นอกจากนั้นยังต้องใช้ต้นกำลังเป็นรถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ทำให้การทำงานไม่สะดวก อีกทั้งแม้ว่าจะมีการพยายามลอกเลียนจอบหมุนดังกล่าวโดยมีโรงงานท้องถิ่นแต่จอบหมุนยังมีราคาแพง จึงทำให้ไม่แพร่หลายมากนัก ในปี 2548 สุภาษิต และคณะ ได้ออกแบบจอบหมุนสำหรับพรวนดินและสับใบอ้อยให้พ่วงรถแทรกเตอร์ขนาด 80-90 แรงม้า โดยติดพ่วงแบบ 3 จุด ออกแบบให้เยื้องขวาเพื่อสับกลบใบอ้อยในร่องอ้อย ซึ่งจะทำงานได้ในแปลงที่มีระยะการปลูกอ้อยตั้งแต่ 1.2 เมตรเป็นต้นไป การทำงานของจอบหมุนนี้ได้รับกำลังจากเพลาอำนวยกำลังของรถแทรกเตอร์ที่มีความเร็วรอบ 540 รอบต่อนาที เพื่อส่งกำลังไปยังห้องเกียร์แล้วถ่ายทอดไปยังเฟืองโซ่ซึ่งอยู่ด้านข้างแล้วส่งกำลังไปหมุนเพลาจอบหมุน ด้วยความเร็วรอบ 500 รอบต่อนาที 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 ซึ่งเกษตรกรบางรายยังคิดว่าเป็นการสิ้นเปลืองที่จะลงทุน เพราะต้องมีรถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ และใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการสับกลบใบอ้อยค่อนข้างสูง

ระบบการป้อนและสับ ซึ่ง R.A. Kepner Roy Bainer และ E.L. Barger กล่าวไว้ว่า โดยทั่วไประบบการป้อนและสับมี 2 ลักษณะ ดังแสดงในภาพที่ 2.2 ซึ่งเป็นแบบลูกกลิ้งทั้งหมด และแบบเป็น

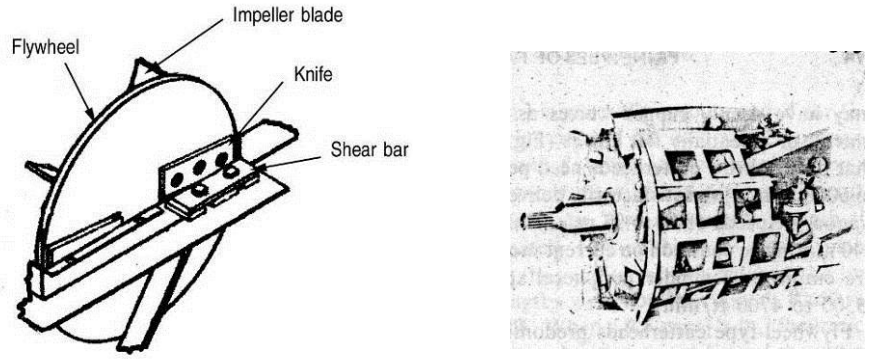
ลูกกลิ้งพร้อมโซ่และเหล็กพา ซึ่งแบบลูกกลิ้งทั้งหมด อาจมีมากกว่า 4 ลูกก็ได้ ระบบการป้อนใช้ระบบคลัชหรือ



ภาพที่ 2.2 แสดงระบบการป้อนและสับ

เกียร์ในการป้อน สามารถหยุด หรือถอยกลับได้หาเกิดการป้อนมากเกินไป การทำงานของลูกกลิ้งบนและลูกกลิ้งล่างคือกดให้วัสดุถูกตัดได้ และเป็นตัวป้อนวัสดุให้หัวตัด ลูกกลิ้งตัวล่างโดยปกติจะมีผิวเรียบ ส่วนลูกกลิ้งตัวบนจะเป็นแถบๆ เพื่อให้จับยึดวัสดุที่จะตัดได้ดี ลูกกลิ้งบนและลูกกลิ้งล่างจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก และอยู่ติดกับระนาบหรือรัศมีการตัดของใบมีด เพื่อไม่ให้วัสดุที่จะถูกตัดถูกดึงเข้าไปโดยใบมีด ในการป้อนวัสดุ ความเร็วในการป้อนวัสดุของลูกกลิ้งทุกลูกต้องเหมือนกัน

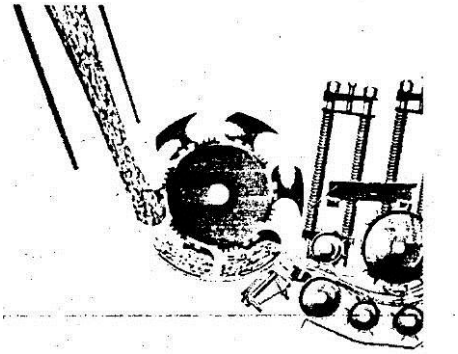
ในการหาความเร็วในการป้อนวัสดุต้องพิจารณาถึงเส้นผ่านศูนย์กลางที่แท้จริงของลูกกลิ้งที่มีรอยหยัก หรือแถบ ซึ่งจะมีค่าน้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเล็กน้อย ลูกกลิ้งตัวบนจะมีแรงกดสปริงคอยกดไว้ เพื่อขนาดที่แตกต่างกันของวัสดุที่ถูกป้อนเข้ามาลูกกลิ้งก็จะสามารถขยับขึ้นลงได้ พื้นที่หน้าตัดของช่องทางออกของวัสดุที่ถูกตัดแล้วสามารถหาได้จาก ความกว้างของตัวลูกกลิ้งป้อนที่น้อยที่สุดคูณกับระยะห่างที่มากที่สุดระหว่างลูกกลิ้งตัวบนและลูกกลิ้งตัวล่าง ช่องทางออกของวัสดุจะเป็นปัจจัยหลักตัวหนึ่งในการกำหนดอัตราความเร็วในการสับ สำหรับหัวตัดโดยทั่วไปมี 2 ชนิดคือ แบบล้อช่วยแรง (flywheel-type) และแบบทรงกระบอก (cylinder-type) ดังแสดงในภาพที่ 2.3 ซึ่งหัวตัดทั้ง 2 แบบนี้มักนิยม



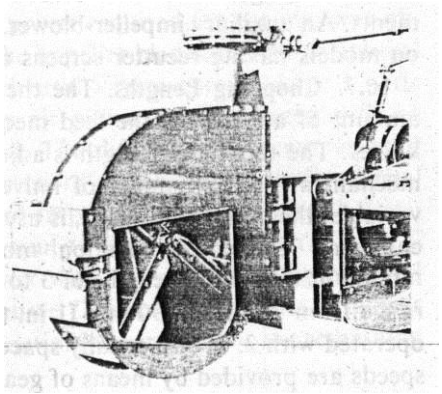
หัวตัดแบบล้อช่วยแรง หัวตัดแบบทรงกระบอก

ภาพที่ 2.3 แสดงหัวตัดทั้ง 2 ชนิด

ใช้กับแปลงพืช หัวตัดทั้งสอบแบบนี้จะติดใบมีดเอียงจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งเพื่อให้เกิดความต้องการแรงบิดน้อยที่สุด หัวตัดแบบใบมีดล้อช่วยแรงนี้ติดใบมีดประมาณ 4 ถึง 6 ใบ หัวตัดแบบทรงกระบอกจะติดใบมี 6 ใบ ซึ่งเส้นผ่านศูนย์กลางเมื่อติดใบนี้ตามที่กล่าวมาแล้วนี้จะมีค่าประมาณ 380-460 มิลลิเมตร หรือถ้าติดใบมี 9 ใบ จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 610 มิลลิเมตร ซึ่งหัวตัดทั้งสองแบบออกแบบให้สามารถถอดใบมีดออกได้บ้างเพื่อให้สามารถเพิ่มความยาวของวัสดุที่ถูกตัดได้ แต่ระยะห่างระหว่างใบมีดต้องเท่าๆ กันเพื่อให้หัวตัดสมดุลย์ หัวตัดแบบล้อช่วยแรงจะมีใบพัดติดอยู่ 3-4 ใบ โดยรอบเพื่อที่จะเหวี่ยงวัสดุที่ถูกตัดแล้วออกไปทางปล่องสู่รถบรรทุก หัวตัดแบบทรงกระบอกจะทำหน้าที่เหวี่ยงวัสดุที่ถูกตัดแล้วออกไปโดยใบมิดตัวเองไปยังช่องเก็บใกล้ๆ หรือจะทำการติดตั้งใบพัดด้านหลังของหัวตัดก็ได้ หัวตัดที่ออกแบบให้เหวี่ยงวัสดุออกไปเองใบมีดจะมีลักษณะเป็นรูปถ้วย แสดงในภาพที่ 2.4 ส่วนภาพที่ 2.5 แสดงหัวตัดแบบทรงกระบอกใช้ใบพัดช่วยส่งวัสดุที่ถูกตัดออก ความเร็วเชิงเส้นของหัวตัดที่จะสามารถเหวี่ยงวัสดุที่ตัดออกไปต้องมีความเร็วประมาณ 28-30 เมตร/วินาที เพื่อให้เพียงพอที่จะส่งวัสดุที่ถูกตัดแล้วออกไปยังรถบรรทุกด้านหลัง อัตราความเร็วเชิงเส้น 30-33 เมตร/วินาที สำหรับเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบ/นาที จะเป็นค่าที่นำมาใช้กันโดยทั่วไป เมื่อนำใบพัดมาติดตั้งเพิ่มสำหรับหัวตัดแบบทรงกระบอกจะมีความเร็วเชิงเส้นประมาณ 18-24 เมตร/วินาที แต่เดิมล้อตัดแบบล้อช่วยแรงมักจะนำมาใช้กันในแปลงพืช เนื่องจากเป็นรูปแบบที่ง่ายสำหรับเครื่องที่ติดตั้งอยู่กับที่ และต้องติดตั้งใบพัดเพื่อส่งวัสดุที่ถูกตัดแล้วขึ้นไปบนไซโลสูงๆ แต่ในปัจจุบัน เครื่องสับที่ใช้ในแปลงส่วนใหญ่



ภาพที่ 2.4 แสดงหัวตัดทรงกระบอก ติดใบมีดรูปถ้วย



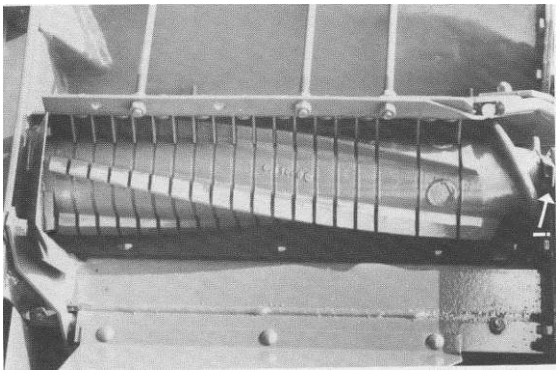
ภาพที่ 2.5 แสดงชุดพัดลมที่นำมาติดกับหัวตัดแบบทรงกระบอก

จะเป็นแบบหัวตัดทรงกระบอก เนื่องจากเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวตัดทรงกระบอกจะเล็กกว่าแบบหัวตัดล้อช่วยแรง มีอัตราการสับมากกว่า โดยไม่ต้องเพิ่มรอบความเร็วซึ่งทำให้กินกำลังไม่มาก การตัดให้สมบรูณ์จำเป็นต้องรักษาระยะห่างระหว่างใบมีดกับแท่นรองตัด ซึ่งหัวตัดแบบทรงกระบอกทำได้ง่ายกว่า มีความเสียหายน้อยสำหรับหัวตัดแบบทรงกระบอกถ้าหากมีวัสดุแปลกปลอมถูกป้อนเข้าไป การทดแทนใบมีดทำได้ง่ายกว่า หัวตัดแบบทรงกระบอกเป็นที่ต้องการในการตัดหญ้าแห้ง การตัดทำหญ้าหมักซึ่งเหล่านี้เป็นตัวกระตุ้นให้มีการพัฒนาชุดตะแกรงตัดซ้ำ ติดตั้งในหัวตัดทรงกระบอก ดังภาพที่ 2.5 ซึ่งชุดตะแกรงนี้บางครั้งก็ถูกนำไปใช้กับพืชอื่นๆ ด้วย ตะแกรงจะเป็น สี่เหลี่ยมขนาด 13 มม. คูณ 102 มม. ซึ่งบางครั้งตะแกรงก็อาจเป็นรูปยาวรี รูตะแกรงขนาดใหญ่จะนำมาใช้เพื่อทำหญ้าหมักความชื้นต่ำ ตะแกรงแบบตัดซ้ำนี้จะมีความต้องการใช้กำลังในการทำงานมากขึ้น และต้องการใบพัดในการเหวี่ยงวัสดุที่ตัดแล้วออกไปด้วย ความยาวของวัสดุที่ถูกตัดตามทฤษฎี จะเป็นตัวกำหนดระบบป้อนและระบบสับ ความยาวการตัดทางทฤษฎีสามารถปรับได้โดยการปรับอัตราการป้อน หรือจำนวนใบมีดบนหัวตัด ซึ่งในปัจจุบันเครื่องสับรุ่นใหม่ถูกปรับให้ความยาววัสดุในการตัดทางทฤษฎีน้อยที่สุด มีความยาวประมาณ 3-6 มิลลิเมตร และมากที่สุดอยู่ที่ประมาณ 25-90 มิลลิเมตร หัวตัดแบบ 6 ใบมีดสามารถถอดใบมีดออกทำงานได้ตั้งแต่ 2 3 และ 6 ใบมีด โดยมีระยะห่างของใบมีดเท่าๆ กัน การปรับอัตราการป้อนจาก 2 ถึง 6 จะทำการปรับเปลี่ยนที่ห้องเกียร์ และหรือเฟืองโซ่ ความยาวที่แท้จริงของวัสดุที่ถูกตัดจะมีค่าใกล้เคียงกับในทางทฤษฎีเมื่อการป้อนเป็นแนวตรง เช่นการปลูกเป็นแถว ของแถวข้าวโพด เป็นต้น เมื่อวัสดุที่ถูกป้อนถูกตัดออกความยาวที่แท้จริงจะมีค่าประมาณ 2 เท่าทางทฤษฎี และมีบางชิ้นถูกสับหลายครั้ง ความยาวทางทฤษฎีของวัสดุที่ถูกตัดนั้นมักจะใช้กันที่ 6 มม. สำหรับสับหญ้าแห้งและหญ้าหมัก

Barrington และคณะได้ทดสอบเปรียบเทียบความยาวในการตัดกับความต้องการกำลังที่ใช้ และความหนาแน่น ในกองหญ้าหมัก โดยการสับ alfalfa และ brome ผสมกันที่ความชื้น 50 เปอร์เซ็นต์ โดยการใช้ตะแกรงตัดซ้ำโดยมีขนาดรูตะแกรง สี่เหลี่ยมจัตุรัส 102 มิลลิเมตร และไม่ใช้ตะแกรงตัดซ้ำ ซึ่งจากการตัดให้ได้ความยาวทางทฤษฎีขนาด 6 มิลลิเมตร แบบไม่มีตะแกรงจะได้ความยาวของวัสดุจริงมากกว่า 38 มิลลิเมตร และหากเพิ่มตะแกรงตัดซ้ำจะลดความยาวลง 5 เปอร์เซ็นต์ การติดตั้งตะแกรงตัดซ้ำนี้เพิ่มความหนาแน่นให้กับกองหญ้าหมัก 8.4 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ต้องการความยาวในการตัดทางทฤษฎี 9.5 มิลลิเมตร ใช้ตะแกรงตัดซ้ำ เปรียบเทียบกับการตัดให้ได้ความยาววัสดุ 6 มิลลิเมตรแบบไม่มีตะแกรง ความหนาแน่นของหญ้าหมักเพิ่มขึ้นเพียง 3.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากคำแนะนำความยาวทางทฤษฎีของวัสดุที่ถูกตัดควรอยู่ที่ 13 มิลลิเมตรสำหรับในการทำกองข้าวโพดหมัก ซึ่งถ้าหากมีการตัดให้ความยาวของวัสดุที่ถูกตัดน้อยเกินไปก็จะทำให้ เป็นการเพิ่มความต้องการการใช้กำลังงานต่อน้ำหนักมากขึ้นและยังเป็นการลดอัตราในการสับของอุปกรณ์อีกด้วย

ระเบียบวิธีการวิจัย

จากปัญหาที่เกษตรกรไร่อ้อยบางส่วนต้องการทิ้งใบอ้อยหลังการเก็บเกี่ยวแล้วไว้ในแปลงเพื่อคลุมดินรักษาความชื้นภายในดิน และป้องกันการงอกของวัชพืชได้ส่วนหนึ่ง แต่มักจะเป็นปัญหาเมื่อใช้เครื่องหยอดปุ๋ย เนื่องจากใบอ้อยจะไปขัดกับตัวเปิดร่องปุ๋ยไม่สามารถทำงานได้โดยสะดวก ซึ่งเกษตรกรต้องการให้ใบอ้อยที่ทิ้งไว้ในแปลงมีขนาดสั้นลงแต่เนื่องจากราคาอุปกรณ์ และขนาดรถแทรกเตอร์ที่มีขนาดใหญ่สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในการทำงานค่อนข้างมาก ประกอบกับในปัจจุบันมีรถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้าที่สามารถนำมาใช้ในไร่อ้อยได้ ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะออกแบบอุปกรณ์ใช้กับรถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า โดยแยกการตัดสับใบและเศษซากอ้อยเพื่อให้รถแทรกเตอร์มีกำลังเพียงพอในการทำงานให้สำเร็จได้ เครื่องสับใบและเศษซากอ้อย ผู้วิจัยใช้แนวความคิดอุปกรณ์สับต้นข้าวโพดมาดัดแปลงให้สามารถสับใบและเศษซากอ้อย ดังแสดงในภาพที่ 2.6 หลังจากสับใบและเศษซากอ้อยแล้วจึงใช้อุปกรณ์อื่นซึ่งอาจเป็นจอบหมุนหรืออุปกรณ์อื่นในการกลบใบและเศษซากอ้อยที่ตัดแล้วต่อไป



ภาพที่ 2.6 ชุดอุปกรณ์สับต้นข้าวโพด

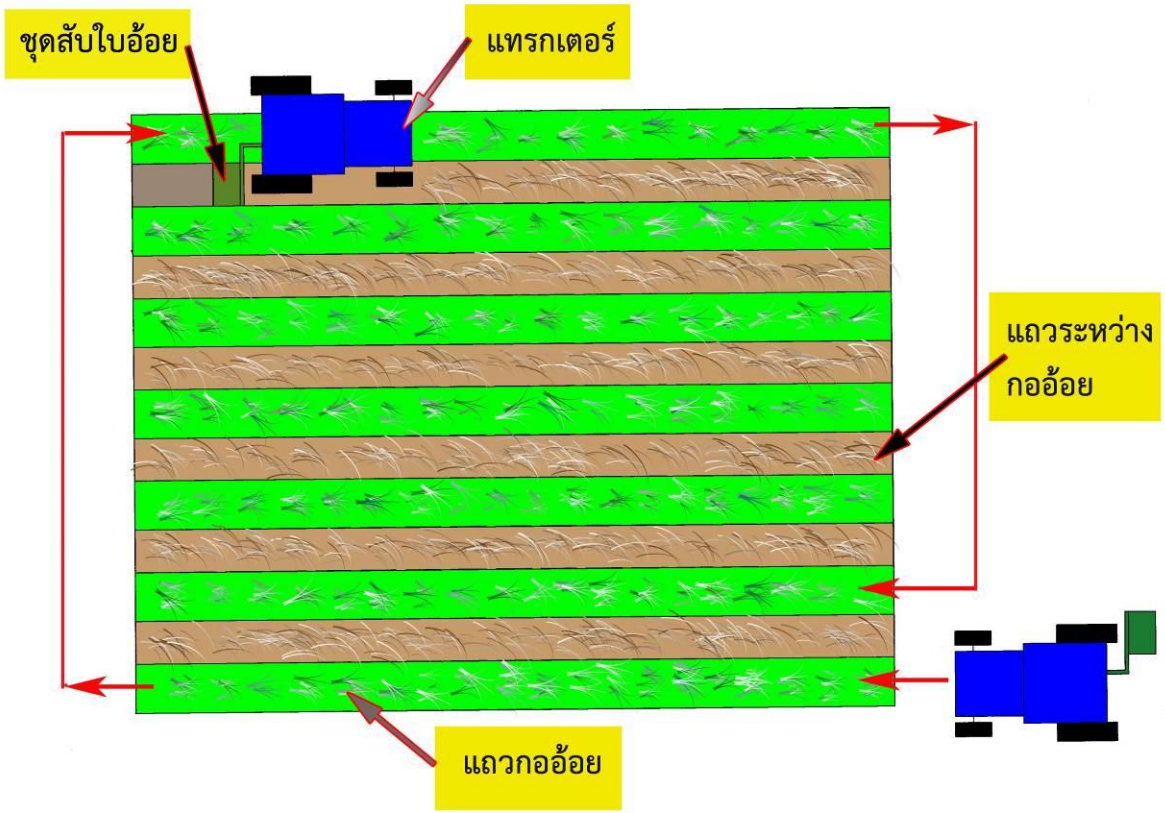
โดยในช่วงเริ่มต้นดำเนินการสร้างและทดสอบเบื้องต้น ณ โรงปฏิบัติงานของกลุ่มวิจัยวิศวกรรมผลิตพืช สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม แล้วดำเนินการทดสอบและเก็บข้อมูล ณ แปลงเกษตรกร ในพื้นที่ จ.พิษณุโลก จ.กาญจนบุรี และจ.ขอนแก่น สำหรับช่วงเวลาในการดำเนินการวิจัย อยู่ในช่วง ตุลาคม 2553 – กันยายน 2555 และมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้ ดำเนินการออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรเตอร์ขนาดกลาง ทดสอบเบื้องต้น โดยพิจารณาความเป็นไปได้ในการใช้งาน และข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อปรับปรุงให้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น จากนั้นปรับปรุงข้อบกพร่องเพื่อให้ได้ต้นแบบที่สมบูรณ์ ทดสอบการทำงานในแปลงอ้อยของเกษตรกร ในพื้นที่ จ.พิษณุโลก จ.กาญจนบุรี และจ.ขอนแก่น เพื่อเก็บข้อมูลและหาความสามารถในการทำงาน ความยาวใบอ้อยก่อนใช้และหลังใช้เครื่องมือ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และเขียนรายงาน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

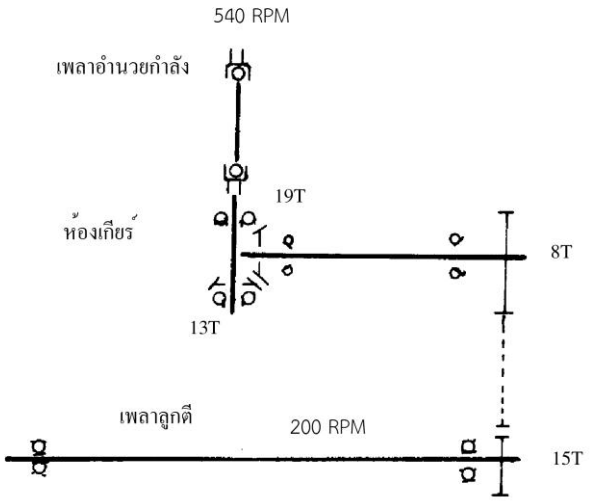
ดำเนินการศึกษาอุปกรณ์สับต้นข้าวโพดมาดัดแปลงให้สามารถสับใบและเศษซากอ้อย แล้วนำมาออกแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อย โดยใช้รูปแบบคล้ายกับเครื่องสับต้นข้าวโพดดังแสดงในภาพที่ 1.6 และดำเนินการสร้างต้นแบบดังนี้

1. ต้นแบบที่1 สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า

ดำนินการสร้างโดยออกแบบให้ใช้แกนเพลาชุดลูกตีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.06 เมตร มีชุดลูกตีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.44 เมตร เพื่อดึงใบอ้อยให้เข้าไปปะทะกับชุดใบมีดซึ่งติดอยู่ด้านบนของชุดลูกตี โดยในขั้นแรกออกแบบใบชุดตีเป็นเหล็กเพลากลมเพื่อให้เกิดความแข็งแรง ส่วนชุดใบมีดทำจากเหล็กสปริง เพื่อให้มีความแข็งแรงและสามารถยืดหยุ่นได้ ออกแบบให้ชุดเครื่องสับใบอ้อยติดกับแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้าโดยการวิ่งคร่อมร่องอ้อยดังแสดงในภาพที่ 2.7 เนื่องจากรถแทกรเตอร์มีขนาดใหญ่เกินกว่าจะวิ่งในแถวระหว่างกออ้อยได้ ออกแบบให้กำลังจากเพลาอำนวยกำลังรถแทรกเตอร์ผ่านไปยังห้องเกียร์ทด อัตราทด 1.46:1 แล้วส่งกำลังผ่านเฟืองโซ่ไปยังชุดลูกตี โดยมีความเร็วรอบชุดลูกตี ประมาณ 200 รอบ/นาที ดังแสดงในภาพที่ 2.8 ซึ่งชุดเกียร์และชุดเฟืองทดใช้ขนาดเท่ากับจอบหมุนนาข้าว ที่มีใช้กันแพร่หลายเพื่อให้ได้วัสดุราคาไม่แพง และจากการทดสอบเบื้องต้นพบว่า ใบอ้อยพันเข้าสู่แกนชุดตีโดยไม่มีการสับใบ จึงดำเนินการแก้ไขใหม่



ภาพที่ 2.7 แสดงรูปแบบของการพ่วงเครื่องสับใบอ้อยแล้วเวิ่งคร่อมร่องอ้อยเพื่อสับใบอ้อยระหว่างแถวอ้อย



ภาพที่ 2.8 รูปแบบการส่งกำลังจากรถแทรกเตอร์ไปยังเพลาลูกตี

2. ต้นแบบที่ 2 สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า

ดำเนินการสร้างชุดลูกตีมีลักษณะเป็นเหล็กพืดแบน และเปลี่ยนชุดใบมีดให้ยาวมากขึ้นและมีช่องว่างระหว่างใบลูกตีกับใบมีดน้อยเพื่อให้สามารถตัดใบอ้อยได้ดีมากขึ้นแสดงในรูป 2.9 ซึ่งจะได้ดำเนินการทดสอบในแปลงต่อไป

ภาพที่ 2.9 ชุดลูกตีมีลักษณะเป็นเหล็กพืดแบน

หลังจากได้นำต้นแบบที่แก้ไขแล้วไปทดสอบในแปลง พบว่า ชุดใบมีดรับไม่มีความแข็งแรง เนื่องจากเป็นเหล็กสปริง เมื่อเชื่อมติดกับแผ่นยึดจะเปราะหักง่ายเนื่องจากได้รับความร้อนจากการเชื่อม นอกจากนั้นเกิดการพันของใบอ้อยจนชุดแกนเพลาใบมีดไม่สามารถหมุนได้ ต้องดำเนินการปรับปรุง

3. ต้นแบบที่ 3 สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า

โดยเปลี่ยนวัสดุชุดใบมีดรับจากเหล็กสปริง เป็นเหล็กเหนียวธรรดาพร้อมลับคมและขยายช่องว่างระหว่างใบมีดให้มากขึ้น เนื่องจากไม่สามารถสับใบอ้อยได้ทัน ใบอ้อยจึงเข้ามาอุดตัน ซึ่งจากการทดลองเบื้องต้นแล้วเห็นได้ว่ารถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า สามารถทำงานได้จึงลดขนาดรถแทรกเตอร์ที่ใช้งานลงเหลือ 34 แรงม้า ซึ่งเป็นแทรกเตอร์ขนาดเล็กลงมาที่เกษตรกรนิยมใช้งานกันมากอีกขนาดหนึ่ง และเป็นการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงในการทำงานอีกทางหนึ่งด้วย

หลังจากได้เปลี่ยนวัสดุชุดใบมีดรับเป็นเหล็กเหนียวธรรมดาเรียบร้อยแล้ว จึงได้นำไปทดสอบพ่วงต่อกับแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า ซึ่งพบว่าสามารถทำงานได้ แต่ยังคงมีปัญหาในการที่ใบอ้อยเข้าไปอัดกับใบรับที่ได้ทำไปใหม่จนในบางครั้งเครื่องหยุดการทำงานเนื่องจากหมุนไปไม่ไหว ต้องเอาใบอ้อยที่เข้ามาอัดนั้นออกไปก่อนจึงจะสามารถทำงานต่อได้แสดงในภาพที่ 2.10

4. ต้นแบบที่ 4 สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า

ดำเนินการปรับปรุงใบรับอีกครั้ง โดยการใช้ใบมีดสำหรับใบตัดหญ้าขนาด 4x3 เซนติเมตร มาติดกับแกนที่เชื่อมต่อกับแผงรับอีกครั้งโดยใช้การยึดใบมีดด้วยน้อตจำนวน 2 ตัวต่อใบ ซึ่งใบมีดนี้มีความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร เพื่อให้สามารถตัดใบอ้อยได้ดีขึ้น แล้วดำเนินการทดสอบเบื้องต้นเพื่อดูผลต่อไป

ภาพที่ 2.10 แสดงการใช้แทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้าติดเครื่องสับใบอ้อยและใบอ้อยเข้ามาพันแกนลูกตี

เมื่อได้นำเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดสอบปรากฏว่ายังคงมีปัญหาจากการพันที่แกนลูกตี

5. ต้นแบบที่ 5 สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า

จึงดำเนินการปรับปรุงใหม่ขยายขนาดลูกตีให้ใหญ่ขึ้นโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลาประมาณ 0.27 เมตรส่วนใบลูกตีลดความยาวลงเหลือความยาวฟันลูกตีประมาณ 0.08 เมตรเพื่อให้เหมาะสมและมีความแข็งแรงมากขึ้นและมีเส้นผ่านศูนย์กลางโดยรวมประมาณเท่าเดิม รวมทั้งลดความยาวใบรับให้มีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลูกตีที่ได้ปรับปรุงใหม่ โดยใช้ใบรับเป็นเหล็กพืดลับคมประกบคู่เพื่อให้เกิดความแข็งแรง ซึ่งต้องดำเนินการทดสอบหาข้อมูลเบื้องต้นต่อไปเพื่อนำมาปรับปรุง

ภาพที่ 2.11 แสดงให้เห็นการขยายขนาดลูกตีให้ใหญ่ขึ้น

หลังจากได้ปรับปรุงเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับแทรกเตอร์ขนาดกลาง ตามภาพที่ 2.11 แล้วนำไปทดสอบพบว่าใบอ้อยยังคงมีการอุดตันทำให้ต้องหยุดการทำงานเพื่อดึงใบอ้อยออกจากเครื่องตามภาพที่ 2.12

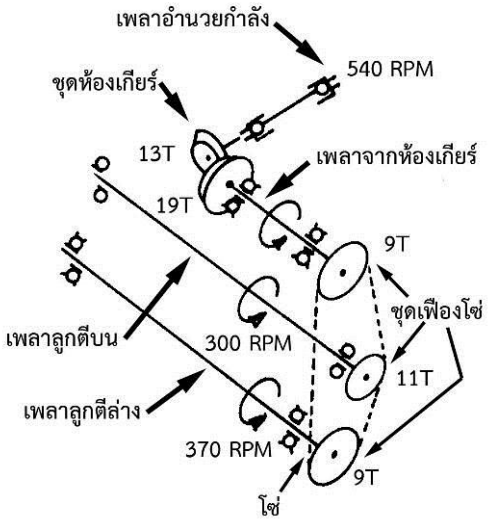
ภาพที่ 2.12 แสดงให้เห็นว่าใบอ้อยมีการอุดตัน

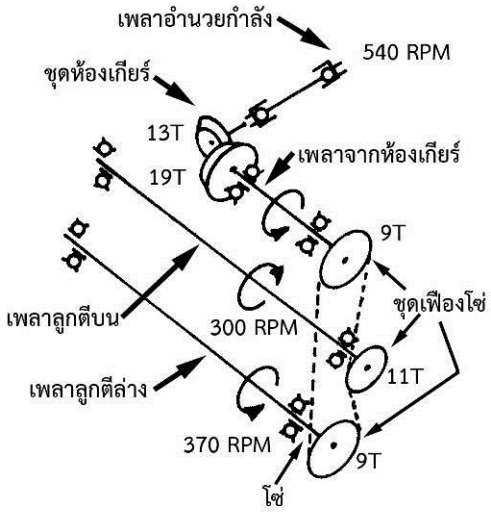
6. ต้นแบบที่ 6 สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า

ซึ่งจากการพันของใบอ้อยจึงได้เปลี่ยนวิธีการสับใบแบบใหม่โดยออกแบบให้มี 2 ลูกตีโดยให้ลูกตีด้านบนมีขนาดเล็กกว่าด้านล่าง ตามรูป ที่ 2.13 โดยให้ลูกตีลูกที่สอง หมุนด้วยความเร็วรอบต่างกับลูกตีแรก โดยการกำหนดจำนวนฟันของเฟืองโซ่ที่ไม่เท่ากัน และสามารถกำหนดให้ลูกตีลูกที่สองหมุนตามหรือหมุนสวนทางกับลูกตีลูกแรกได้ ซึ่งใช้หลักการถ่ายทอดกำลังโดยใช้โซ่ขับแบบหลักการถ่ายทอดกำลังแบบ rack and pinion แล้วประยุกต์ให้มุมสัมผัสของโซ่มีค่าโดยประมาณ 120 องศา และยังใช้วิธีการวางตำแหน่งของเพลาของ เฟืองตาม (pinion) ให้สามารถหมุนตามหรือหมุนทวนเฟืองขับ (driver) ได้ ซึ่งเป็นการลดความซับซ้อนของระบบ และเป็นการประยุกต์ให้เพลาของเฟืองตามหมุนกลับทิศกับเฟืองขับโดยใช้ระบบโซ่ได้ ตามภาพที่ 2.14 2.15 2.16 และ 2.17

ภาพที่ 2.13 แสดงต้นแบบเครื่องสับใบอ้อยแบบ 2 ลูกตี

ภาพที่ 2.14 แสดงการใช้โซ่ขับลูกตีหมุนตามกัน ภาพที่ 2.15 แสดงการใช้โซ่ขับลูกตีหมุนสวนกัน





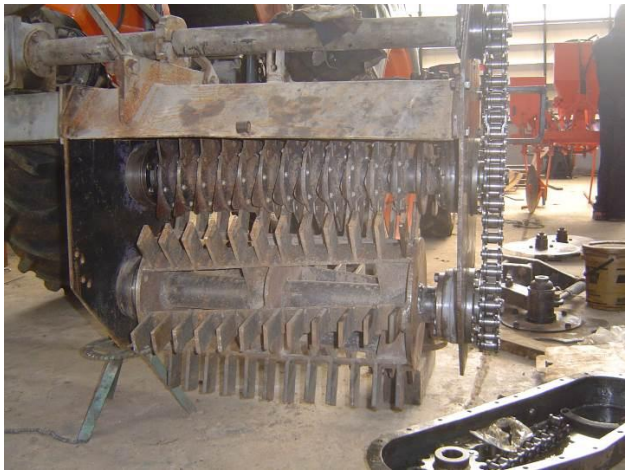
ภาพที่ 2.16 การส่งกำลังแบบลูกตีหมุนตามกัน ภาพที่ 2.17 การส่งกำลังแบบลูกตีหมุนสวนกัน

โดยใช้เฟืองโซ่ที่เพลาจากห้องเกียร์ 9 ฟัน เพลาลูกตีบน 11 ฟัน เพลาลูกตีล่าง 9 ฟัน ซึ่งจะได้ความเร็วรอบลูกตีบน 300 รอบ/นาที ความเร็วรอบลูกตีล่าง 370 รอบ/นาที แล้วนำไปทดสอบพบว่าสามารถตีใบอ้อยได้ดีทั้งการหมุนตามและหมุนทวนของลูกตี ไม่มีการพันของใบอ้อยจนต้องหยุดดึงใบออก แต่ขนาดความยาวของใบที่สับออกมายังคงมีความยาวมากไป

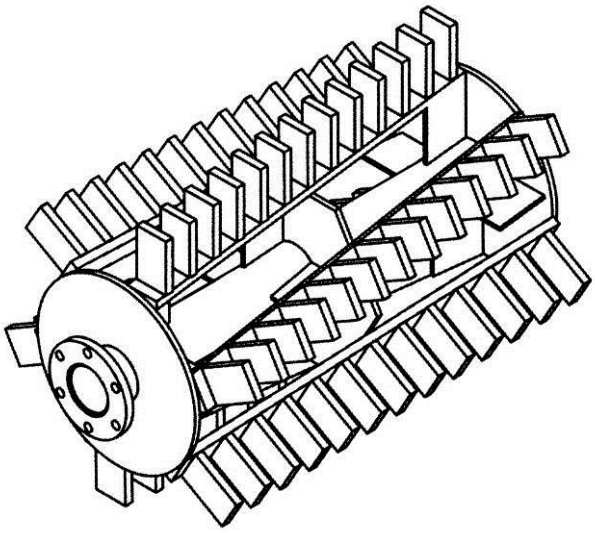
7. ต้นแบบที่ 7 สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า

จึงแก้ไขต้นแบบอีกครั้งโดยการเปลี่ยนใบตีของลูกตีตัวบนที่เป็นเหล็กพืดธรรมดา เป็นใบมีดแบบรถเกี่ยวข้าว ดังแสดงในรูป 2.18 และเปลี่ยนฟันลูกตีให้มีจำนวนมากขึ้นเป็น 13 ฟันต่อแถบ พร้อมกับจานประกอบใบมีดสามเหลี่ยมแบบรถเกี่ยวข้าว จำนวน 14 จาน จานละ 4 ใบมีดเรียงเป็นเกลียว

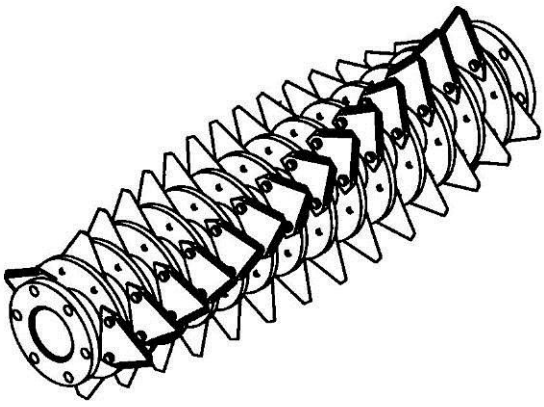
ประมาณ 7 องศา เพื่อไม่ให้ใบตี ตีพร้อมกัน ซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากกว่า และยังคงให้ลูกตีบนและลูกตีล่างหมุนตามและหมุนทวนกันเพื่อดูผลการทดสอบ ดังแสดงในภาพที่ 2.19 และ 2.20



ภาพที่ 2.18 แสดงการใช้ใบมีดรถเกี่ยวข้าวใส่ในลูกตีบน



ภาพที่ 2.19 แสดงการปรับปรุงลูกตีล่าง โดยเพิ่มจำนวนใบตี และเรียงเป็นเกลียว



ภาพที่ 2.20 แสดงลูกตีบนการติดใบมีดสามเหลี่ยมบนจาน และเรียงเป็นเกลียว

ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่า การหมุนของลูกตีบนและลูกตีล่างหมุนตามกันและหมุนสวนกัน ใช้ได้ดีแต่ขนาดความยาวของใบอ้อยยังคงมีความยาวอยู่

8. ต้นแบบที่ 8 สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า

จึงปรับปรุงโดยการเปลี่ยนเฟืองเพลาลูกตีใบมีดให้มีความเร็วมากกว่า ลูกตีตัวล่าง เพื่อให้การสับใบทำได้ละเอียดมากขึ้น โดยดำเนินการเปลี่ยนเฟือง ที่เพลาจากห้องเกียร์มีจำนวนฟันเป็น 12 ฟัน เพลาลูกตีบน 9 ฟัน และเฟืองเพลาลูกตีล่าง 16 ฟัน จะได้ความเร็วรอบเพลาลูกตีบนประมาณ 493 รอบ/นาที ความเร็วรอบเพลาลูกตีล่างประมาณ 277 รอบ/นาที โดยสามารถสลับทิศทางการหมุนของเฟืองเพลากลาง (เพลาใบมีด) ได้โดยการใช้ทิศทางการคล้องโซ่ ดังในภาพที่ 2.21 และ 2.22 โดยมีเฟืองพยุงโซ่เพิ่มเติม ดำเนินการทดสอบการหมุนของลูกตีแบบหมุนตามกันและหมุนสวนกันทั้งสองแบบ

ภาพที่ 2.21ลูกตีทั้งสอง หมุนตามกัน

ภาพที่ 2.22 ลูกตีทั้งสองหมุนสวนทาง

ตารางที่ 2.1 ผลการทดสอบเครื่องสับใบอ้อย แบบลูกตีหมุนตามกันและหมุนสวนกัน หน้ากว้างในการทำงาน 0.625 เมตร พ่วงติดกับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า รถแทรกเตอร์คูโบต้า L 3408 ที่เกียร์รถแทรกเตอร์ low 2 ที่ความเร็วรอบเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของรถแทรกเตอร์ที่ 2,500 รอบต่อนาที ทดสอบที่อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

รายการ	ข้อมูลแบบลูกตีหมุนตามกัน	ข้อมูลแบบลูกตีหมุนสวนกัน
สภาพแปลงทดสอบ		
- ขนาดแปลง (กว้างxยาว), (เมตร)	6.5x195	6.5x195
- ความชื้นดิน (มาตรฐานแห้ง), (%)	17.0	15.93
- 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

ภาพที่ 2.23 ใบอ้อยที่ผ่านเครื่องสับใบและเศษซากอ้อย

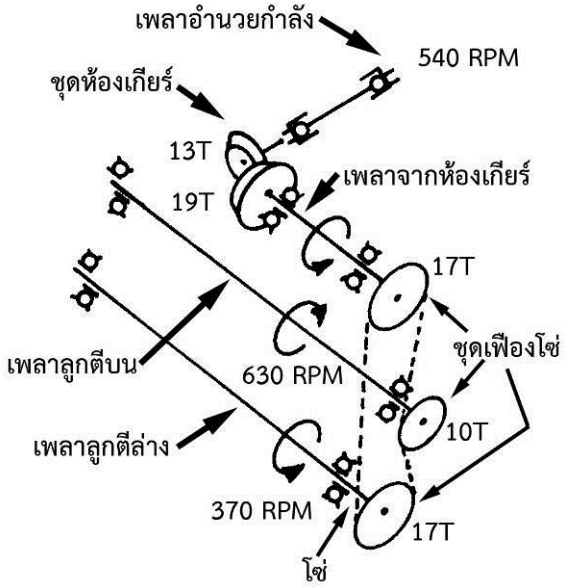
ซึ่งจากผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 2.1 และ ภาพที่ 2.23 ได้ขนาดความยาวใบอ้อยขนาดสั้นลง เหลือประมาณ 30 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความยาวที่ลดลงจากใบอ้อยเดิมประมาณ 75 เปอร์เซนต์ และการหมุนเพลาใบตีและเพลาใบมีดสวนทางกันให้ใบที่สั้นมากกว่าเล็กน้อย จึงได้เลือกใช้การหมุนใบมีดแบบสวนทางกัน จากการสังเกตุการทดสอบที่ผ่านมา การใช้เครื่องสับใบอ้อยใช้กำลังเครื่องยนต์ไม่มากนัก การใช้รถแทรกเตอร์พ่วงเครื่องสับใบอ้อยโดยวิ่งในแถวระหว่างกออ้อยจะควบคุมรถแทรกเตอร์ได้ดีกว่า และยังสามารถใช้งานได้กับตออ้อยที่สูงแล้วอีกด้วย

9. ต้นแบบที่ 9 สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า

จึงสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า และเพิ่มรอบลูกตีทั้งสองลูกเพื่อให้ตีใบได้สั้นมากขึ้น โดยดำเนินการสร้างเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้าซึ่งสามารถวิ่งภายในแถวระหว่างกออ้อยได้ โดยออกแบบให้ลูกตีสองลูกหมุนสวนทางกันโดยมีเฟืองเพลาบนจำนวน 17 ฟัน เฟืองเพลากลาง 10 ฟัน และเฟืองเพลาลูกตีล่างจำนวน 17 ฟัน ซึ่งเป็นความเร็วรอบลูกตีเพลาบนประมาณ 630 รอบ/นาที ความเร็วรอบลูกตีเพลาล่างประมาณ 370 รอบ/นาที โดยใช้หัวเกียร์ทดเท่าเดิม 1.46:1 ดังแสดงในภาพที่ 2.24, 2.25 และภาพที่ 2.26

ภาพที่ 2.24 แสดงเครื่องสับใบอ้อยด้านข้าง

ภาพที่ 2.25 แสดงเครื่องสับใบด้านหลัง



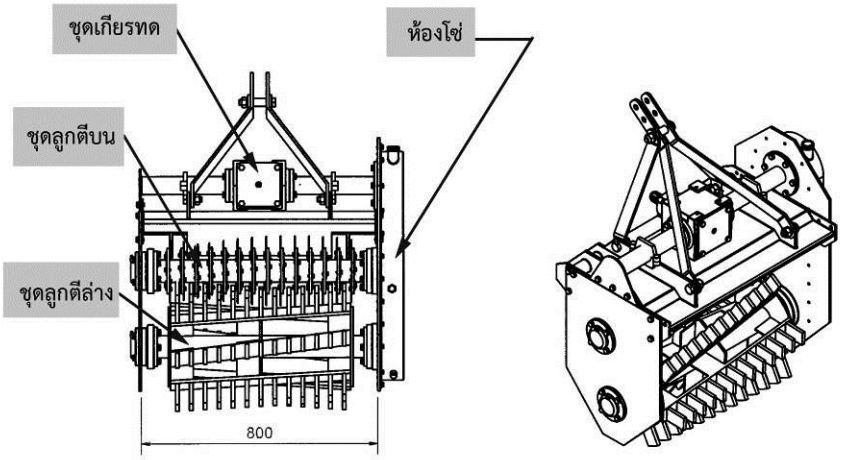
ภาพที่ 2.26 การส่งกำลังและรอบการหมุนของเครื่องสับใบอ้อยสำหรับแทรกเตอร์ 24 แรงม้า

ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 2.2 2.3 และภาพที่ 2.27 ส่วนประกอบของเครื่องสับใบอ้อย แสดงในภาพที่ 2.28

ตารางที่ 2.2 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

ภาพที่ 2.27 แสดงผลการทำงานเครื่องสับใบอ้อยพ่วงแทรกเตอร์ 24 แรงม้า



ภาพที่ 2.28 แสดงโครงสร้างโดยรวมของเครื่องสับใบอ้อยพ่วงรถแทรกเตอร์ 24 แรงม้า

ตารางที่ 2.3 แสดงกำลังที่ต้องใช้ในการทำงานของเครื่องสับใบอ้อยเทียบกับจอบหมุนสับกลบใบอ้อย

ขนาดรถแทรกเตอร์แรงม้า	อุปกรณ์ที่พ่วงต่อกับแทรกเตอร์	รูปแบบของแทรกเตอร์ทำงานในแปลงอ้อย	หน้ากว้างในการทำงานเมตร	กำลังที่ใช้ในการทำงานกิโลวัตต์ (แรงม้า)	กำลังที่ใช้ในการทำงาน/หน้ากว้างในการทำงานกิโลวัตต์/เมตร
24	เครื่องสับใบอ้อย	แทรกเตอร์วิ่งในแถวระหว่างกออ้อย	0.625	3.71 (2.78)	4.43

จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า เครื่องสับใบและเศษซากอ้อยนั้นสามารถทำงานได้โดยใช้กำลังในการทำงาน ประมาณ 4.43 กิโลวัตต์/เมตร ความยาวใบอ้อยหลังการสับ 0.24 เมตร ที่ความหนา 0.065 เมตร เมื่อใช้แทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า ความเร็วรอบเพลาอำนวยกำลัง 540 รอบ/นาที

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากปัญหาที่เกษตรกรไร่อ้อยบางส่วนต้องการทิ้งใบอ้อยหลังการเก็บเกี่ยวแล้วไว้ในแปลงเพื่อคลุมดินรักษาความชื้นภายในดิน และป้องกันการงอกของวัชพืชได้ส่วนหนึ่ง แต่มักจะเป็นปัญหาเมื่อใช้เครื่องหยอดปุ๋ย เนื่องจากใบอ้อยจะไปขัดกับตัวเปิดร่องปุ๋ยไม่สามารถทำงานได้โดยสะดวก ซึ่งเกษตรกรต้องการให้ใบอ้อยที่ทิ้งไว้ในแปลงมีขนาดสั้นลงแต่เนื่องจากราคาอุปกรณ์ และขนาดรถแทรกเตอร์ที่มีขนาดใหญ่สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในการทำงานค่อนข้างมาก สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมจึงได้ออกแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยเพื่อรถแทรกเตอร์ที่มีขนาด 24 แรงม้า เพื่อให้แทรกเตอร์วิ่งเข้าไปในแถวระหว่างกออ้อยได้ เครื่องสับใบอ้อยนี้ออกแบบให้พ่วงต่อรถแทรกเตอร์แบบพ่วงต่อแบบ 3 จุด ชุดหัวเกียร์อัตราทด 1.46:1 ถ่ายทอดกำลังจากเพลาถ่ายทอดกำลังรถแทรกเตอร์ ส่งกำลังผ่านเฟืองโซ่ไปหมุนเพลาใบมีด 2 ชุดบนล่าง หมุนสวนทางกัน ซึ่งใช้หลักการถ่ายทอดกำลังโดยใช้โซ่ขับแบบหลักการถ่ายทอดกำลังแบบ rack and pinion แล้วประยุกต์ให้มุมสัมผัสของโซ่มีค่าโดยประมาณ 120 องศา และยังใช้วิธีการวางตำแหน่งของเพลาของเฟืองตาม (pinion) ให้สามารถหมุนตามหรือหมุนทวนเฟืองขับ (driver) ได้ ซึ่งเป็นการลดความซับซ้อนของระบบ และเป็นการประยุกต์ให้เพลาของเฟืองตามหมุนกลับทิศกับเฟืองขับโดยใช้ระบบโซ่ได้ เฟืองโซ่เพลาบน 17 ฟัน เฟืองเพลากลาง 10 ฟัน และเฟืองเพลาลูกตีล่าง 17 ฟัน เมื่อให้เพลาอำนวยกำลังหมุนด้วยความเร็ว 540 รอบ/นาที ความเร็วลูกตีเพลาบนหมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 630 รอบ/นาที ความเร็วลูกตีเพลาล่างหมุนด้วยความเร็วประมาณ 370 รอบ/นาที ใบมีดชุดล่างประกอบด้วยใบมีด 4 ชุด ชุดละ 13 ฟัน ใบมีดชุดบนประกอบด้วยจาน 14 จาน แต่ละจานติดใบมีดสามเหลี่ยมจำนวน 4 ใบ 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 ซึ่งหลังการใช้เครื่องสับใบอ้อยแล้วใบยังคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้นภายในดินไว้ และใบอ้อยที่ทิ้งไว้มีขนาดสั้นเพื่อให้สามารถใช้เครื่องหยอดปุ๋ยได้โดยไม่ติดขัดกับตัวเปิดร่องปุ๋ยต่อไป

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้พัฒนาจอบหมุนแถวเดี่ยวเพื่อพรวนดินและสับกลบใบอ้อยในระหว่างร่องอ้อยขึ้นมา 2 รุ่น คือรุ่นที่ใช้กับรถแทรกเตอร์ 34-50 แรงม้า จะต้องวิ่งคร่อมร่อง สามารถทำงานได้ดีในอ้อยตอที่มีความสูงของตออ้อยไม่เกิน 40 เซนติเมตร และ รุ่นที่ใช้กับรถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้า จะทำงานในร่องอ้อยได้ดี เหมาะสำหรับแปลงอ้อยตอที่ผ่านการตัดด้วยรถตัดอ้อยที่มีความหนาของใบอ้อยไม่มากนัก (ไม่เกิน 10 เซนติเมตร) จอบหมุนขนาด 24 แรงม้านี้สามารถนำไปใช้ในงานกำจัดวัชพืชได้ด้วย จอบหมุนทั้งสองแบบจะช่วยลดอัตราเสี่ยงจากการเกิดไฟไหม้อ้อยตอ และลดมลภาวะจากการเผาใบและเศษซากอ้อย นอกจากนี้ยังเป็นการสนับสนุนการใช้เครื่องจักรกลเกษตรที่ผลิตในประเทศ โดยได้ออกแบบจอบหมุนเยื้องไปทางขวาในแนวล้อของรถแทรกเตอร์ หน้ากว้างในการทำงาน 80 เซนติเมตร (สำหรับรถแทรกเตอร์ 34 ถึง 50 แรงม้า) ต่อพ่วงกับแทรกเตอร์แบบพ่วง 3 จุดใช้เกียร์ทดรับกำลังจากเพลาอำนวยกำลังขนาด 50 แรงม้า ถ่ายทอดกำลังจากห้องเกียร์ผ่านเฟืองโซ่ไปยังเพลาจอบหมุนเพื่อให้ได้ความเร็วรอบประมาณ 500 รอบต่อนาที เพลาจอบหมุนมีจานยึดใบจอบหมุน 3 จาน ในแต่ละจานมีใบจอบหมุนแบบ L ผสม C จำนวน 6 ใบ ชุดใบจอบหมุนเรียงกันเป็นเกลียวเพื่อไม่ให้กระทบดินพร้อมกัน ซึ่งใช้กำลังในการทำงานน้อยสุด ในการทดสอบที่จังหวัดกาญจนบุรีสำหรับรถแทรกเตอร์ 50 แรงม้า ที่ความชื้นดินเฉลี่ย (มาตรฐานแห้ง) 12.43 % ความยาวใบอ้อยก่อนการสับกลบ 119.2 เซนติเมตร น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ 2,060 กิโลกรัมต่อไร่ ความหนาของใบอ้อย 18 เซนติเมตร ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี 2.09 ไร่ต่อชั่วโมง ความสามารถในการทำงานจริง 1.85 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน 83.6% ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 3.25 ลิตรต่อไร่ สำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 34 แรงม้า ทดสอบที่จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ที่ความชื้นดินเฉลี่ย (มาตรฐานแห้ง) 11.05 % ความยาวใบอ้อยก่อนการสับกลบ 132 เซนติเมตร น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ 1,960 กิโลกรัมต่อไร่ ความหนาของใบอ้อย 14 เซนติเมตร ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี 2.05 ไร่ต่อชั่วโมง ความสามารถในการทำงานจริง 1.91 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน 93.08 % ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 3.12 ลิตรต่อไร่

ส่วนจอบหมุนแบบ 24 แรงม้าออกแบบให้ทำงานในระหว่างร่องอ้อยได้ มีหน้ากว้างในการทำงาน 80 เซนติเมตร ต่อพ่วงกับแทรกเตอร์แบบพ่วง 3 จุดใช้เกียร์ทดรับกำลังจากเพลาอำนวยกำลังขนาด 40 แรงม้า ถ่ายทอดกำลังจากห้องเกียร์ผ่านเฟืองโซ่ไปยังเพลาจอบหมุนเพื่อให้ได้ความเร็วรอบประมาณ 336 รอบต่อนาที เพลาจอบหมุนมีจานยึดใบจอบหมุน 4 จาน ในแต่ละจานมีใบจอบหมุนแบบ L ผสม C 6 ใบ ชุดใบจอบหมุนเรียงกันเป็นเกลียวเพื่อไม่ให้กระทบดินพร้อมกัน ซึ่งใช้กำลังในการทำงานน้อยสุด ในการทดสอบที่จังหวัด กาญจนบุรี พบว่า ที่ความชื้นดินเฉลี่ย (มาตรฐานแห้ง) 11.47% ความยาวใบอ้อยก่อนการสับกลบ 21.5 เซนติเมตร น้ำหนักใบอ้อยต่อพื้นที่ 480 กิโลกรัมต่อไร่ ความหนาของใบอ้อย 7 เซนติเมตร ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี 2.12 ไร่ต่อชั่วโมง ความสามารถในการทำงานจริง 1.95 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน 91.98% ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 1.58 ลิตรต่อไร่ สำหรับการใช้จอบหมุนสำหรับกำจัดวัชพืช ทดสอบในแปลงจังหวัดกาญจนบุรีพบว่า ที่ความชื้นดินเฉลี่ย (มาตรฐานแห้ง)

12.56% น้ำหนักใบอ้อยก่อนการสับกลบ 780 กิโลกรัมต่อไร่ ความสามารถในการทำงานทางทฤษฎี 2.06 ไร่ต่อชั่วโมง ความสามารถในการทำงานจริง 1.98 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน 96.12 % ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 1.35 ลิตรต่อไร่ น้ำหนักวัชพืชหลังการกำจัด 19.04 กิโลกรัมต่อไร่ ประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช 97.55 %

การใช้จอบหมุนเพื่อพรวนดินและสับใบอ้อยนั้น นอกจากจะช่วยในเรื่องลดความเสี่ยงเนื่องจากการเกิดไฟไหม้ในแปลงอ้อยทำความเสียหายให้แก่ตออ้อยแล้ว การสับใบอ้อยและพรวนดินยังเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุและปริมาณอากาศให้กับดินด้วย ปัจจุบันบริษัท สยามอิมพลีเม้นท์ จำกัด ได้นำต้นแบบจอบหมุนแบบแถวเดี่ยวเพื่อพรวนดินและสับกลบใบอ้อย และจอบหมุนเพื่อพรวนดินและสับกลบใบอ้อยที่สามารถใช้กำจัดวัชพืชได้ด้วย ไปผลิตเพื่อจำหน่าย

จากปัญหาที่เกษตรกรไร่อ้อยบางส่วนต้องการทิ้งใบอ้อยหลังการเก็บเกี่ยวแล้วไว้ในแปลงเพื่อคลุมดินรักษาความชื้นภายในดิน และป้องกันการงอกของวัชพืชได้ส่วนหนึ่ง แต่มักจะเป็นปัญหาเมื่อใช้เครื่องหยอดปุ๋ย เนื่องจากใบอ้อยจะไปขัดกับตัวเปิดร่องปุ๋ยไม่สามารถทำงานได้โดยสะดวก ซึ่งเกษตรกรต้องการให้ใบอ้อยที่ทิ้งไว้ในแปลงมีขนาดสั้นลงแต่เนื่องจากราคาอุปกรณ์ และขนาดรถแทรกเตอร์ที่มีขนาดใหญ่สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในการทำงานค่อนข้างมาก สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมจึงได้ออกแบบเครื่องสับใบและเศษซากอ้อยเพื่อรถแทรกเตอร์ที่มีขนาด 24 แรงม้า เพื่อให้แทรกเตอร์วิ่งเข้าไปในแถวระหว่างกออ้อยได้ เครื่องสับใบอ้อยนี้ออกแบบให้พ่วงต่อรถแทรกเตอร์แบบพ่วงต่อแบบ 3 จุด ชุดหัวเกียร์อัตราทด 1.46:1 ถ่ายทอดกำลังจากเพลาถ่ายทอดกำลังรถแทรกเตอร์ ส่งกำลังผ่านเฟืองโซ่ไปหมุนเพลาใบมีด 2 ชุดบนล่าง หมุนสวนทางกัน ซึ่งใช้หลักการถ่ายทอดกำลังโดยใช้โซ่ขับแบบหลักการถ่ายทอดกำลังแบบ rack and pinion แล้วประยุกต์ให้มุมสัมผัสของโซ่มีค่าโดยประมาณ 120 องศา และยังใช้วิธีการวางตำแหน่งของเพลาของเฟืองตาม (pinion) ให้สามารถหมุนตามหรือหมุนทวนเฟืองขับ (driver) ได้ ซึ่งเป็นการลดความซับซ้อนของระบบ และเป็นการประยุกต์ให้เพลาของเฟืองตามหมุนกลับทิศกับเฟืองขับโดยใช้ระบบโซ่ได้ เฟืองโซ่เพลาบน 17 ฟัน เฟืองเพลากลาง 10 ฟัน และเฟืองเพลาลูกตีล่าง 17 ฟัน เมื่อให้เพลาอำนวยกำลังหมุนด้วยความเร็ว 540 รอบ/นาที ความเร็วลูกตีเพลาบนหมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 630 รอบ/นาที ความเร็วลูกตีเพลาล่างหมุนด้วยความเร็วประมาณ 370 รอบ/นาที ใบมีดชุดล่างประกอบด้วยใบมีด 4 ชุด ชุดละ 13 ฟัน ใบมีดชุดบนประกอบด้วยจาน 14 จาน แต่ละจานติดใบมีดสามเหลี่ยมจำนวน 4 ใบ 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 ซึ่งหลังการใช้เครื่องสับใบอ้อยแล้วใบยังคลุมแปลงไว้เพื่อรักษาความชื้นภายในดินไว้ และใบอ้อยที่ทิ้งไว้มีขนาดสั้นเพื่อให้สามารถใช้เครื่องหยอดปุ๋ยได้โดยไม่ติดขัดกับตัวเปิดร่องปุ๋ยต่อไป

บรรณานุกรม

บทนำ

ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. 2545, สัมมนาเชิงปฏิบัติ เรื่องแนวทางวิจัย และพัฒนาอ้อยในภาตตะวันออกเฉียงเหนือ. ในช่วงปี 2547-2459. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. ขอนแก่น.

สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์. 2548. จอบหมุนแถวเดี่ยวเพื่อพรวนดิน และสับใบอ้อยในระหว่างแถวไร่อ้อย. เครื่องจักรกลเกษตร. 2548

บทที่ 1

บทความส่งเสริมการเกษตร (บทความที่ 10/2553) เรื่อง รวมพลังยุติการเผา “ลดโลกร้อน ลดการกีดกันทางการค้า” กลุ่มเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่ สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมส่งเสริมการเกษตร.

ละอองดาว แสงหล้า และธวัชชัย ศุภดิษฐ์ 2005. ผลกระทบจากการเผาใบอ้อยและแนวทางการแก้ไข. Vol.2 No.1, 85-102.THAI JOURNAL OF ENVIROMENTAL MANAGEMENT., NIDA THAILAND.

สุรพล ถ้ำกระแส มานพ มังพรมราช จรัล อารีย์ ประชา ถ้ำทอง และธนิต โสภโนดร. 2536. ผลของการเผาใบอ้อยก่อนการเก็บเกี่ยวและทิ้งไว้ในระยะเวลาต่าง ๆ ที่มีต่อคุณภาพความหวานและผลผลิตของอ้อย. รายงานผลการวิจัยประจำปี2536. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 89 - 112 น.

สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์ อัคคพล เสนาณรงค์ ยุทธนา เครือหาญชาญพงค์ ขนิษฐ์ หว่านณรงค์ 2548. วิจัยและพัฒนาจอบหมุนแบบแถวเดี่ยวเพื่อพรวนดินและสับใบอ้อยในระหว่างแถวสำหรับไร่อ้อย ทะเบียนวิจัยเลขที่ 09-01-42-0101. สถาบันวิจัยวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม. 2540. สถานการณ์การผลิตอ้อยและน้ำตาล. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2540. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 5 - 6 น.

บทที่ 2

สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์. 2548. จอบหมุนแถวเดี่ยวเพื่อพรวนดิน และสับใบอ้อยในระหว่างแถวไร่อ้อย. เครื่องจักรกลเกษตร. 2548

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

R. A. Kepner Roy Bainer and E. L. Barger. 1978. Principles of Farm Machinery Third Edition. AVI publishing company,INC. 527 pages.