วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ปีที่ 27 ฉบับที่ 2 (2564) 12-18
Available online at www.tci-thaijo.org /index.php/TSAEJ

บทความวิจัย

ISSN 1685-408X (Print)

การพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพดหวาน

Development and Efficiency Assessment of Weeding Machine for Sweet Corn

ศิริเจษฎ์ กองแก้ว[1]*, สิงห์รัญ ชารี[1], ประไพพรรณ สิทธิกูล[1], บัณฑิต ทองสร้อย[2], กฤษณ์ ผลโพธิ์[2]

Sirijad Kongkaew[1]*, Singrun Charee[1], Prapaiphun Sittigool[1], Bandit Thongsroy[2], Krid Pholpo[2]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา พระนครศรีอยุธยา 13000

[1]Department of Farm Machinery Technology, Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Hantra District, PhraNakhon Si Ayutthaya, Thailand, 13000

[2]ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[2]Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand, 10520

*Corresponding author: Tel: +66-8-6866-0755, E-mail: sirijade923@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพดหวาน อันเป็นการยกระดับการผลิต ผลิตภัณฑ์เครื่องกำจัดวัชพืชให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพิ่มความสามารถในการกำจัดวัชพืช เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรกรรม เครื่องกำจัดวัชพืชใช้เครื่องยนต์ขนาด 5 hp เป็นต้นกำลัง ประกอบด้วย ชุดล้อที่ติดกับตัวรถ ชุดอุปกรณ์กำจัดวัชพืช ชุดถ่ายทอดกำลัง ชุดคันเร่งและเกียร์ตัดต่อกำลัง ทดสอบหาสมรรถนะการทำงานของเครื่องต้นแบบโดยใช้แปลงข้าวโพดหวานในการทดสอบ แปรค่าความเร็วในการขับเคลื่อน 5 ระดับ คือ 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 km h^{-1} พบว่าที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ 2.5 km h^{-1} มีความสามารถในการกำจัดวัชพืช 0.8 rai h^{-1} มีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช 82.77% มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.18 L rai^{-1} ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่าเมื่อทำงานปีละ 300 day วันละ 8 hr จะมีระยะเวลาในการคืนทุนที่ 8 day และจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 60 rai $year^{-1}$

คำสำคัญ: เครื่องมือกำจัดวัชพืช, วัชพืช, ข้าวโพดหวาน

Abstract

Objectives of this research were to develop and efficiency assessment of weeding machine for sweet corn. The expectation of this research was to raise production of weeding machine to higher performance and reduce work-times due to the shortage of labor in the agricultural sector. The weeding machine was powered by a 5 hp gasoline engine and consisted of a wheelset attached to the car, a weeding set, a power relay, a throttle set and a powertrain gear. Efficacy of a prototype weeder using sweet corn plots. The propulsion speed was 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 and 3.5 km h^{-1}. It was found that at the speed of movement of 2.5 km h^{-1} giving the weeding capacity of 0.8 rai h^{-1} had a Weeding 82.77%, fuel consumption rate 2.18 L rai^{-1}. An engineering economic analysis showed that, for an operation of 300 day $year^{-1}$ and 8 hour day^{-1}, the break-even period was 8 days and the break-even point was 60 rai $year^{-1}$.

Keywords: Weeding machine, Weeds, Sweet corn

1 บทนำ

ข้าวโพดหวาน (sweet corn) เป็นพืชล้มลุกใบเลี้ยงเดี่ยว อายุสั้น จัดอยู่ในตระกูล Gramineae เป็นพืชตระกูลเดียวกับหญ้าที่ผสมข้ามพันธุ์ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* L. var. *saccharate* เป็นข้าวโพดที่นิยมปลูก และนำมารับประทานมากที่สุดในบรรดาข้าวโพดชนิดต่าง ๆ เนื่องจากให้ความหวานสูง ไขมันต่ำ สามารถนำมาปรุงเป็นอาหาร ของหวานหรือแปรรูปได้หลากหลายอย่าง รวมถึงการนิยมรับประทานเป็นอาหารโดยตรงด้วยการต้มหรือคั่ว (สภาเกษตรกรแห่งชาติ, 2561) ข้าวโพดหวานเป็นพืชเศรษฐกิจ

Received: April 13, 2021
Revised: June 11, 2021
Accepted: June 14, 2021
Available online: July 12, 2021

ที่ทำรายได้ให้กับประเทศคิดเป็นมูลค่าปีละ 932 ร้อยล้านบาท ในปีเพาะปลูก 2563 มีพื้นที่ปลูกข้าวโพดทั้งประเทศประมาณ 234,402 ไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 498,699 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563)

วัชพืชเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อการผลิตข้าวโพด ถ้าไม่กำจัดวัชพืชเลยจะทำความเสียหายให้กับผลผลิตข้าวโพดได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ช่วงวิกฤตของข้าวโพดที่ควรปลอดวัชพืชอยู่ที่ระยะ 2 -6 สัปดาห์หลังงอก ถ้าไม่กำจัดวัชพืชในระยะนี้จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของข้าวโพด วิธีการป้องกันกำจัดวัชพืชอาจได้โดยการใช้แรงงานคน แต่ที่นิยมใช้กันมาก คือ การใช้สารกำจัดวัชพืช เป็นวิธีที่ได้ผลดี รวดเร็ว สะดวก และใช้แรงงานน้อย (ภัทร์พิชชาและคณะ, 2560)

จากการวิจัยของ Alexandrou, (2004) ได้ทำการประเมินเครื่องกำจัดวัชพืช มีประสิทธิภาพของการกำจัดวัชพืชอยู่ที่ 61% ของวัชพืชในแถวที่ถูกกำจัดในแปลงข้าวโพดอินทรีย์ อย่างไรก็ตามข้อเสียของการใช้วิธีนี้ คือต้องบังคับรถแทรกเตอร์อย่างแม่นยำมากเพื่อให้กลไกของชุดใบตัดสามารถทำงานได้ใกล้เคียงกับแถวของพืชมากที่สุด (Bowman, 1997; Cloutier et al., 2007) และในประเทศไทย (สิงห์รัญ และคณะ, 2561) ได้มีการพัฒนาเครื่องกำจัดวัชพืชขึ้นโดยอุปกรณ์กำจัดวัชพืชมีลักษณะเป็นชุดใบมีดงอ 4 องศา 12 ใบ

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ประเมินประสิทธิภาพ และวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพดต้นแบบ ที่ลดทุนในการผลิตที่ต่ำกว่าการนำเข้าเครื่องจากต่างประเทศ ช่วยให้เกษตรกรประหยัดค่าใช้จ่าย ลดความเหนื่อยยาก ประหยัดเวลาในการทำงานเป็นการศึกษายึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาประดิษฐ์เป็นเครื่องทุ่นแรงต้นแบบและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรได้ใช้งานต่อไป

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 เครื่องกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพดพัฒนาขึ้น

เครื่องกำจัดวัชพืชที่ออกแบบมีส่วนประกอบต่าง ๆ แสดงดัง Figure 1 และเครื่องกำจัดวัชพืชที่พัฒนาขึ้นแสดงดัง Figure 2

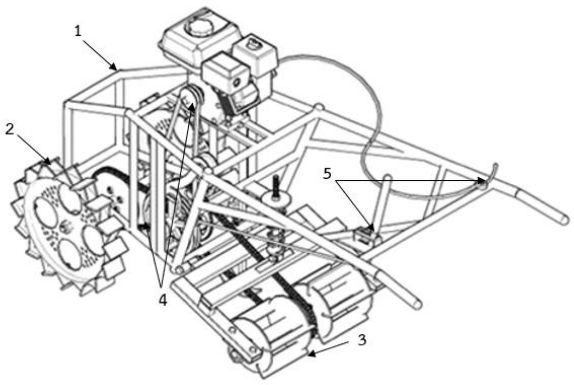

Figure 1 Weeding machine components.

เครื่องกำจัดวัชพืชที่ออกแบบขึ้น (Fig.1) มีขนาดเล็กสามารถเคลื่อนย้ายด้วยแรงงานเพียง 1 คน สามารถนำเข้าไปในแปลงปลูกข้าวโพดได้ โดยโครงเครื่องมีขนาดความกว้าง 60 cm ความยาว 200 cm และความสูง 60 cm ซึ่งมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญอยู่ 5 ส่วน คือ

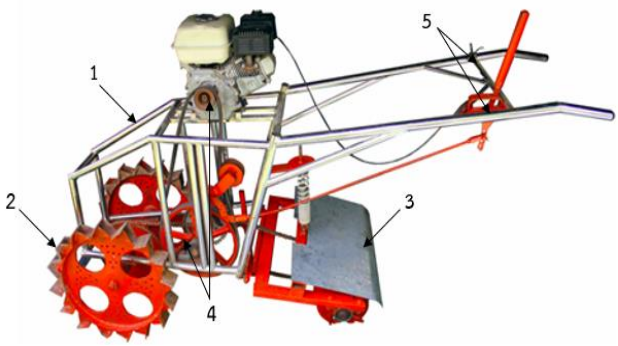

Figure 2 Weeding machine.

1) ชุดโครงสร้าง (No.1 Fig.2) ทำหน้าที่ยึดชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยใช้สแตนเลสเป็นโครงรถมีน้ำหนักเบาและแข็งแรง สแตนเลสที่ใช้มีความหนา 2 mm มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.54 cm โครงรถมีความสูง 60 cm มีความกว้าง 60 cm และมีความยาว 200 cm

2) ชุดล้อที่ติดกับตัวรถ (No.2 Fig.2) ทำหน้าที่ ทรงตัวรถได้แบบมาตรฐานมีความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักต่อแรงกระทำต่างๆได้เป็นอย่างดีและใช้กับพื้นผิวดินได้ลดการติดหล่มล้อรถใช้เหล็กความหนา 10 mm เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 40 cm สันใบของล้อทำมุม 45 องศา และเพลาล้อขนาด 2.54 cm เพื่อยึดเกาะพื้นดิน ลดการลื่นไถล

3) ชุดอุปกรณ์กำจัดวัชพืช (No.3 Fig.3) ทำจากแผ่นจานเหล็กมีความหนา 6 mm เส้นผ่าศูนย์กลางของใบจาน 19.50 cm จำนวน 4 แผ่น ส่วนใบมีดมีความยาว 50 cm เป็นความยาวรวมของทั้ง 2 ชุด มีความหนา 6 mm มีทั้งหมด 12 ใบ ทำหน้าที่พรวนลูกหญ้ากำจัดวัชพืชและพรวนหน้าดินให้ร่วนซุย เพื่อให้ดินเก็บความชื้นได้ดีขึ้น

4) ชุดถ่ายทอดกำลัง (Fig.3 และNo.4 Fig.2) รับกำลังจากเครื่องยนต์เบนซิน 5 hp ส่งกำลังไปยังมูเล่ย์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.62 cm ที่ติดอยู่กับเครื่องยนต์จากนั้นจะส่งกำลังผ่านสายพานเบอร์ 67 ร่อง B ยังมูเล่ย์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30.48 cm ที่อยู่กับเพลากลางส่วนเพลากลางจากนั้นจะส่งกำลังไปยังเพลาล้อ เพื่อขับล้อให้หมุนไปด้านหน้าและชุดอุปกรณ์พรวนดินจะทำงานพร้อมกันทันที

5) ชุดคันเร่งและเกียร์ตัดต่อกำลัง (No.5 Fig.2) คันเร่งจะใช้ปรับความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพื่อให้ไปขับเคลื่อนล้อและชุดกำจัดวัชพืช โดยการเข้าเกียร์ชุดตัดต่อกำลังเพื่อให้ลูกลอกดันสายพานให้ตึง ชุดถ่ายทอดกำลังจะทำงานทำให้ล้อและอุปกรณ์

พรวนดินทำงาน เมื่อต้องการหยุดการทำงานจะสับเกียร์ชุดตัดต่อกำลังให้อยู่ในตำแหน่งเกียร์ว่าง

Figure 3 Rotary plow.

2.1 การทำงานของเครื่องกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพด

หลักการทำงานของเครื่องมือกำจัดวัชพืชทำการติดตั้งอุปกรณ์กำจัดวัชพืช จากนั้นติดเครื่องยนต์ประมาณ 5 min เพื่อให้เครื่องทำงานเต็มกำลัง ตัวเครื่องยนต์จะทำการเคลื่อนที่โดยเข้าเกียร์ชุดตัดต่อกำลังเพื่อให้ลูกรอกดันสายพานให้ตึง เมื่อชุดถ่ายทอดกำลังทำงานทำให้ล้อและอุปกรณ์กำจัดวัชพืชจะทำงานทันที เพื่อกำจัดวัชพืชพร้อมกับพรวนดินให้ดินแตกตัวในแปลงไปพร้อมกัน การทำงานจะกระทำไปจนสุดแปลง เมื่อต้องการหยุดทำงานทำได้โดยสับเกียร์ชุดตัดต่อกำลังให้อยู่ในตำแหน่งเกียร์ว่าง และเริ่มกำจัดวัชพืชพร้อมกับพรวนดินในร่องถัดไปจนกระทั่งเสร็จสิ้น

2.2 ตัวแปรในการทดสอบโดยใช้แรงงานคน

การทดสอบหาประสิทธิภาพโดยการใช้แรงงานคน ทำการกำจัดวัชพืชโดยการให้คนงาน 3 คน ใช้จอบถากในการกำจัดวัชพืช กำหนดให้ความเร็วของการทำงานขึ้นอยู่กับความสามารถของแรงงานคน ทำการจับเวลา ทำการนับจำนวนต้นวัชพืช ชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณวัชพืชในแปลง ทำการวัดความลึกของดินหลังการกำจัดวัชพืช และจดบันทึกผล ดังแสดงใน (Figure 4)

Figure 4 Getting rid of weeds using a hoe.

2.3 ตัวแปรในการทดสอบโดยใช้กำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพด

การทดสอบในแปลงข้าวโพดหวาน ที่ความชื้นของดินอยู่ที่ 20.88 % w.b. ใช้ความเร็วในการขับเคลื่อน 5 ระดับ คือ 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 km h^{-1} ความเร็วในการขับเคลื่อนได้จากการทดสอบเบื้องต้นโดยใช้การจับเวลาในการขับเคลื่อนตามระยะทางโดยวัดจากระยะทางของชุดล้อ ที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ต่ำกว่า 1.50 km h^{-1} เครื่องกำจัดวัชพืชไม่สามารถทำงานได้ และความเร็วในการเคลื่อนที่ ที่สูงกว่า 3.50 km h^{-1} จะไม่สามารถบังคับเครื่องกำจัดวัชพืชได้ ดังแสดงใน (Figure 5)

Figure 5 Testing using sweet corn plots.

2.4 วิธีการทดสอบสมรรถนะเครื่องกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพด

ทำการทดสอบในพื้นที่ ที่มีระยะทาง 25 m เก็บตัวอย่างวัชพืชก่อนทดสอบ โดยการสุ่มตัวอย่างพื้นที่ขนาด 1x1 m เก็บตัวอย่างในร่องข้าวโพดทั้งหมด 3 ร่อง ร่องล่ะ 5 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่าง ส่วนหัวร่อง กลางร่อง และท้ายร่อง เริ่มทดสอบเครื่องมือกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพดหวาน ที่ความเร็วในการขับเคลื่อน 5 ระดับ คือ 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 km h^{-1} ตามลำดับ การกำจัดวัชพืชในแต่ละการทดสอบ จะทำการเก็บตัวอย่างวัชพืชหลังการทดสอบมานับจำนวนต้น ชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณวัชพืชในแปลง วัดความลึกของดินหลังการกำจัดวัชพืช และวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงตามงานวิจัยของ (มงคล และคณะ, 2554) และบันทึกข้อมูลเวลาการทำงาน นำข้อมูลจากการทดสอบไปคำนวณหาความสามารถในการทำงานของเครื่องมือกำจัดวัชพืช ซึ่งมีสมการค่าชี้ผลการศึกษาดังนี้

1. ประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช, ew คือ อัตราส่วนระหว่างจำนวนวัชพืชที่ถูกทำลายต่อจำนวนวัชพืชที่มีอยู่ก่อนการกำจัด ในการทดสอบใช้การนับจำนวนต้นวัชพืชในกรอบ 1 X 1 เมตร แปลงย่อยละ 3 จุด โดยนับเฉพาะต้นวัชพืชที่อยู่ระหว่างแถวต้นข้าวโพด ไม่รวมต้นพืชวัชพืชที่ขึ้นระหว่างต้นข้าวโพด การหาประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืชสามารถคำนวนได้จากสมการที่ (1) ดังต่อไปนี้ (มัทนี และรัตนา, 2557)

$$ew = \frac{N_1 - N_2}{N_1} x100 \quad (1)$$

เมื่อ ew คือ ประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช (%)

N_1, N_2 คือ จำนวนของวัชพืชที่นับได้ต่อหน่วยพื้นที่ก่อนและหลังการกำจัด (ต่อหน่วยพื้นที่)

2. ความสามารถในการทำงาน (rai h^{-1}), C_E คือ พื้นที่ที่เครื่องกำจัดวัชพืช ทำงานได้จริงต่อหน่วยเวลา สามารถคำนวณได้จากสมการ (2) ดังต่อไปนี้ (มัทนี และรัตนา, 2557)

$$C_E = \frac{SWe_f}{1.6} \quad (2)$$

เมื่อ C_E คือ ความสามารถในการทำงาน (rai h^{-1})

S คือ ความเร็วในการเคลื่อนที่ (km h^{-1})

W คือ หน้ากว้างการทำงาน (m)

e_f คือ ประสิทธิภาพทางไร่ ซึ่งเท่ากับอัตราส่วนของเวลาที่ได้งานต่อเวลาทั้งหมดในการทำงาน

2.5 การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

วันชัย และชอุ่ม (2538) กล่าวว่าเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเป็นการวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกโครงการหรือ บริการ ซึ่งมีความมุ่งหมายเพื่อประหยัดทรัพยากร โดยเน้นความคุ้มค่าและก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด แต่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด เป็นการประเมินต้นทุนเทียบกับผลตอบแทนที่ได้รับการลงทุน การประเมินค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพด ในที่นี้คิดเฉพาะราคาที่จัดซื้อหรือไม่คิดค่าที่ดิน โรงเรือน ค่าประกันโรงเรือน และอื่น ๆ

1. ค่าใช้จ่ายเริ่มต้น (First Cost) ต้นทุนเริ่มแรก คือ ค่าใช้จ่ายสำหรับลงทุนเริ่มต้น เช่น เครื่องจักร ที่ดิน เป็นต้น

2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (Operating Cost) ต้นทุนในการดำเนินการ คือ ค่าใช้จ่ายที่ต้องเตรียมไว้เพื่อดำเนินการกับทรัพย์สินที่ต้องลงทุนไปเพื่อให้เกิดผลผลิต

2.1 ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed Cost) คือค่าที่คงที่ไม่แปรไปตามปริมาณการผลิต เช่น ค่าเสื่อมราคา ค่าเสียโอกาสของทุนในเครื่องกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพด

2.2 ค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Cost) คือค่าใช้จ่ายที่แปรไปตามปริมาณการผลิตเช่น ค่าไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะแปรเปลี่ยนตามปริมาณวัชพืชที่กำจัดด้วยเครื่องกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพด

3. ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพด

$$AC = FC+VC \quad (3$$

เมื่อ AC = ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการกำจัดวัชพืช (Baht $Year^{-1}$)

FC = ค่าเสื่อมราคาของเครื่องกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพด (D) + ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R)

VC = ค่าจ้างแรงงาน (W) + ค่าไฟฟ้า (E) + ค่าบำรุงรักษา (M)

ค่าเสื่อมราคา (คิดวิธีเส้นตรง)

$$D = (P-S)/L \quad (4)$$

ค่าเสียโอกาสในการลงทุน

$$R = ((P+S)/2) \times I \quad (5)$$

โดยที่ P = ราคาซื้อหรือสร้างเครื่องกำจัดวัชพืช(Baht)

L = อายุการใช้งานเครื่องกำจัดวัชพืช=10 (year)

S = ราคาเครื่องมือใช้งานครบ 10 ปี = 0.1P (Baht)

D = ค่าเสื่อมราคาต่อปี (Baht $year^{-1}$)

R = ค่าเสียโอกาสในการลงทุนต่อปี (Baht $year^{-1}$)

I = อัตราดอกเบี้ยที่ 10% ต่อปี

4. จุดคุ้มทุน

Blank and Turquin (1998) เสนอสมการหาจุดคุ้มทุนไว้ดังนี้

$$BEP_S = FC/(SU_U-VC_U) \quad (6)$$

เมื่อ BEP_S = จุดคุ้มทุน (Baht $year^{-1}$)

VC_U = ค่าใช้จ่ายแปรผันต่อหน่วย (Baht $year^{-1}$)

SU_U = ค่าจ้างต่อหน่วย (Baht $unit^{-1}$)

5. ระยะเวลาในการคืนทุน

$$PBP = MC/p \quad (7)$$

เมื่อ PBP = ระยะเวลาในการคืนทุน (year)

MC = ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการสร้างเครื่อง (Baht)

p = กำไร (Baht)

2.6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวางแผนการทดสอบแบบ Factorial analysis in CRD) ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับการจัดการทดสอบแบบแฟคทอเรียล คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA) ด้วยวิธี General Linear Model โดยใช้การวิเคราะห์ผลทางสถิติแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SPSS 19 (SPSS Inc., IL, USA)

3 ผลและวิจารณ์

3.1 ผลการเปรียบเทียบการใช้เครื่องกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพด กับการใช้แรงงานคน

ในการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างเครื่องกำจัดวัชพืช กับแรงงานคนที่ใช้จอบกำจัดวัชพืช (Table 1) โดยเลือกความเร็วในการเคลื่อนที่ 2.5 km h^{-1} ของเครื่องกำจัดวัชพืช การกำจัดวัชพืชด้วยเครื่องกำจัดวัชพืช ใช้เวลาเพียง 1.17 min ซึ่งกำจัดวัชพืชได้เร็วกว่าแรงงานคนที่ใช้จอบกำจัดวัชพืช ซึ่งใช้เวลาถึง 6.99 min เนื่องจากการกำจัดวัชพืชด้วยเครื่องกำจัดวัชพืชเป็นการใช้เครื่องทุ่นแรงทำให้กำจัดวัชพืชได้เร็วกว่าการใช้แรงงานคนกำจัดวัชพืช โดยแรงงานคนสามารถกำจัดวัชพืชได้ 0.22 rai h^{-1} และเครื่องกำจัดวัชพืชสามารถกำจัดวัชพืชได้มากกว่าคือ 0.80 rai h^{-1} ถึง

อย่างไรก็ตามแรงงานคนจะมีประสิทธิในการทำงานสูงกว่าเครื่องกำจัดวัชพืชแต่เครื่องกำจัดวัชพืชทำงานได้เร็วกว่าแรงงานคนถึง 5 เท่า และผลของความลึกของดินในการกำจัดวัชพืชพบว่าที่ความลึกของดินในการกำจัดวัชพืชของเครื่องกำจัดวัชพืชอยู่ที่ 2.86 cm และแรงงานคนได้ความลึกของดินอยู่ที่ 3.01 cm

Table 1 Comparative results between human use for weeding and weeding machine.

Method	Operating time (min)	Weeding efficiency (%)	Effective field capacity (EFC) (rai h^{-1})	Depth of cut (cm)	Fuel Consumption (L rai^{-1})
Manual	6.99	93.48	0.22	3.01	-
weeding machine	1.17	82.77	0.80	2.86	2.18

3.2 ผลการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของเครื่องกำจัดวัชพืช

จาก (Figure 6) การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืชด้วยเครื่องมือกำจัดวัชพืชมีความเร็วในการเคลื่อนที่ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าความเร็วในการเคลื่อนที่ 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 km h^{-1} มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช พบว่าที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ 2.5 km h^{-1} ได้เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชสูงสุด คือ 82.77 % ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่างานวิจัยของ Alexandrou (2004) การประเมินเครื่องมือกำจัดวัชพืชมีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชที่ 61% และที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ 1.5 km h^{-1} ได้เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชต่ำสุด คือ 40.16 % ส่วนที่ความเร็วในการเคลื่อนที่สูงที่ 3.5 km h^{-1} ได้เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชที่ลดลง คือ 69.32 % เนื่องจากการทดสอบพบว่าความเร็วในการเคลื่อนที่ตั้งแต่ 3.0, 3.5 km h^{-1} มีความเร็วรอบของล้อและชุดกำจัดวัดพืชไม่สัมพันธ์กันทำให้กำจัดวัชพืชได้ไม่ดี มีวัชพืชที่ไม่ถูกกำจัดเหลือเป็นจำนวนมากทำให้เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชลดลง

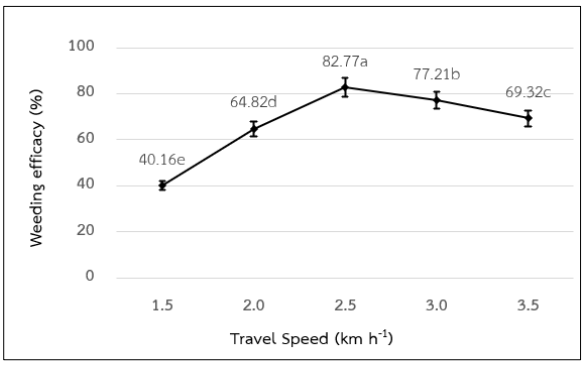

Figure 6 the relationship between travel speed and weeding efficacy. ^{abcde}: letters indicate differences among each treatment ($P < 0.05$)

3.3 ผลการทดสอบหาความสามารถในการทำงานของเครื่องกำจัดวัชพืช

จาก (Figure 7) การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความสามารถในกำจัดวัชพืชด้วยเครื่องมือกำจัดวัชพืชมีความเร็วในการเคลื่อนที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าความเร็วในการเคลื่อนที่ 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 km h^{-1} มีผลต่อความสามารถในการกำจัดวัชพืช พบว่าที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ 3.5 km h^{-1} มีความสามารถในการกำจัดวัชพืชสูงสุด คือ 1.16 rai h^{-1} แต่เมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการกำจัดวัชพืชที่สูงสุดที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ 2.5 km h^{-1} มีความสามารถในการกำจัดวัชพืชจะอยู่ที่ 0.80 rai h^{-1} และที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ 1.5 km h^{-1} มีความสามารถในการกำจัดวัชพืชต่ำสุด คือ 0.62 rai day^{-1} เนื่องจากกำลังของเครื่องยนต์ไม่สัมพันธ์กับความเร็วรอบของชุดพรวนหมุนทำให้การกำจัดวัชพืชได้น้อย และความสามารถในทำงานก็ลดลง เมื่อเทียบกับความเร็วในการเคลื่อนในช่วงต่าง ๆ

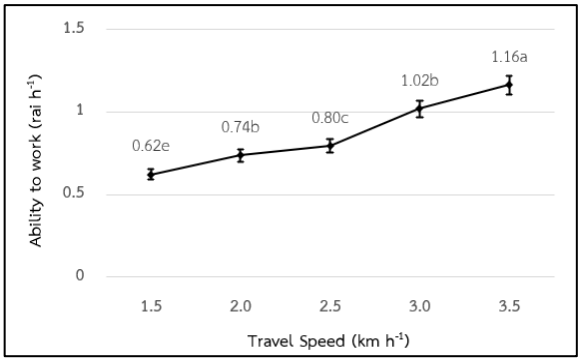

Figure 7 the relationship between travel speed and ability to work. ^{abcde}: letters indicate differences among each treatment ($P < 0.05$)

3.4 ผลการทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องกำจัดวัชพืช

จาก (Figure 8) การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงในการกำจัดวัชพืชด้วยเครื่องมือกำจัดวัชพืชมีความเร็วในการเคลื่อนที่ ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าความเร็วใน

การเคลื่อนที่ 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 และ 3.5 km h^{-1} มีผลต่ออัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง พบว่าที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ความเร็วต่ำจะมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่า

ความเร็วในการเคลื่อนที่สูงกว่า เนื่องจากความเร็วต่ำจะต้องใช้กำลังของเครื่องยนต์ที่สูงกว่าโดยกำลังของเครื่องยนต์นอกจากจะส่งกำลังไปขับเคลื่อนให้ล้อหมุนแล้วยังต้องส่งกำลังไปขับเคลื่อนชุดกำจัดวัชพืชให้หมุนด้วย ทำให้มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วในการเคลื่อนที่ ที่ความเร็วที่สูงกว่า

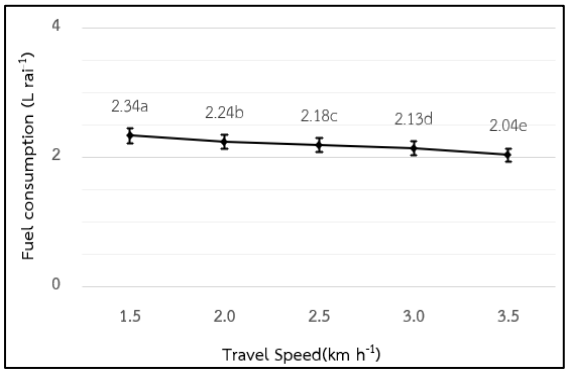

Figure 8 the relationship between travel speed and fuel consumption. [abcde]: letters indicate differences among each treatment ($P < 0.05$)

3.5 ผลการพิจารณาเปรียบเทียบเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสม

จากผลการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของเครื่องกำจัดวัชพืช ความสามารถในการทำงาน และหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงแสดงดัง Figure 6- Figure 8 ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น การพิจารณาเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องกำจัดวัชพืชตามลำดับ พบว่าเงื่อนไขที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ 2.5 km h^{-1} มีความสามารถในการกำจัดวัชพืชที่ 0.80 rai h^{-1} แต่ที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ 3.5 km h^{-1} มีความสามารถในการกำจัดวัชพืชที่ 1.16 rai h^{-1} ที่มากกว่าแต่ที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ 2.5 km h^{-1} มีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช 82.77 % ได้มากกว่าความเร็วในการเคลื่อนที่อื่น ๆ ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกความเร็วในการเคลื่อนที่ 2.5 km h^{-1} มีความสามารถในการกำจัดวัชพืชที่ 0.80 rai h^{-1} มีอัตราการใช้น้ำมันเบนซิน 2.18 L rai^{-1}

3.6 ผลการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

จากผลการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยคิดที่ราคาเครื่องมือกำจัดวัชพืช 15,000 Baht ได้รับการประเมินจากผู้ผลิตเครื่องจักรกลเกษตร (Table 2) อายุการใช้งาน 10 year โดยการประเมินอัตราดอกเบี้ย 6% (เดือนพฤษภาคม 2564) ใช้ผู้ควบคุมเครื่อง 1 คน ความสามารถในการทำงาน 0.8 rai h^{-1} อัตราการใช้น้ำมันเบนซิน 2.18 L rai^{-1} และทำงานวันละ 8 hr ปีละ 300 day จะได้ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่อง 650 Baht day^{-1} มีระยะเวลาในการคืนทุนที่ 8 day และจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 60 rai $year^{-1}$

Table 2 Fabrication cost of weeding machine prototype.

Item	Cost (Baht)
Gasoline engine and machinery	9,000
2. Materials	
2.1 Main frame	3,000
2.2 other devices	1,000
3. Fabrication by skilled labor	2,000
Total	15,000

4 สรุป

เครื่องมือกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพดที่ต่อพวงกับรถไถเดินตามขนาดเล็ก ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นในการทดสอบหาประสิทธิภาพ โดยมีเงื่อนไขที่เหมาะสมที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ 2.5 km h^{-1} ความสามารถในการในการกำจัดวัชพืช 0.8 rai h^{-1} มีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืช 82.77% อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.18 L rai^{-1} สามารถเพิ่มกำลังในการกำจัดวัชพืชทดแทนแรงงานที่ขาดแคลนได้ ซึ่งให้อัตราการทำงานที่มากกว่าแรงงานคนทั่วไปที่ทำได้ สามารถทำงานได้ 6.4 rai day^{-1} แต่ให้อัตราการทำงานที่มากกว่าการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนที่มีความชำนาญในการกำจัดวัชพืชที่ทำได้เพียง 1.76 rai day^{-1} ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าเมื่อทำงานปีละ 300 day วันละ 8 hr จะมีระยะเวลาในการคืนทุนที่ 8 day และจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 60 rai $year^{-1}$ อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงการยอมรับได้ของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องมือกำจัดวัชพืชต่อไปเปรียบเทียบกับการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน 1 คน ที่ทำงานได้ 1.76 rai day^{-1} ด้วยค่าจ้าง 300 Baht day^{-1}

5 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา และภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สนับสนุนให้สถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้

6 เอกสารอ้างอิง

เชาวนาถ พฤทธิเทพ. 2560.ผลของการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทใช้ก่อนวัชพืชงอกในข้าวโพดหวาน.รายงานผลงานวิจัย 2560, 36-46. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, กรมวิชาการเกษตร.

ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย, คมสัน นครศรี, อมฤต ศิริอุดม,

มงคล ตุ่นเฮ้า, กลวัชร ทิมินกุล, รังสิทธิ์ ศิริมาลา. 2554. การออกแบบและพัฒนาเครื่องหั่นย่อยต้นถั่วลิสง. แก่นเกษตร. 39(3) : 60-65.

มัทนี สงวนเสริมศร, รัตนา การุญบุญญานันท์. 2557. โครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องกำจัดวัชพืชในนาข้าว. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

วันชัย วิจิรวนิช, ชอุ่ม พลอยมีค่า. 2538.เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สภาเกษตรกรแห่งชาติ. 2561.ข้าวโพดหวาน.แหล่งข้อมูล: https://www.nfc.or.th/content/6944.เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 เมษายน 2564.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563.ข้าวโพดหวาน. แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th.เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 เมษายน 2564.

สิงห์รัญ ชารี, วสุ สันติมิตร, ศิริเจษฎ์ กองแก้ว. 2561. การพัฒนาเครื่องมือกำจัดวัชพืชให้สอดคล้องกับบริบทของพื้นที่และชุมชน. น. 168-171. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติราชมงคลสกล ครั้งที่ 1 ,17-19 พฤษภาคม 2561. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, สกลนคร.

Alexandrou, A. 2004. Evaluation of in-row weed cultivators in organic soybeans and corn. Minto, New South Wales. Organic Farming Research Foundation.

Blank, L.T., Tarquin, A.J. 1998. Engineering Economy. Mc Graw Publishing, Singapore.

Bowman, G. 1997. Steel In The Field: A Farmer's Guide To Weed Management Tools. Beltsville, Maryland. Sustainable Agriculture Network Handbook Series; 2.

Cloutier, D. C., Van der Weide, R. Y., Peruzzi, A., Leblanc, M. L. 2007. Mechanical weed management. Nonchemical Weed Management: Principles, Concepts and Technology. CAB International, Wallingford, UK, 111-134.