วิจัยและพัฒนาจอบหมุนติดรถไถเดินตามเพื่อการสับกลบโสนอัฟริกัน

Research and Development of a Rotary Tiller Implementing with a Two-Wheel Tractor for *Sesbania rostrata* Brem. and Obrem. Incorporation

อัคคพล เสนาณรงค์ [1/] ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์ [1/] ขนิษฐ์ หว่านณรงค์ [1/]
สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์ [1/] อนุชิต ฉ่ำสิงห์ [1/]
Akkapol Senanarong [1/] Yuttana Khaehanchanpong [1/] Khanit Wannaronk [1/]
Suphasit Sngiamphongse [1/] Anuchit Chamsing [1/]

ABSTRACT

A rotary tiller implemented with a 10 hp two-wheel tractor was developed for incorporation of green manure namely *Sesbania rostrata* Brem. and Obrem. Power from PTO shaft was transmitted to rotary gearbox by mean of chain and sprocket. The cutting width of the rotary was 50 cm. There were three disk holder flanges fitted with 15 C-L type blades on the tiller shaft. The flanges were located to attain spiral form of the blade. The speed of the rotor was 348 rpm with engine speed of 1,800 rpm. Results from the test in *Sesbania rostrata* field (1,013 kg/rai) indicated the field capacity of 0.54 rai/h with 70.8 % field efficiency. Fuel consumption was 4.7 litres/rai. The length of *Sesbania rostrata* prior to the test was 119 cm and became 29 cm after being chopped by the incooperation.

Key words : rotary tiller, green manure, *Sesbania rostrata*, two-wheel tractor

บทคัดย่อ

จอบหมุนได้ถูกพัฒนาให้ใช้ติดตั้งกับรถไถเดินตามขนาด 10 แรงม้า เพื่อสับกลบปุ๋ยพืชสด กำลังถูกถ่ายทอดจากเพลาอำนวยกำลังมายังจอบหมุนด้วยโซ่ จอบหมุนมีความกว้างการทำงาน 50 ซม. เพลาจอบหมุนจะมีจานยึดใบจอบหมุน 3 ชุด ในแต่ละจานจะมีใบจอบหมุนแบบ C ผสม L รวมใบจอบหมุนทั้งหมด 15 ใบ ใบจอบหมุนจะเรียงเป็นเกลียว ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,800 รอบ/นาที ความเร็วรอบเพลาจอบหมุนจะเท่ากับ 348 รอบ/นาที จากการทดสอบสับกลบโสนอัฟริกันที่มีปริมาณโสนอัฟริกัน(น้ำหนักสด) 1,013 กก./ไร่ พบว่าความสามารถการทำงานเท่ากับ 0.54 ไร่/ชม.

[1/] สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1/] Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

ประสิทธิภาพในการทำงานเชิงพื้นที่เท่ากับ 70.8 % การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 4.7 ลิตร/ไร่ โดยต้นโสนอัฟริกันก่อนสับกลบสูงเฉลี่ย 119 ซม. และความยาวหลังสับกลบยาวเพียง 29 ซม.

คำหลัก : จอบหมุน ปุ๋ยพืชสด โสนอัฟริกัน รถไถเดินตาม

คำนำ

จอบหมุนเป็นเครื่องมือสับกลบปุ๋ยพืชสดที่แพร่หลายในต่างประเทศ เพราะจะสับย่อยปุ๋ยพืชสดคลุกเคล้ากับดินได้อย่างดี สำหรับประเทศที่เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้รถไถเดินตามเป็นต้นกำลัง เช่น ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนจีน จะมีการใช้รถไถเดินตามติดจอบหมุนสับกลบปุ๋ยพืชสดอย่างแพร่หลาย (Figure 1) อย่างไรก็ตาม การใช้รถไถเดินตามติดจอบหมุนนำเข้าจากจีนหรือประเทศอื่นๆ เช่น ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ จะไม่เป็นที่ยอมรับของเกษตรกรไทย เพราะรถไถเดินตามนำเข้าไม่เหมาะสมต่อการใช้งานอื่นๆ เช่น ใช้ในการไถดะนาข้าวด้วยไถจาน เพราะรถไถเดินตามดังกล่าวจะมีคันบังคับที่สั้น และตัวรถไถเดินตามมีน้ำหนักค่อนข้างมาก ทำให้ตกหล่มง่าย การนำเข้าเฉพาะตัวจอบหมุนก็ไม่สามารถทำได้ เพราะจอบหมุนนำเข้าไม่ได้ ถูกออกแบบให้ติดพ่วงกับรถไถเดินตามที่ผลิตในประเทศไทย

ผู้วิจัยคาดว่า ถ้าสามารถพัฒนาจอบหมุนให้สามารถติดพ่วงกับรถไถเดินตามที่ผลิตในประเทศ และจอบหมุนสามารถสับกลบปุ๋ยพืชสดที่นักวิชาการส่งเสริมในนาข้าวอินทรีย์ได้ดี จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวอินทรีย์ในขั้นตอนสับกลบปุ๋ยพืชสด

ข้าวอินทรีย์เป็นข้าวที่ได้จากการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ ซึ่งเป็นวิธีการผลิตที่ไม่ใช้สารเคมีหรือสารสังเคราะห์ต่างๆ เช่น ปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น ข้าวอินทรีย์ที่ผลิตในประเทศไทยส่วนใหญ่จะส่งไปจำหน่ายในต่างประเทศ โดยเฉพาะแถบยุโรป ราคาข้าวเปลือกอินทรีย์ที่เกษตรกรได้รับจะสูงกว่าราคาข้าวเปลือกโดยทั่วไปประมาณร้อยละ 10 ปัจจุบันกระทรวงเกษตรและสหกรณ์มีนโยบายหลักที่จะส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์ให้แพร่หลายมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเล็งเห็นว่าตลาดของข้าวอินทรีย์ยังสามารถขยายตัวได้อีกมาก ในปี พ.ศ. 2545 พื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์ที่ได้รับรองมาตรฐานมีอยู่ใน จังหวัดสุรินทร์ 4,910 ไร่ ใน จ.ยโสธร 6,794 ไร่ และใน จ.เชียงราย 2,000 ไร่ (วิฑูรย์, 2546)

หลักการจัดการดินที่สำคัญในการผลิตข้าวอินทรีย์ได้แก่ ไม่เผาตอซัง ฟางข้าว ตลอดจนใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากธรรมชาติ เช่น ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด อย่างไรก็ตามการผลิตข้าวอินทรีย์ก็ยังมีปัญหาในการปฏิบัติอยู่พอสมควรคือ การใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมักนั้นต้องใช้ปริมาณมาก ทำให้มีต้นทุนสูง ตลอดจนประสบปัญหาด้านแรงงานในการขนย้ายปุ๋ยไปใส่ในพื้นที่ ปุ๋ยพืชสดโดยเฉพาะจากโสนอัฟริกัน จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมของเกษตรกรในการทดแทนปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยพืชสดควรมีคุณสมบัติที่สำคัญคือ ทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี เติบโตได้ในดินที่มีธาตุอาหารต่ำ ออกดอกในเวลาสั้น ให้น้ำหนักสดสูง ต้านทานโรค และแมลงดี ต้นเปราะ สลายตัวเร็ว และขยายพันธุ์ง่าย (มุกดา, 2543) ปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมกับข้าวอินทรีย์ มีหลายชนิด ได้แก่ ถั่วเขียว ปอเทือง ถั่วพร้า และโสนอัฟริกัน (วิฑูรย์,

Figure 1. Chinese rotary tiller

2545) โดยโสนอัฟริกันจะเป็นปุ๋ยพืชสดที่รัฐให้การส่งเสริมมากที่สุด เพราะสามารถปลูกได้ในทุกสภาพ ทั้งที่ดอนและที่ลุ่ม อีกทั้งยังสามารถปลูกได้ในพื้นที่ดินเค็มมาก จากการทดลองปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 อินทรีย์โดยใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดที่ จ.สุรินทร์ พบว่าให้ผลผลิตถึง 682 กก./ไร่ (ศรจิตร, 2547) ถ้าไถกลบที่ 45 วันซึ่งเป็นระยะออกดอก จะให้น้ำหนักสด 2.72 ตัน/ไร่ น้ำหนักแห้ง 0.365 ตัน/ไร่ ปริมาณไนโตรเจน 14-19 กก./ไร่ (สมศักดิ์, 2541)

ในการสำรวจเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ใน จ.สุรินทร์ เชียงราย พะเยา 212 ราย (อนุชิตและคณะ, 2547) พบว่าส่วนใหญ่มีปัญหาในการสับกลบปุ๋ยพืชสด โดยส่วนใหญ่จะใช้รถไถเดินตามติดพ่วงไถจาน หรือไถหัวหมูในการสับกลบปุ๋ยพืชสด ซึ่งทำหน้าที่ได้เพียงไถกลบปุ๋ยพืชสดเท่านั้น แต่ไม่สามารถสับย่อยปุ๋ยพืชสดคลุกเคล้ากับดินได้ ทำให้การย่อยสลายปุ๋ยพืชสดไม่เร็วเท่าที่ควร บางครั้งทำให้เกิดปัญหาต่อการปลูกข้าวซึ่งอยู่ในช่วงเวลาถัดมา อีกทั้งเกษตรกรส่วนหนึ่ง จะไม่ปลูกโสนอัฟริกันตามคำแนะนำของนักวิชาการ เพราะโสนอัฟริกันเมื่อมีอายุ 45 วัน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการสับกลบ จะมีความสูง 1 - 2 เมตร ซึ่งมากกว่าความกว้างหน้าไถทำให้ไถกลบไม่หมด หรือต้องใช้แรงงานคนค่อนข้างมากในการตัดย่อยก่อนสับกลบ ถ้าสามารถพัฒนาจอบหมุนติดรถไถเดินตาม ให้สับย่อยปุ๋ยพืชสดคลุกเคล้ากับดินได้ จะทำให้ย่อยสลายปุ๋ยพืชสดเร็วขึ้น และจะทำให้เกษตรกรสามารถสับกลบโสนอัฟริกันได้ โดยไม่ต้องใช้แรงงานคนในการตัดย่อยก่อนสับกลบ

อุปกรณ์และวิธีการ

การพัฒนาต้นแบบจอบหมุนจะเป็นเป้าหมายหลักในงานวิจัยนี้ อย่างไรก็ตาม ถ้ามีความจำเป็นต้องพัฒนารถไถเดินตามต้นกำลัง ให้เหมาะสมก็จะดำเนินการควบคู่กันไป ต้นแบบจอบหมุนที่ได้พัฒนา ถูกนำไปทดสอบสับกลบโสนอัฟริกัน ซึ่งนับได้ว่าเป็นปุ๋ยพืชสดที่สับกลบยากชนิดหนึ่ง เพราะมีต้นสูงกว่าความกว้างหน้าไถมาก

รายละเอียดวิธีการดำเนินงานมีดังนี้

1. การทดสอบสับกลบโสนอัฟริกันในแปลงทดสอบ จ.สุรินทร์ โดยใช้จอบหมุนติดรถไถเดินตามสำหรับพรวนดินสวนผลไม้ (เปลี่ยนล้อรถไถเดินตามเป็นขนาด 80 ซม. และเปลี่ยนคันบังคับเป็นคันบังคับแบบยาว)

อัคคพลและคณะ (2547) ได้ร่วมกับโรงงานโชคชัยจักรกลเกษตร พัฒนาจอบหมุนติดรถไถเดินตามสำหรับพรวนดินสวนผลไม้ (Figure 2) โดยจอบหมุนมีหน้ากว้างการทำงาน 80 ซม. เพลาจอบหมุนจะมีจานยึดใบจอบหมุน 4 ชุด ในจานยึดใบจอบหมุน แต่ละชุดจะมีใบจอบหมุนแบบ C ผสม L 6 ใบ รวมใบจอบหมุนทั้งหมด 24 ใบ ใบจอบหมุนจะเรียงเป็นเกลียว โดยจอบหมุนจะต้องติดตั้งกับรถไถเดินตามต้นกำลัง ที่มีเพลาอำนวยกำลังยื่นออกจากห้องเกียร์ด้านขวา เพื่อถ่ายทอดกำลังไปจอบหมุนด้วยโซ่ ซึ่งปัจจุบันมีรถไถเดินตามที่ผลิตในประเทศลักษณะดังกล่าว คือ รถไถเดินตามสยามคูโบต้ารุ่นเปรียวพีทีโอ

คณะผู้วิจัยเห็นว่าจะเป็นการเหมาะสมถ้าจะพัฒนาจอบหมุนติดรถไถเดินตามสำหรับการสับกลบปุ๋ยพืชสด ต่อยอดจากจอบหมุนติดรถไถเดินตาม สำหรับพรวนดินในสวนผลไม้ ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2547 จึงนำจอบหมุนติดรถไถเดินตามสำหรับพรวนดินในสวนผลไม้ ทดสอบเบื้องต้นการสับกลบโสนอัฟริกันในศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ โดยได้เปลี่ยนล้อรถไถเดินตามจากขนาด 60 ซม. เป็นขนาด 80 ซม. เพื่อให้สะดวกในการข้ามคันนา และไม่ติดหล่ม ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,800 รอบ/นาที ขณะเข้าเกียร์ 1 ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถไถเดินตามจะเท่ากับ 0.74 เมตร/วินาที โดยมีระยะพิตช์การพรวนดินของใบมีด 7.87 ซม. นอกจากนี้

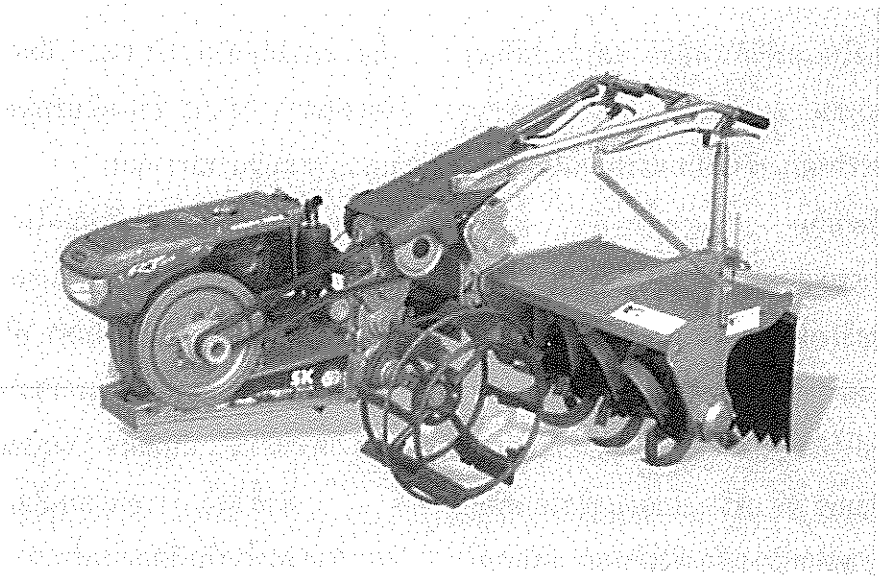

Figure 2. Rotary cultivator for fruit tree cultivation

เนื่องจากคันบังคับแบบสั้นไม่มีความจำเป็นในนาข้าว เพราะ ไม่มีกิ่งไม้กีดขวางเหมือนในสวนผลไม้ จึงได้เปลี่ยนคันบังคับของรถไถเดินตามเป็นคันบังคับแบบยาวเหมือนคันบังคับของรถไถเดินตามรุ่นปกติที่ใช้ในไร่นา เพื่อให้ผ่อนแรงเมื่อใช้อุปกรณ์พ่วงอื่น เช่น ไถจาน ไถหัวหมู

การทดสอบเพื่อหาความสามารถการทำงานจริงในสนาม ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง พร้อมทั้งประเมินคุณภาพของงาน โดยวัดประสิทธิภาพการกลบ และความยาวของโสนอัฟริกันก่อนและหลังการสับกลบ

การทดสอบเก็บข้อมูลในการทดสอบได้แบ่งแปลงออกเป็น 3 แปลง ซึ่งแต่ละแปลงมีขนาดกว้าง 20 เมตร ยาว 40 เมตร หรือคิดเป็นพื้นที่ 0.5 ไร่/แปลง ก่อนทำการทดสอบได้ทำการเก็บข้อมูลของสภาพดิน รวมถึงความหนาแน่นและความสูงของโสนอัฟริกัน

ตัวชี้วัดในการทดสอบได้แก่ ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ต้องไม่ต่ำกว่า 70 % ประสิทธิภาพการกลบต้องไม่ต่ำกว่า 70 % และความยาวของโสนอัฟริกันหลังการสับกลบต้องยาวไม่เกิน 30 ซม.

2. การพัฒนาต้นแบบจอบหมุนเพื่อการสับกลบโสนอัฟริกัน

ในการทดสอบใน จ. สุรินทร์ คณะผู้วิจัยเห็นว่าประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ของจอบหมุนค่อนข้างต่ำ เนื่องจากจอบหมุนมีน้ำหนักมากเกินไป ทำให้ยกเลี้ยวลำบาก ขณะที่การยกเลี้ยวในนามีค่อนข้างถี่ เพราะแปลงนาข้าวอินทรีย์ส่วนใหญ่มีขนาดค่อนข้างเล็ก จึงได้พัฒนาต้นแบบจอบหมุน เพื่อการสับกลบโสนอัฟริกันให้มีขนาดเล็กกว่าจอบหมุนสำหรับสวนผลไม้ โดยจอบหมุนมีหน้ากว้างการทำงาน 50 ซม. เพลาจอบหมุนจะมีจานยึดใบจอบหมุน 3 ชุด ในจานยึดใบจอบหมุน 2 ชุดจะมีใบจอบหมุนแบบ C ผสม L 6 ใบ ในจานยึดใบจอบหมุน 1 ชุดจะมีใบจอบหมุนแบบ C ผสม L 3 ใบ รวมใบจอบหมุนทั้งหมด 15 ใบ ใบจอบหมุนจะเรียงเป็นเกลียว และจากการที่ความยาวโสนอัฟริกันที่ถูกตัดยังยาวเกินไป จึงเพิ่มความเร็วรอบเพลาจอบหมุนให้เร็วขึ้นเป็น 348 รอบ/นาที ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,800 รอบ/นาที และขณะเข้าเกียร์ 1 จะมีระยะพิตช์การพรวนดินของใบมีด 4.25 ซม. (Figures 3 and 4)

3. การทดสอบการสับกลบโสนอัฟริกันในแปลงทดสอบ จ.นครราชสีมา

ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2547 ได้ทดสอบรถไถเดินตามติดจอบหมุนในการสับกลบโสนอัฟริกัน ในแปลงเกษตรกร จ.นครราชสีมา ทำการทดสอบเพื่อหาความสามารถการทำงานจริงในสนาม ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง พร้อมทั้งประเมินคุณภาพของงาน โดยวัดความยาวของโสนอัฟริกันก่อนและหลังการสับกลบ เนื่องจากมีน้ำขังสูงจากดินราว 10 ซม. จึงไม่เก็บข้อมูลของสภาพดินและประสิทธิภาพการกลบ

การทดสอบเก็บข้อมูลในการทดสอบได้แบ่งแปลงออกเป็น 3 แปลง ซึ่งแต่ละแปลงมีขนาดกว้าง 20 เมตร ยาว 40 เมตร หรือคิดเป็นพื้นที่ 0.5 ไร่/แปลง ก่อนทำการทดสอบได้ทำการเก็บข้อมูลความหนาแน่นและความสูงของโสนอัฟริกัน

ตัวชี้วัดในการทดสอบได้แก่ ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ต้องไม่ต่ำกว่า 70 % และความยาวของโสนอัฟริกันหลังการสับกลบต้อง

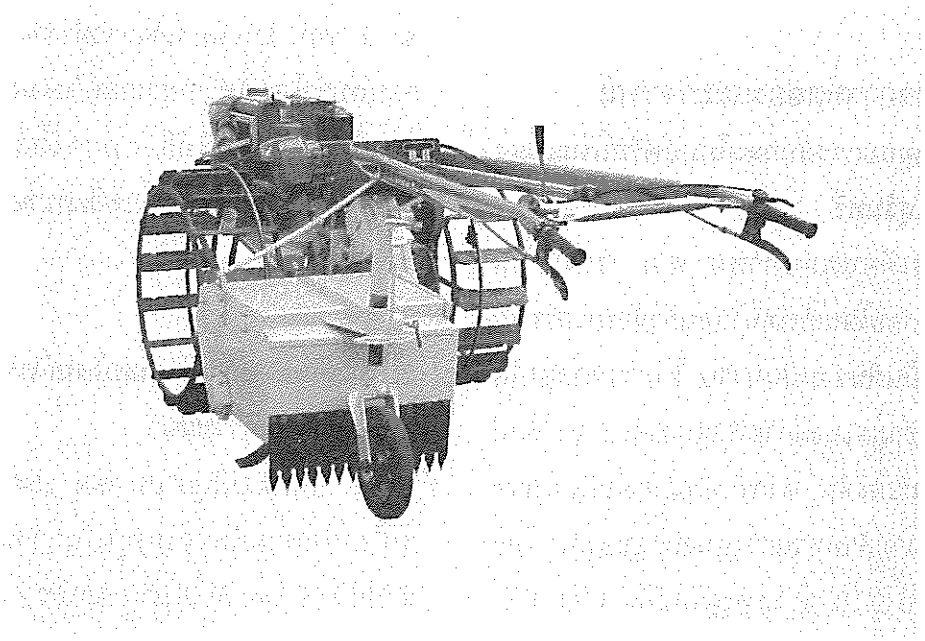

Figure 3. Rotary tiller implementing with a two-wheel tractor

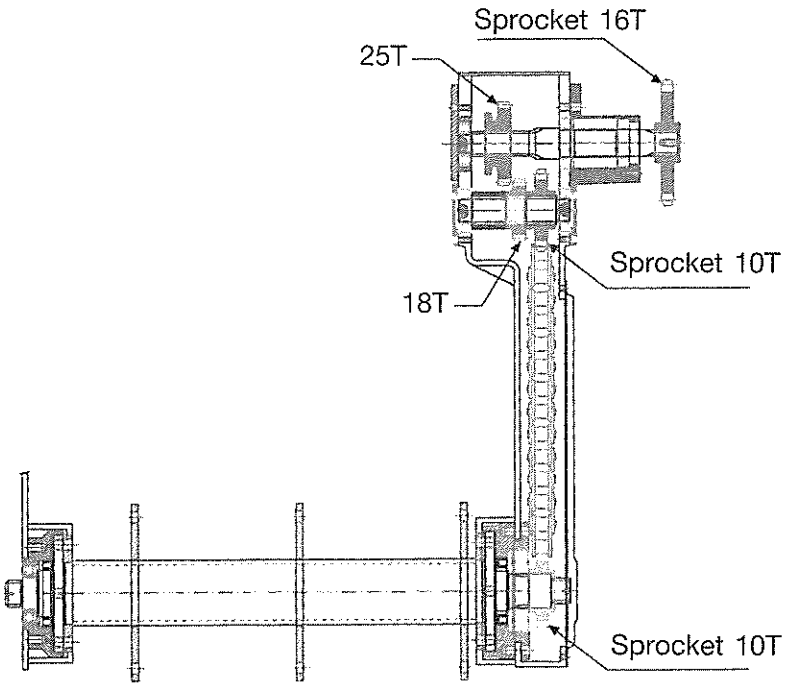

Figure 4. Power transmission

ยาวไม่เกิน 30 ซม.

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การทดสอบการสับกลบโสนอัฟริกันในแปลงทดสอบ จ.สุรินทร์

ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2547 ได้ทดสอบสับกลบโสนอัฟริกันในศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ สภาพดินเป็นดินร่วนปนทราย ในการทดสอบได้ทำการเก็บข้อมูลของสภาพดินแปลงละ 5 จุด ได้แก่ ค่าความชื้นของดิน ค่าความหนาแน่นดินสภาพแห้ง ค่าความต้านทานการแทงทะลุของดิน โดยได้ผลเท่ากับ 9.18 % มาตรฐานแห้ง 1.39 กรัม/ลบ.ซม. และ 634.0 กิโลพาสคาล ตามลำดับ น้ำหนักสดของโสนอัฟริกันมีค่า 638.8 กก./ไร่ น้ำหนักสดของลูกข้าวมีค่า 156.7 กก./ไร่ และต้นโสนอัฟริกันมีความสูงเฉลี่ย 131.5 ซม.

ในการทดสอบใช้เกียร์ 1 ตั้งความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,800 รอบ/นาที ซึ่งให้ความเร็วรอบเพลาอำนวยกำลัง 308 รอบ/นาที และความเร็วรอบเพลาจอบหมุน 188 รอบ/นาที จากการทดสอบพบว่าความสามารถการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 0.59 ไร่/ชม. ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 56.7 % ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 2.2 ลิตร/ไร่

ความหนาแน่นดินสภาพแห้งหลังการสับกลบมีค่า 0.97 กรัม/ลบ.ซม. ค่าความหนาแน่นดินสภาพแห้งลดลง 31 % ประสิทธิภาพการกลบวัดโดยสุ่มตัวอย่างโสนอัฟริกันใน 1 ตร.ม. แปลงละ 5 จุดทั้งก่อนและหลังการทำงาน หลังการสับกลบพบว่าโสนอัฟริกันถูกกลบในดินค่อนข้างมาก โดยคำนวณประสิทธิภาพการกลบได้เท่ากับ 78.2 % โสนอัฟริกันถูกสับเหลือความยาวเฉลี่ย 46 ซม.

2. การทดสอบการสับกลบโสนอัฟริกันในแปลงทดสอบ จ.นครราชสีมา

ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2547 ได้ทดสอบรถไถเดินตามติดจอบหมุนในการสับกลบโสนอัฟริกัน (Figure 5) ในนาเกษตรกร จ.นครราชสีมา สภาพดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีระดับน้ำสูงจากผิวดินประมาณ 10 ซม.

ในการทดสอบ ใช้เกียร์ 1 ตั้งความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,800 รอบ/นาที พบว่า ความสามารถการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 ไร่/ชม. ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 70.8 % ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 4.7 ลิตร/ไร่

ก่อนการสับกลบพบว่าความหนาแน่นของโสนอัฟริกัน(น้ำหนักสด)มีค่าเท่ากับ 1,013.4 กก./ไร่ ต้นโสนอัฟริกันมีความสูงเฉลี่ย 119 ซม. หลังการสับกลบพบว่าโสนอัฟริกันถูกกลบใต้ดินค่อนข้างมากโดยมีบางส่วนลอยน้ำ โสนอัฟริกันถูกสับเหลือความยาวเฉลี่ย 29 ซม.

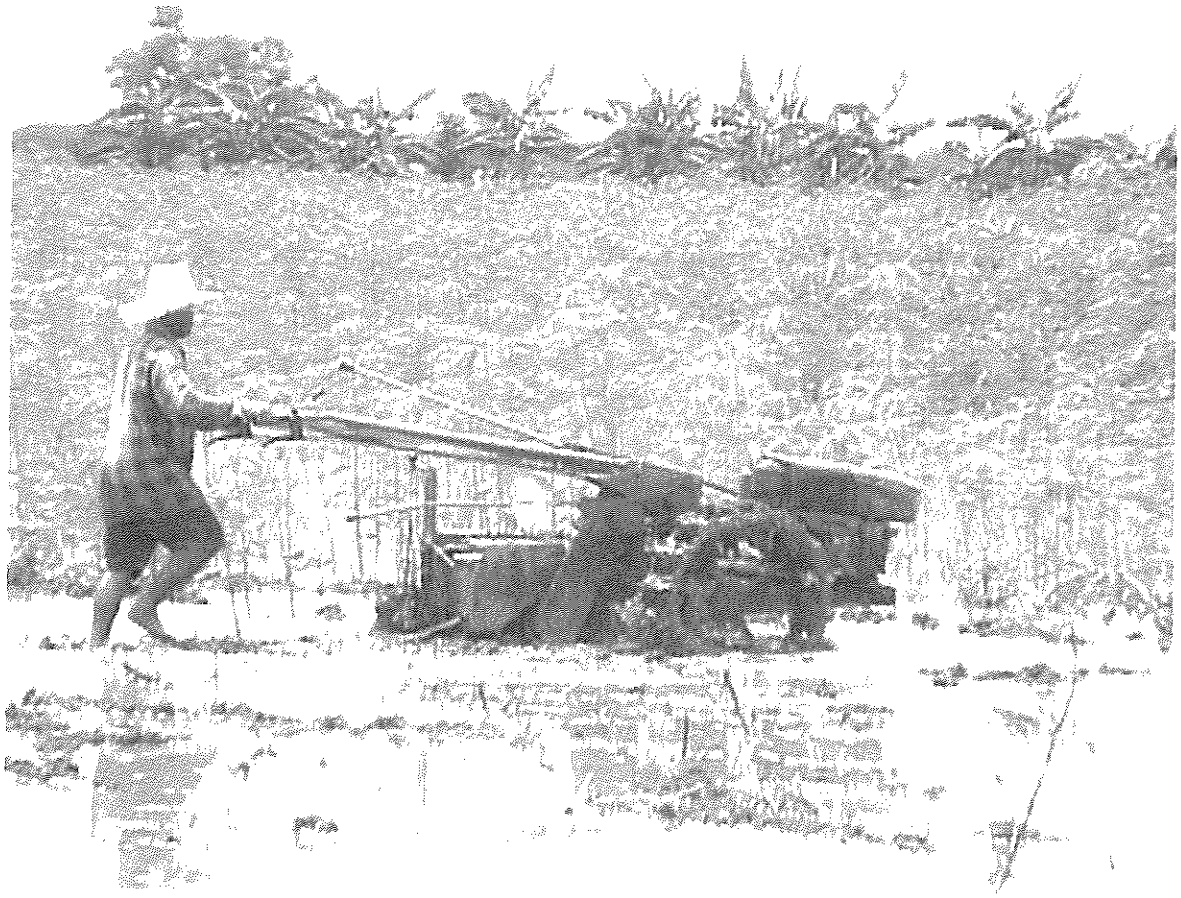

Figure 5. Operation of a rotary tiller implementing with a two-wheel tractor

สรุปผลการทดลอง

จอบหมุนติดรถไถเดินตามช่วยเพิ่มทางเลือกของเกษตรกร ในการสับกลบปุ๋ยพืชสด โดยเฉพาะจะช่วยให้เกษตรกรรายย่อยผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ที่ใช้รถไถเดินตามเป็นต้นกำลัง สามารถสับกลบโสนอัฟริกันได้เป็นอย่างดี โดยจอบหมุนต้นแบบสามารถทำงานได้ตามเป้าหมาย คือ ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ไม่ต่ำกว่า 70 % และความยาวของโสนอัฟริกันหลังการสับกลบยาวไม่เกิน 30 ซม.

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ สถาบันวิจัยข้าว สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 3 จ.นครราชสีมา ต.เกษตรอินทรีย์ ต.บัวโคก บริษัทเคแอนด์โอเอ็นจิเนียริ่งจำกัด บริษัทโชคชัยจักรกลเกษตร จำกัด บริษัทสยามคูโบต้าอุตสาหกรรม จำกัด บริษัทวรพนิต จำกัด และหจก. ก.แสงยนต์ ที่ร่วมสนับสนุนงานวิจัยจนสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2543. ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ. โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์ กรุงเทพฯ. 184 หน้า.

วิฑูรย์ ปัญญากุล. 2545. คู่มือการผลิต-การจัดการข้าวหอมมะลิอินทรีย์. ทีจีซี พริ้นติ้ง กรุงเทพฯ. 95 หน้า.

วิฑูรย์ ปัญญากุล. 2546. ความรู้เบื้องต้นเกษตรอินทรีย์. ที จี ซี พริ้นติ้ง กรุงเทพฯ. 107 หน้า.

สมศักดิ์ วังใน. 2541. การตรึงไนโตรเจน: ไรโซเบียม-พืชตระกูลถั่ว. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 252 หน้า.

ศรจิตร ศรีณรงค์. 2547. ปุ๋ยพืชสดบำรุงดินเพื่อการผลิตมันสำปะหลัง อ้อย และข้าว. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 3 กรมพัฒนาที่ดิน จ.นครราชสีมา. 122 หน้า.

อัคคพล เสนาณรงค์ ขนิษฐ์ หว่านณรงค์ ประสาท แสงพันธุ์ตา และสุภาษิต เสงี่ยมพงศ์. 2546. วิจัยและพัฒนาจอบหมุนติดรถไถเดินตามสำหรับพรวนดินสวนผลไม้. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาวิชาการเกษตรวิศวกรรมประจำปี 2547 ระหว่างวันที่ 15-17 มีนาคม ณ โรงแรมการ์เด้น ซีวิว รีสอร์ท จ.ชลบุรี. 22 หน้า. (โรเนียว)

อนุชิต ฉ่ำสิงห์ อัคคพล เสนาณรงค์ สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์ ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์ และขนิษฐ์ หว่านณรงค์. 2547. สำรวจการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในการผลิตข้าวอินทรีย์. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2547. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร. 32 หน้า.