

การพัฒนาเครื่องกำจัดวัชพืชในการปลูกข้าวแอโรบิก Development of Row Crop Cultivators for Aerobic Rice Production

ผดุงศักดิ์ วานิชชัง¹ โจทิพย์ วานิชชัง¹ นฤมล บุญกระจำง¹ และ เพ็ญขวัญ วานิชชัง^{2*}
Padungsak Wanitchang¹, Jaitip Wanitchang¹, Narumon Boonkrachang¹
and Piengkuan Wanitchang^{2*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยี คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ ²สาขาวิชาวิทย์-คณิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี
E-mail: pwanitchang@yahoo.com โทร 081-9452926

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาเครื่องกำจัดวัชพืชระหว่างแถวข้าว ทดสอบสมรรถนะการทำงานในการกำจัดวัชพืชระหว่างแถวข้าว พัฒนา ออกแบบ สร้าง และทดลอง ณ สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยี คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เครื่องกำจัดวัชพืชระหว่างแถวมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญคือ ชุดจานขีตัดดินหมุนอิสระ และใบมีดถากรูปตัวยูติดอยู่ด้านหลังของชุดจานขีตัดดิน แบบสองแถวใช้ติดกับรถไถเดินตามขนาดเล็กใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาด 5 แรงม้า ส่วนเครื่องกำจัดวัชพืชแถวเดียวใช้แรงงานคนจน จากผลการทดลองพบว่า ในสภาพดินร่วนปนทรายเครื่องกำจัดวัชพืชแบบแถวเดียวใช้แรงงานคนในการลากจูงมีความสามารถจริงทางไร่เฉลี่ย 0.09 ไร่ต่อชั่วโมง ทำให้มีประสิทธิภาพการทำงานทางไร่เฉลี่ย 89.06 เปอร์เซ็นต์ สามารถกำจัดวัชพืชได้ดีเฉลี่ย 83.20 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เครื่องกำจัดวัชพืชสองแถวติดรถไถเดินตามมีความสามารถจริงทางไร่เฉลี่ย 0.95 ไร่ต่อชั่วโมงทำให้มีประสิทธิภาพการทำงานทางไร่เฉลี่ย 79.25 เปอร์เซ็นต์ สามารถกำจัดวัชพืชได้ดีเฉลี่ย 84.88 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดสอบพอสรุปได้ว่า เครื่องกำจัดวัชพืชแบบแถวเดียวจะมีความสะดวกในการทำงานระหว่างแถวได้ดีกว่าแม้จะมีความสามารถน้อยกว่าก็ตาม

คำสำคัญ : เครื่องกำจัดวัชพืชในการปลูกข้าวแอโรบิก

Abstract

The objectives of this study were to develop a row crop cultivator and test its performance. The development and experiment were conducted at Department of Agricultural Engineering and Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resource, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Bangpra Campus, Sriracha, Chonburi. A row crop cultivator, consisted of a rotating finger wheel which is in front to loose soil above and the secondary cutting Blade which is behind to do cutting and lifting of weeds. A two rows cultivator was power tiller mounted, while a single row was manually operated. The results showed that in loamy sand soil condition the manual single row crop cultivator had 0.09 rai per hour, effective field capacity at field efficiency of 89.06 percent and 83.20 percent of weed was killed, while the power tiller mounted two rows crop cultivator had 0.95 rai per hour, effective field capacity at field efficiency of 79.25 percent and 84.88 percent of weed was killed. From the study, it could be concluded that the manual single row crop cultivator showed better results in operation between the rows, even if the capacity was less.

Keywords: Row crop cultivator for aerobic rice production

1. บทนำ

การผลิตข้าวต้องใช้น้ำในปริมาณที่มากในแต่ละฤดูปลูกซึ่งนับรวมถึงแต่การใช้น้ำเพื่อการเตรียมดิน และการสูญเสียจากการซึม น้ำในแปลง(deep percolation) และไหลป่า(lateral movement) ต้องให้น้ำมากถึง 3,000-5,000 ลิตร ในการให้ผลผลิตข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม (Bouman et al, 2002) ในหนึ่งฤดูปลูกต้องใช้น้ำในแปลงตลอดเวลาซึ่งปกติจะรักษาระดับน้ำในนา 5-10 เซนติเมตร ตลอดช่วงจนถึงราว 10 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวจึงระบายน้ำออก โดยทั่วไปจะใช้น้ำรวมทั้งตั้งแต่ 1,000-2,000 มิลลิเมตร(Tuong and Bouman, 2003) ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ สภาพดิน และสภาพน้ำ นำมาสู่การพัฒนาเทคโนโลยีการปลูกข้าวแบบประหยัดน้ำ (water saving technology) โดยได้นำเทคนิคต่างๆมาใช้เพื่อให้มีการใช้น้ำน้อยต่อหนึ่งรอบของการปลูกข้าว(Bouman, 2001; Bouman and Tuong, 2001) อย่างไรก็ตามถึงจะมีการนำวิธีให้น้ำแบบประหยัดมาใช้ปริมาณน้ำที่ให้ความเพียงพอต่อความต้องการของการปลูกข้าว คือต้นข้าวใช้

น้ำในการคายน้ำผ่านทางลำต้น ระเหยน้ำในพื้นที่ปลูก และขดเขยการสูญเสียน้ำจากการซึมน้ำในแปลง การปลูกข้าวโดยไม่ต้องขังน้ำในแปลงหรือการให้น้ำเป็นช่วงๆ (intermittent irrigation) กล่าวคือทำให้แปลงปลูกข้าวในช่วงหนึ่งมีน้ำท่วมขังในแปลงจากนั้นทิ้งไว้จนกระทั่งน้ำในแปลงแห้งลงแล้วจึงให้น้ำครั้งใหม่เช่นนี้จนถึงระยะเก็บเกี่ยว เทคนิคต่างๆที่นำมาใช้ในการจัดการน้ำ สามารถลดการใช้น้ำได้เป็นอย่างมากถึง 54-66% น้อยกว่าการปลูกแบบปกติ (Xiaoguang et al., 2002) ข้าวแอรอริก หมายถึงข้าวที่ปลูกในสภาพดินที่มีการระบายน้ำดี ไม่มีการทำเทือก และดินไม่อิ่มน้ำ (non-saturated soils) และพื้นที่ปลูกอาจอยู่ในพื้นที่ข้าวไร่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ บนที่ดอนลอนคลื่น หรือในพื้นที่นาชลประทานที่มีน้ำไม่เพียงพอ (Bouman, 2001) แต่โดยทั่วไปการพัฒนาข้าวแอรอริกมีเป้าหมายหลักคือมุ่งไปที่พื้นที่ปลูกนาชลประทาน ข้าวไร่ซึ่งปลูกโดยไม่มีน้ำขังนา (ไม่มีคันนา) สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพดินแห้ง (aerobic soil condition) นับได้ว่าเป็นข้าวแอรอริกด้วย ข้าวแอรอริกในแนวคิดของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) ต้องมีความสามารถในการให้ผลผลิตสูง ปลูกในสภาพแปลงนาที่ไม่ต้องทำเทือกทำให้ประหยัดน้ำที่ใช้ในการทำเทือก และดินมีสภาพแห้งในช่วงการปลูก (Bouman, 2001)

การปลูกข้าวแอรอริกโดยใช้วิธีการหยอดหรือโรยเมล็ดเป็นแถวเพื่อให้สามารถเข้าไปกำจัดวัชพืชได้สะดวก เนื่องจากการปลูกข้าวแอรอริกจะไม่มีการขังน้ำจึงไม่สามารถควบคุมวัชพืชด้วยน้ำได้ และมีความจำเป็นต้องใช้สารเคมี หรือเครื่องกำจัดวัชพืชเข้าควบคุมวัชพืชแทน ในสภาวะปัจจุบันการใช้สารเคมีจะมีต้นทุนค่อนข้างสูงและมีอันตรายแก่ผู้ใช้มาก การพัฒนาเครื่องกำจัดวัชพืช โดยใช้คนจูงหรือใช้ต้นกำลังเป็นรถไถเดินตามขนาดเล็กที่เกษตรกรมีอยู่แล้ว เพื่อใช้เครื่องกำจัดวัชพืชระหว่างแถวข้าวได้โดยไม่ต้องขังน้ำ ก็จะสามารถประหยัดน้ำ ขณะเดียวกันในการปลูกข้าวแอรอริกก็ไม่ต้องมีคันดินรอบไร่ก็ทำให้ท่วมน้ำได้โดยไม่ต้องขังน้ำ ก็สามารถเก็บน้ำเอาไว้ในดินได้มากขึ้น และสามารถนำน้ำใต้ผิวดินขึ้นมาใช้เพื่อการเจริญเติบโตได้ด้วย เป็นการลดต้นทุนการใช้น้ำ นอกจากนี้การซึมของน้ำฝนลงไปดินและเก็บไว้ใต้ดินจะสามารถลดปัญหาท่วมน้ำขัง และน้ำไหลบ่าจนสามารถลดปัญหาอุทกภัยได้อีกทางหนึ่ง โดยการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาเครื่องกำจัดวัชพืชระหว่างแถวข้าว (2) ทดสอบสมรรถนะการทำงานในการกำจัดวัชพืชระหว่างแถวข้าว

2. วิธีการศึกษา

การวิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 พัฒนาเครื่องกำจัดวัชพืชระหว่างแถว ใช้ใบมีดหมุนตัดดิน และใบมีดฉากกำจัดวัชพืชสองแถวติดตั้งบนคันระดับอิสระ และแบบแถวเดียวใช้คนจูง กำจัดวัชพืชระหว่างแถวปลูกข้าว

2.2 ทดสอบสมรรถนะเครื่องกำจัดวัชพืชระหว่างแถวปลูกข้าว

2.2.1 จับเวลาที่เคลื่อนที่ผ่านระยะทาง 10 เมตร เพื่อคำนวณหาความเร็วในการทำงานโดยใช้ สูตร

$$\text{ความเร็ว (เมตร/วินาที)} = \frac{\text{ระยะทาง (10 เมตร)}}{\text{เวลา (วินาที)}}$$

2.2.2 วัดระยะห่างระหว่างแถว เพื่อหาความกว้างในการทำงานโดยใช้สูตร

$$\text{ความกว้าง (เมตร)} = \text{ระยะห่างระหว่างแถว} \times \text{จำนวนแถว}$$

2.2.3 คำนวณหาความสามารถเชิงทฤษฎีทางไร่ โดยใช้สูตร

$$\text{ความสามารถเชิงทฤษฎีทางไร่ (ไร่/ชั่วโมง)} = \text{ความเร็ว} \times \text{ความกว้าง}$$

2.2.4 จับเวลาตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งทำงานเสร็จเรียบร้อย แล้ววัดขนาดพื้นที่ที่ทำงานได้ คำนวณหาความสามารถจริงทางไร่ โดยใช้สูตร

$$\text{ความสามารถจริงทางไร่ (ไร่/ชั่วโมง)} = \frac{\text{พื้นที่ที่ทำงานได้}}{\text{เวลาที่ทำงาน}}$$

2.2.5 คำนวณหาประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ โดยใช้สูตร

$$\text{ประสิทธิภาพในการทำงานทางไร่} = \frac{\text{ความสามารถจริงทางไร่} \times 100}{\text{ความสามารถเชิงทฤษฎีทางไร่}}$$

2.3 ตรวจสอบวัชพืชที่ถูกทำลายก่อนและหลังการทำงาน คำนวณประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืชโดยใช้สูตร:

$$\text{ประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักวัชพืชที่ถูกทำลาย} \times 100}{\text{น้ำหนักวัชพืชทั้งหมด}}$$

2.4 ทดลองปลูกข้าวแอรอริกโดยใช้เครื่องหยอดเมล็ดข้าว และเครื่องกำจัดวัชพืชระหว่างแถว ตรวจสอบการเจริญเติบโต และผลผลิตที่ได้รับ

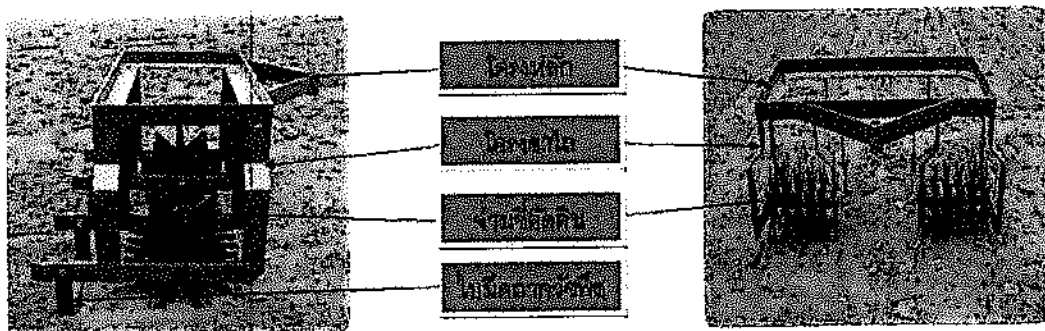
2.5 ให้น้ำ ใส่ปุ๋ย กำจัดวัชพืช และดูแลรักษาข้าวระหว่างการเจริญเติบโต

2.6 สรุปผลการทดสอบสมรรถนะทำงานของเครื่องกำจัดวัชพืชระหว่างแถวข้าว

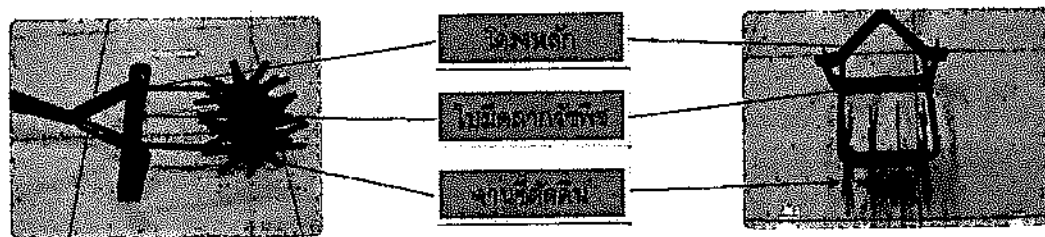
3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเครื่องกำจัดวัชพืช

เครื่องกำจัดวัชพืชที่พัฒนาขึ้นเป็นเครื่องกำจัดวัชพืชระหว่างแถวติดกับรถไถเดินตามขนาดเล็กใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาด 5 แรงม้า มีส่วนประกอบหลักที่สำคัญคือ โครงเครื่องหลักซึ่งต่อจากจุดลากของรถไถเดินตามขนาด 280x540 มิลลิเมตร เป็นที่ยึดของชุดเครื่องกำจัดวัชพืช ซึ่งประกอบด้วยชุดจานซีตัดดินจำนวน 9 ซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจาน 20 มิลลิเมตรจำนวน 6 จาน วางห่างกัน 35 มิลลิเมตรหมุนอิสระ และใบมีดถากรูปตัวยูขนาด 30x120 มิลลิเมตรกว้าง 214 มิลลิเมตรติดอยู่ด้านหลังของชุดจานซีตัดดิน เมื่อรถไถเดินตามลากเครื่องกำจัดวัชพืช คร่อมแถวปลูกข้าวโดยชุดกำจัดวัชพืชขวางตามแนวร่องระหว่างแถว ชุดจานซีตัดดินซึ่งหมุนอิสระบนผิวดินจะฉีกปลายซีตัดผิวหน้าดินให้แตกและตัดรากวัชพืชระหว่างแถวก่อนที่ใบมีดถากซึ่งอยู่ด้านหลังจะทำหน้าที่ถากตัดต้นวัชพืชให้ขาดจากดินระหว่างแถวปลูกข้าว (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องกำจัดวัชพืชสองแถวติดรถไถเดินตาม



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบของเครื่องกำจัดวัชพืชแบบจูงแถวเดียว

อีกแบบเป็นเครื่องกำจัดวัชพืชแถวเดียวใช้แรงงานคนจูง มีส่วนประกอบหลักที่สำคัญคือ โครงเครื่องหลักซึ่งต่อกับด้ามจูงเป็นที่ยึดของชุดเครื่องกำจัดวัชพืช ซึ่งประกอบด้วยชุดจานซีตัดดินจำนวน 9 ซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจาน 14 มิลลิเมตรจำนวน 4 จานวางห่างกัน 30 มิลลิเมตรหมุนอิสระ และใบมีดถากรูปตัวยูขนาด 30x83 มิลลิเมตรกว้าง 150 มิลลิเมตรติดอยู่ด้านหลังของชุดจานซีตัดดิน เมื่อออกแรงผลักเครื่องไปทางด้านหน้าโดยคนเดินจูงเดินระหว่างอีกร่องหนึ่งซึ่งด้านหน้าจะฉีกดินให้เกิดช่องว่างบนผิวหน้าดินเพื่อระบายอากาศในดิน ขณะที่ใบมีดถากซึ่งอยู่ด้านหลังจะทำหน้าที่ถากดินกำจัดวัชพืชบนผิวหน้าดินระหว่างแถวปลูกข้าวครั้งละแถว (ภาพที่ 2)

3.2 สมรรถนะการทำงานของเครื่องกำจัดวัชพืช

จากตารางที่ 1 เครื่องกำจัดวัชพืชแถวเดียวใช้คนลากจูงมีความสามารถเชิงทฤษฎีทางไร่เฉลี่ย 0.11 ไร่ต่อชั่วโมง ความสามารถจริงทางไร่เฉลี่ย 0.09 ไร่ต่อชั่วโมง ทำให้มีประสิทธิภาพการทำงานทางไร่เฉลี่ย 89.06 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูงเนื่องจากการกำจัดวัชพืชในช่วงที่ยังเป็นต้นอ่อนทำให้การกำจัดวัชพืชทำได้ง่าย แต่ถ้าปล่อยให้วัชพืชมีอายุมากขึ้นอาจจะส่งผลให้การกำจัดวัชพืชทำได้ยากและจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพทางไร่ของเครื่องมีค่าลดลงได้ ดังนั้นจึงควรใช้เครื่องกำจัดวัชพืชในช่วงที่วัชพืชเริ่มงอกขณะที่รากของวัชพืชยังขยายได้ไม่กว้างก็จะทำลายได้ง่ายโดยจากการทดสอบสามารถกำจัดวัชพืชได้ดีเฉลี่ย 83.20 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่ดินแห้ง โดยส่วนใหญ่วัชพืชที่ถูกทำลายจะเป็นวัชพืชระหว่างแถวของต้นข้าว ส่วนวัชพืชที่อยู่ระหว่างต้น(หลุม)ยังต้องใช้การถอนด้วยมือเพราะต้นข้าวที่หยอดมีระยะระหว่างต้นแคบไม่สามารถใช้เครื่องเข้าไปกำจัดได้

โดยสรุปการใช้เครื่องกำจัดวัชพืชทำได้สะดวกและใช้งานง่ายเพียงใช้แรงคนผลักเครื่องไปทางด้านหน้าขณะที่คนเดินจูงเดินระหว่างอีกร่องหนึ่ง ซึ่งด้านหน้าจะจิกผิวดินให้แตกเกิดช่องว่างบนผิวดินเพื่อระบายอากาศในดิน ขณะที่ใบมีดถากซึ่งอยู่ด้านหลังจะทำหน้าที่ถากดินตัดรากและยกดินขึ้นเล็กน้อยแล้วปล่อยลงด้านหลังขณะที่กำจัดวัชพืชทำให้วัชพืชแยกออกจากดินและทิ้งวัชพืชให้แห้งบนผิวดินระหว่างแถวปลูกข้าว แต่สามารถกำจัดวัชพืชได้ครั้งละแถวเท่านั้นจึงอาจทำให้ทำงานได้ช้า แต่จะช่วยให้เกษตรกรได้ออกกำลังกายและเมื่อให้เกษตรกรนำไปใช้ก็มีความพึงพอใจสูงเพราะใช้ได้ง่ายและสะดวก

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องกำจัดวัชพืชแถวเดียวใช้คนจูงในสภาพดินแห้ง

ครั้งที่	ความสามารถทางไร่(ไร่/ชม.)		ประสิทธิภาพ(เปอร์เซ็นต์)	
	ทฤษฎี	จริง	ทางไร่	กำจัดวัชพืช
1	0.11	0.09	87.89	87.93
2	0.11	0.10	89.64	95.52
3	0.11	0.09	82.60	81.72
4	0.10	0.09	92.10	75.40
5	0.10	0.09	93.06	75.42
เฉลี่ย	0.11	0.09	89.06	83.20
SD	0.01	0.00	4.14	8.63

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องกำจัดวัชพืชสองแถวติดรถไถเดินตาม

ครั้งที่	ความสามารถทางไร่(ไร่/ชม.)		ประสิทธิภาพ(เปอร์เซ็นต์)	
	ทฤษฎี	จริง	ทางไร่	กำจัดวัชพืช
1	1.19	0.98	81.67	90.32
2	1.14	0.92	80.69	87.72
3	1.20	0.93	77.32	76.60
4	1.22	0.98	80.45	80.88
5	1.26	0.96	76.10	88.89
เฉลี่ย	1.21	0.95	79.25	84.88
SD	0.04	0.03	2.40	5.88

จากตารางที่ 2 เครื่องกำจัดวัชพืชสองแถวติดรถไถเดินตามเพิ่มน้ำหนักถ่วงที่เครื่องมือ 45 กิโลกรัม มีความสามารถเชิงทฤษฎีทางไร่เฉลี่ย 1.21 ไร่ต่อชั่วโมง ความสามารถจริงทางไร่เฉลี่ย 0.95 ไร่ต่อชั่วโมง ทำให้มีประสิทธิภาพการทำงานทางไร่เฉลี่ย 79.25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าลดลงเนื่องจากการควบคุมไปตามร่องแถวปลูกได้ยากและทำให้ต้นข้าวถูกทำลายเนื่องจากชุดงานซีจิกกว้างเกินไป จากการทดสอบสามารถกำจัดวัชพืชได้ดีเฉลี่ย 84.88 เปอร์เซ็นต์เพราะงานซีจิกกว้างแต่ต้นข้าวบางส่วนก็จะถูกทำลายเพราะระยะห่างระหว่างงานซีจิกชิดกันเกินไป โดยส่วนใหญ่วัชพืชที่ถูกทำลายจะเป็นวัชพืชระหว่างแถวของต้นข้าว ส่วนวัชพืชที่อยู่ระหว่างต้น(หลุม)ยังต้องใช้การถอนด้วยมือเช่นกัน เครื่องยังควบคุมได้ยากเพราะระยะระหว่างแถวแคบและต้องมีน้ำหนักถ่วงจึงจะสามารถทำงานได้ดี เมื่อเทียบกับเครื่องกำจัดวัชพืชแบบแถวเดียวแล้วแม้จะมีความสามารถมากกว่าแต่การควบคุมทำได้ลำบากและทำให้ต้นข้าวได้รับความเสียหายได้ง่าย จึงควรลดความกว้างของงานซีจิกดินและใบมีดถากให้น้อยลงเท่ากับแบบแถวเดียวเพื่อให้การควบคุมได้สะดวกมากขึ้นและลดความเสียหายที่จะเกิดกับต้นข้าวให้น้อยลง

4. สรุปผล

สรุปผลการวิจัย

1. เครื่องกำจัดวัชพืชแบบแถวเดียวใช้แรงงานคนในการลากจูงสามารถทำการกำจัดวัชพืชได้ดี มีประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ และประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืชค่อนข้างสูงเมื่อกำจัดขณะที่วัชพืชยังมีอายุน้อยหรือเริ่มงอก
2. เครื่องกำจัดวัชพืชติดรถไถเดินตามยังทำงานได้ไม่สะดวกเพราะถูกบังคับด้วยแถวปลูก และยังคงมีการถ่วงน้ำหนักมากถึง 45 กิโลกรัมจึงจะสามารถกำจัดวัชพืชได้เพราะทำงานในสภาพดินแห้ง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเลือกใช้เครื่องกำจัดวัชพืชแบบแถวเดี่ยวจะมีความสะดวกกว่าแม้จะมีความสามารถน้อยกว่าก็ตามเพราะจะทำให้ต้นข้าวได้รับความเสียหายน้อยลง
2. ควรลดความกว้างของจานซีจิกและใบมีดถากของเครื่องกำจัดวัชพืชแบบสองแถวติดรถไถเดินตามให้เท่ากับแบบแถวเดี่ยว แต่อาจส่งผลให้การกำจัดวัชพืชได้น้อยลง

5. เอกสารอ้างอิง

- Bouman B.A.M. 2001. Water-efficient management strategies in rice production. *Int. Rice Res. Notes* 16(2):17-22.
- Bouman B.A.M., Tuong T.P. 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated rice. *Agric. Water Manage.* 49:11-30.
- Tuong T.P. and Bouman B.A.M. 2002. Rice production in water scarce environments. In 'Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement'. (Eds. JW Kijne, R Barker, D Molden). The Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Series, Volume 1, CABI Publishing, Wallingford, UK. : 13-42.