

การศึกษาสมรรถนะเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ สำหรับเกษตรกรฐานรากในครัวเรือน

ธีรวัฒน์ ชื่นอัสดงคต^{1*} ศรายุทธ จิตรพัฒนากุล² อาทิตย์ คำตาย³

Received : May 26, 2023

Revised : January 26, 2024

Accepted : February 23, 2024

บทคัดย่อ

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการทำงานเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ และ 2) วิเคราะห์สมรรถนะเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ในพื้นที่แปลงเกษตร โครงสร้างส่วนทางลากใบตัด มีขนาดความกว้าง 120 เซนติเมตร และความยาว 140 เซนติเมตร ประกอบด้วยเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบ 4 จังหวะ ขนาดกำลังเครื่องยนต์ 6.3 กิโลวัตต์ ส่งกำลังผ่านไปยังสายพานชนิดร่อง B เบอร์ 47 และ 48 เพื่อไป หมุนใบตัดขนาดความกว้าง 42 เซนติเมตร ยาว 6 เซนติเมตร จำนวน 2 ใบ สามารถปรับระดับความสูงของใบมีด จากระดับพื้นระหว่าง 3-26 เซนติเมตร ล้อเคลื่อนที่งานประกอบขนาด 6 นิ้ว ขนาดยาง 4.10/3.50-6 ทดสอบ สมรรถนะการทำงาน โดยติดตั้งใช้งานร่วมกับรถเครื่องยนต์ขนาดเล็กขนาด 125 ซีซี ในพื้นที่ขนาด 1 ไร่ หาค่าเฉลี่ย 3 ครั้ง ด้วยการเคลื่อนที่ของรถลากความเร็วเฉลี่ย 5-7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณ น้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.86 ลิตรต่อไร่ ระยะเวลาที่ใช้ในการตัดหญ้าเท่ากับ 21.52 นาทีต่อไร่ หรือทำงาน 1 ชั่วโมง จะสามารถตัดหญ้าได้พื้นที่ 2.79 ไร่ต่อชั่วโมง และเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องตัดหญ้าสะพายบ่า มีสมรรถนะการทำงานมากกว่าร้อยละ 52.18 ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เมื่อลงทุนจัดสร้างเครื่อง ตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ 29,000 บาท เมื่อทำงาน 12 วันต่อปี จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 9.09 ไร่ต่อปี และสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 1.80 ปี หรือประมาณ 1 ปี 9 เดือน 18 วัน

คำสำคัญ: เครื่องตัดหญ้าทางลาก ใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ สมรรถนะ

¹ อาจารย์ประจำหลักสูตร สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อีเมล: teerawat.c@rbru.ac.th

² อาจารย์ประจำหลักสูตร สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อีเมล: sarayut.c@rbru.ac.th

³ อาจารย์ประจำหลักสูตร สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อีเมล: Chachoengsao_2@hotmail.com

* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: teerawat.c@rbru.ac.th

STUDY OF THE PERFORMANCE OF TWIN CENTRIFUGAL IMPELLER TAIL MOWER FOR FOUNDATION FARMERS AT THE HOUSEHOLD LEVEL

Teerawat Chuenatsadongkot^{1*} Sarayut Chitphutthanakul² Artit Kamtai³

Abstract

The purpose of this research was to 1) study the operation of twin centrifugal impeller tail mowers and analyze their performance in agricultural areas, and 2) The twin centrifugal impeller tail mower had dimensions of 120 cm width and 140 cm length. It was equipped with a 6.3 kW 4-stroke gasoline engine that transmitted power to B-groove belts No. 47 and 48, rotating two cutting blades each measuring 42 cm in width and 6 cm in length. The blade height could be adjusted within the range of 3-26 cm. The mower's wheels had a tire size of 4.10/3.50-6, moving on a 6-inch plate. The performance test involved installing the twin centrifugal impeller tail mower with a 125-cc engine vehicle, running within 1 rai, 3 times on average, at speeds of 5-7 km per hour. The results showed an average fuel consumption of 0.86 liters per rai and an operational time of 21.52 minutes per rai, equivalent to 2.79 rai per hour. Furthermore, the twin centrifugal impeller tail mower exhibited a higher capacity than the shoulder mower by 52.18%. An engineering economic analysis revealed that the price of the twin centrifugal impeller tail mower was 29,000 baht, with a working period of 12 days per year. The break-even point was 9.09 rai per year, with a payback time of 1.8 years (1 year, 9 months, and 18 days).

Keywords: Tail mower, Twin Centrifugal Impeller, Performance

¹ Lecturer of Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, e-mail: teerawat.c@rbru.ac.th

² Lecturer of Energy Technology, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, e-mail: sarayut.c@rbru.ac.th.com

³ Lecturer of Energy Technology, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, e-mail: Chachoengsao_2@hotmail.com

* Corresponding author, e-mail: teerawat.c@rbru.ac.th

บทนำ

ในปัจจุบันวัชพืชเป็นปัญหาสำคัญของเกษตรกรชาวสวนผลไม้ จึงต้องมีการกำจัดวัชพืช เพื่อลดปัญหาการแย่งสารอาหารกับพืชหลัก อีกทั้งยังมีผลเสียกับผลผลิตหลัก โดยการกำจัดวัชพืชจะใช้วิธีการตัดออกให้สั้นลงมากกว่าการใช้สารเคมี เนื่องจากถ้าใช้สารเคมีอาจพบสารเคมีตกค้างในผลผลิต และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในบริเวณพื้นที่ทางการเพาะปลูก ทำให้เกิดผลเสียต่อการเพาะปลูกในระยะยาวได้ ธนัชสันต์ พูนไพบุลย์พิพัฒน์ และมณจิตา วะชู (2562) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชบางชนิดต่อการควบคุมหญ้าหมุยและความเป็นพิษต่อข้าวโพด ซึ่งพบว่าสารเคมีสำหรับกำจัดวัชพืชในปัจจุบันมีความเป็นพิษต่อพืชทางเกษตรกรรมที่น้อยลงเป็นอย่างมาก แต่ยังคงมีสัดส่วนความเป็นพิษอยู่ จึงอาจส่งผลกระทบต่อผลิตผลทางเกษตรได้ นอกจากนี้ทางกลุ่มเกษตรกรได้มีการจัดทำผลผลิตให้ถูกต้องตามหลัก GMP (Good Manufacturing Practice) เพื่อเป็นไปตามหลักเกณฑ์วิธีการผลิตคุณภาพอาหารที่ดี คุณภาพของผลผลิตที่ได้สามารถจัดอยู่ในหมวดหมู่มาตรฐานการส่งออก จึงต้องควบคุมคุณภาพตั้งแต่กระบวนการเพาะปลูกผลผลิต การดูแลรักษาผลผลิต และการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยการตัดวัชพืชจะอยู่ในกระบวนการดูแลรักษาผลผลิตนั่นเอง

การนำเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่มาช่วยในการกำจัดวัชพืชยังลดปัญหาด้านแรงงานที่นับวันยังมีจำนวนน้อยลง และเป็นแนวทางการลดค่าใช้จ่ายสำหรับการจ้างเหมาตัดหญ้าของเกษตรกร จากประโยชน์ดังกล่าวมาข้างต้น จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ในพื้นที่แปลงเกษตร โดยใช้รถเครื่องยนต์ขนาดเล็ก 4 ล้อมาเป็นอุปกรณ์ลากจูง โดยเป็นการส่งเสริมให้ชาวสวนผลไม้มีแนวทางการลดต้นทุนการผลิตลง เนื่องจากเทคโนโลยีเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่มีระบบการทำงานที่ไม่ซับซ้อน สะดวกต่อการบำรุงรักษา แต่ยังคงต้องมีความรู้ด้านสมรรถนะการใช้งาน ที่ต่อยอดให้เกิดผู้ประกอบการที่ผลิตสินค้าและบริการที่มีมูลค่าเพิ่มสูงหรือนวัตกรรมที่ต่อยอดจนเกิดประโยชน์ได้จริงต่อผู้ประกอบการ และเพื่อกำหนดขอบเขตและแนวทางในการวิจัย ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดย ไกรสร รวยป้อม และสุรพงษ์ โช้ทอง (2557) ได้ทำการศึกษาเครื่องตัดหญ้าแบบใบมีดทรงกระบอกติดท้ายรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก ได้เปรียบเทียบการใช้ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ 1,000 และ 2,000 รอบต่อนาที พบว่า ระดับความเร็วรอบของเพลาคูที่ 1000 รอบต่อนาที และความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2,000 รอบต่อนาที สามารถตัดหญ้าได้ประมาณ 0.93 ไร่ต่อชั่วโมง โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จากการศึกษาวิจัยนี้บ่งชี้ว่าความเร็วรอบของมอเตอร์ไม่ส่งผลต่อความเร็วในการตัดมากนัก นอกจากความเร็วในการตัดแล้วคุณภาพในการตัดก็เป็นสิ่งสำคัญ ขนาธิป กาลจักร และคณิศร ภูนิคม (2562) ได้วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการตัดหญ้าเนเปียร์ ปัจจัยที่ทำการศึกษาประกอบด้วย ความเร็วการเคลื่อนที่ตัด และความเร็วรอบชุดหัวตัด เพื่อตรวจสอบการส่งผลต่อความยาวชิ้นหญ้าตามต้องการ ผลจากการทดลองพบว่า ความเร็วการเคลื่อนที่และความเร็วรอบชุดหัวตัดมีอิทธิพลต่อความยาวชิ้นหญ้าที่ทำการตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ 0.05 การเลือกความเร็วรอบใบตัดจึงมีความสำคัญต่อการตัดวัชพืชแต่ละชนิด นอกจากนั้น ชัยณรงค์ หนูช่างคำ และคณะ (2565) ได้พัฒนาารถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ ผลการทดสอบสมรรถนะ พบว่า ขนาดความสูงของหญ้าที่ 6 เซนติเมตร สามารถตัดหญ้าได้มากที่สุด แต่เมื่อเพิ่มขนาดความยาวของหญ้าเป็น 9 และ 12 เซนติเมตร ความสามารถในการตัดหญ้าจะลดลงตามลำดับ โดยความสามารถในการทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ± 0.47 ไร่ต่อชั่วโมง งานวิจัยนี้ยังชี้ได้ว่าการออกแบบระดับความสูงของใบตัดส่งผลต่อสมรรถนะการตัด นอกจากนั้น กนกกัญญากรรณ์ พรพราชจรกุล และคณะ (2563) ได้พัฒนาารถตัดหญ้าบังคับวิทยุ และได้ทดสอบสมรรถนะด้านความแม่นยำในการเคลื่อนที่ พบว่า การเคลื่อนที่ของรถตัดหญ้ามีความแม่นยำร้อยละ 100 ความราบเรียบของหญ้าในการตัดมีความสม่ำเสมอ งานวิจัยของ คมกริช จิตตา และคณะ (2565) ได้พัฒนาเครื่องตัดหญ้าเดินตามขั้วเคลื่อนด้วยไฟฟ้าไร้สายเพื่อช่วยลดภาระการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน จากการทดสอบพบว่า เครื่องตัดหญ้าเดินตามขั้วเคลื่อนด้วยไฟฟ้าไร้สาย ช่วยลดการใช้แรงทางกายของผู้ปฏิบัติงาน โดยไม่ต้องออกแรงผลักในขณะตัดหญ้า เนื่องจากมีชุดสไปรอลคลัทช์ ช่วยในการบังคับเลี้ยว ทำให้การบังคับเลี้ยวทำได้ง่ายขึ้นจึงสามารถลดภาระการทำงานของผู้ปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวไป บ่งชี้ว่าการใช้รถเป็นตัวขับเคลื่อนสำหรับตัดหญ้าเป็นทางยาวนั้นสามารถควบคุมความยาวของหญ้าที่ตัดได้ดี ความยาวของหญ้ามีความใกล้เคียงกันตลอดระยะการตัด ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญเพราะการใช้แรงงานคนใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายบนบ่า ความยาวของหญ้าที่ตัดได้อาจจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับผู้ตัดแต่ละคน แต่ถ้าความยาวของหญ้าก่อนตัดมากเกินไปอาจส่งผลต่อสมรรถนะในการตัดได้ นอกจากนั้นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญต่อการเปรียบเทียบระหว่างการใช้รถตัดหญ้ากับการใช้แรงงานคนตัดหญ้าก็คือระยะเวลาในการตัด สุวิพงษ์ เหมะธูลิน และณัฐดนัย พรณูเจริญวงศ์ (2561) ได้พัฒนาชุดขับเคลื่อนใบมีดตัดของเครื่องตัดใบข้าว โดยเปรียบเทียบกับเครื่องตัดหญ้าสายพาน ผลการทดสอบ พบว่า สามารถลดเวลาการทำงานได้ 30.90 นาทีต่อไร่ จากการศึกษางานวิจัยนี้บ่งชี้ว่าการนำเทคโนโลยีมาใช้สามารถช่วยลดระยะเวลาในการทำงานได้จริงจากการใช้แรงงานคน นอกจากนั้น สุวิพงษ์ เหมะธูลิน (2561) ยังได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดใบข้าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดใบข้าว โดยแบบเดิมใช้เครื่องตัดใบข้าวใช้เวลาเฉลี่ย 54.80 นาทีต่อไร่ เทียบกับการใช้เครื่องตัดใบข้าวใช้เวลาในการตัดใบข้าวเฉลี่ย 14.40 นาทีต่อไร่ ทำให้เกษตรกรสามารถลดเวลาในการทำงานลงได้ถึง 43.61 % และเมื่อเทียบค่าใช้จ่ายในทางเศรษฐศาสตร์ต้นทุนการผลิตข้าวสามารถลดต้นทุนในการผลิตข้าวได้ 640 บาทต่อไร่ นอกจากนั้นงานวิจัยของ วรวิมล สุวรรณเรือง และคณะ (2564) ได้พัฒนาเครื่องตัดตอซังข้าวและวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องตัดตอซังข้าวพบว่ามีค่าใช้จ่ายผันแปร 21.14 บาทต่อไร่ ค่าต้นทุนเครื่องจักร 12,300 บาท เมื่อราคาฟางข้าวตามท้องตลาดเท่ากับ 25 บาทต่อ 20 กิโลกรัม จะมีจุดคุ้มทุนเท่ากับ 59.89 ไร่ต่อปี และระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 9.4 วัน และยังมีงานวิจัยของ ศิริเจษฎ์ กองแก้ว และคณะ (2564) ได้พัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพดหวาน และได้วิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า

เมื่อทำงานปีละ 300 วัน วันละ 8 ชั่วโมง จะมีระยะเวลาในการคืนทุนที่ 8 วัน และจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 60 ไร่ต่อปี¹ จากการศึกษางานวิจัย บ่งชี้ชัดเจนว่าการนำเทคโนโลยีการตัดเข้ามาใช้ นอกจากระยะเวลาในการทำงานจะลดลงแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ลดต้นทุนได้เมื่อเทียบกับต้นทุนทางแรงงาน แต่อาจต้องใช้เวลาระยะยาวในการคืนทุนนั่นเอง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาพัฒนาสมรรถนะเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ โดยนำไปทดสอบสมรรถนะในพื้นที่แปลงเกษตรจริงของเกษตรกร ผลจากทดสอบจะสามารถทราบแนวทางการทำงานของเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ และแนวทางการลดต้นทุนการผลิตเปรียบเทียบกับ การจ้างเหมาบริการ ซึ่งสามารถส่งเสริมการนำเทคโนโลยีเครื่องจักรกลการเกษตรมาประยุกต์ใช้กับสวนผลไม้ได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการทำงานเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ สำหรับเกษตรกรฐานรากในครัวเรือน
2. เพื่อศึกษาวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ในพื้นที่แปลง

เกษตร

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยมีขั้นตอนโดยรวมทั้งตั้งแต่ศึกษาแปลงเกษตรที่มีความพร้อมต่อการทดสอบสมรรถนะของเครื่องตัดหญ้า ไปสู่การพัฒนาเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ ต่อยอดไปสู่การออกแบบผัง การเคลื่อนที่สำหรับทดสอบ การวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ในพื้นที่แปลงเกษตร และสุดท้ายเป็นการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม รายละเอียดได้แบ่งออกเป็นหัวข้อหลัก 5 ข้อ ดังนี้

1. ความพร้อมของพื้นที่ทำการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียนตำบลวังโดนด อำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี โดยเป็นแปลงสาธิตระบบเกษตรอัจฉริยะด้วยระบบ IoT เป็นศูนย์เรียนรู้ให้กับเกษตรกรภายในจังหวัด ซึ่งได้รับการส่งเสริมจากเกษตรจังหวัดจันทบุรี เหตุผลหลักที่ได้เลือกสถานที่แปลงเกษตรดังกล่าวมาจากสภาพของภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นที่ราบบริเวณกว้าง มีความลาดชันที่ไม่มากนัก เพื่อที่ปัจจัยในด้านของความลาดชันของพื้นที่ไม่ส่งผลต่อการทำงานของรถขับเคลื่อนในแปลงเกษตร นอกจากนั้นแล้วสภาพของดินในแปลงเกษตรดังกล่าวมีความแข็ง ไม่ละ และอุ้มน้ำจนเกินไป เพื่อที่ไม่ส่งผลต่อการขับเคลื่อนของรถ และไม่กระทบต่อความยาวของหญ้าที่ทำการตัดขณะที่รถกำลังเคลื่อนที่

2. การพัฒนาเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและติดตั้งเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ในพื้นที่แปลงเกษตร โดยใช้รถเครื่องยนต์ขนาดเล็ก 4 ล้อมาเป็นอุปกรณ์ลากจูง จากนั้นทำการติดตั้งหัวบอลสำหรับลากที่ตัวรถ แล้วนำชุดครอบ (คอปเปอร์) ของหางลากมาติดตั้งสำหรับลากเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ ซึ่งมีอุปกรณ์ที่สำคัญประกอบด้วย ชุดใบมีดตัดจำนวน 2 ใบ รวมแล้วกว้าง 80 เซนติเมตร ส่งกำลังด้วยเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาด 6.3 กิโลวัตต์ ผ่านชุดสายพาน โดยความเร็วในการเหวี่ยงสัมพันธ์กับรอบการทำงานของเครื่องยนต์ด้วย แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่

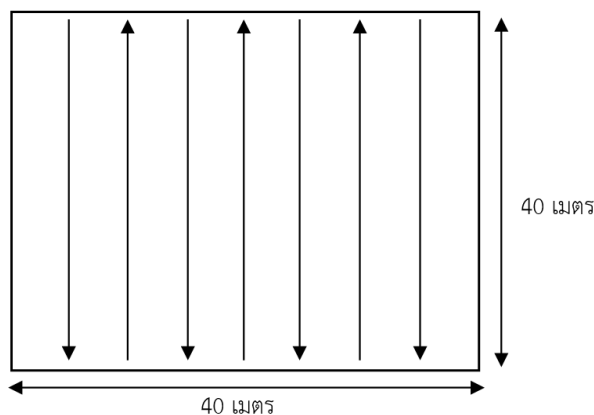
จากภาพที่ 1 ประกอบไปด้วยรถขับเคลื่อนขนาดเล็ก 125 cc สำหรับใช้ลากจูง หัวบอลลากขนาด 2 นิ้ว ที่สามารถรับแรงได้ 3,500 ปอนด์ หรือรับน้ำหนัก 1,590 กิโลกรัม เครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ กำลังขับเคลื่อน 6.3 กิโลวัตต์ หรือประมาณ 9 แรงม้า ยี่ห้อ Honda รุ่น GX270T2 QHT1 ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง สามารถใช้ได้กับน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่ผสมแอลกอฮอล์ไม่เกินร้อยละ 10 (E10) ได้ ส่วนประกอบต่อไปคือ สายพานสำหรับหมุนใบตัดคู่ด้วยแรงเหวี่ยง สายพานที่นำมาใช้เป็นสายพานวีคลาสสิกแบบร่องเรียบ รหัส B47 และ B48 เหมาะสำหรับการใช้งานเครื่องจักรกลการเกษตรได้เป็นอย่างดี ส่วนประกอบสุดท้ายคือ ล้อสำหรับเคลื่อนที่ และชุดกันกระแทก ล้อที่ใช้ คือ ล้อยางขนาด 4.10/3.50-6 จะมีความสูงของยางที่ระดับ 4.10 นิ้ว ความกว้างของหน้ายางขนาด 3.50 นิ้ว และใช้กับกระทะล้อขนาด 6 นิ้ว ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างหางลากใบตัดแรงเหวี่ยงคู่

3. การออกแบบผังการเคลื่อนที่สำหรับทดสอบ

การออกแบบแผนผังพื้นที่การทดสอบ มีขนาดพื้นที่ 1 ไร่ แบ่งตามอัตราส่วนขนาดความกว้าง 40 เมตร ยาว 40 เมตร หรือขนาด 1,600 ตารางเมตร โดยเหตุผลที่ทำการออกแบบขนาดของพื้นที่ทดสอบความกว้าง 40 เมตร ความยาว 40 เมตร เป็นลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพื่อให้ขนาดเท่ากับ 1 ไร่ ซึ่งสามารถนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้งานของเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายบ่าที่ทางผู้ผลิตกำหนดข้อมูลไว้เป็นหน่วยไร่ได้ง่าย ลักษณะดั้งเดิมของพื้นที่ทดสอบมีวัชพืชขึ้นสูงขนาด 30-40 เซนติเมตร โดยเป็นพื้นที่เรียบและดินมีขนาดค่อนข้างแข็ง การทำงานจะเคลื่อนที่รถตัดหญ้าหางลากใบตัดแรงเหวี่ยงคู่ ตามรูปแบบวิธีการตัดหญ้าทางยาว สลับหัวแปลงจากทางด้านขวาไปทางด้านซ้าย หรือสลับจากทางด้านซ้ายไปทางด้านขวา เนื่องจากกำหนดพื้นที่ขนาดเดียวกัน และเพื่อให้เกิดความครอบคลุมต่อทุกพื้นที่ของการตัด ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนผังพื้นที่การทดสอบเครื่องตัดหญ้าหางลากใบตัดแรงเหวี่ยงคู่

4. การวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานของเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ในพื้นที่แปลงเกษตร

การประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ จะประกอบไปด้วย 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่ อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงรถขับเคลื่อนขนาดเล็ก อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่

ความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่ เป็นการทดสอบว่าเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่สามารถทำงานในพื้นที่แปลงเกษตรได้พื้นที่เท่าใดต่อหนึ่งหน่วยเวลา โดยคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ความสามารถเชิงพื้นที่} = \text{พื้นที่ที่ทำงานได้} / \text{เวลาทำงาน} \quad (1)$$

อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงรถขับเคลื่อนขนาดเล็ก เป็นการทดสอบว่ารถขับเคลื่อนขนาดเล็กที่ทำหน้าที่ลากเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่มีการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเท่าใดต่อหนึ่งหน่วยระยะเวลา และอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ เป็นการทดสอบว่าเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ที่ทำหน้าที่ตัดหญ้าในขณะที่รถเคลื่อนที่นั้นมีการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเท่าใดต่อหนึ่งหน่วยระยะเวลา โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{อัตราความสิ้นเปลือง} = \text{ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร)} / \text{พื้นที่ทำงาน (ไร่)} \quad (2)$$

5. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ในการสร้างเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ นั้น มีเพื่อประเมินค่าใช้จ่าย เพื่อทราบระยะเวลาคืนทุน และจุดคุ้มทุนในการที่จะนำเครื่องจักรมาใช้ทดแทนแรงงานคน ซึ่งใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการลงทุนที่จะนำเครื่องจักรมาใช้ โดยเน้นความคุ้มค่า และให้ก่อประโยชน์สูงสุด มีรายละเอียดการคำนวณดังต่อไปนี้

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในสร้างเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ (บาทต่อปี) มีตัวแปรที่ใช้ประกอบการคำนวณ ดังนี้ มูลค่าซาก (S) ค่าเสื่อมราคา (D) ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R) ตัวแปรดังที่กล่าวมาข้างต้นคือ ต้นทุนคงที่ (FC) โดยกำหนดให้ราคาตั้งต้นของเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่เป็นตัวแปร P

$$\text{มูลค่าซาก (S)} = 0.1 P \quad (3)$$

$$\text{ค่าเสื่อมราคา (D)} = (P - S) / L \quad (4)$$

$$\text{ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R)} = [(P + S) / 2] \times I \quad (5)$$

$$\text{ต้นทุนคงที่ (FC)} = \text{ค่าเสื่อมราคา (D)} + \text{ค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R)} \quad (6)$$

โดย L คือ ระยะเวลาที่ใช้คำนวณ และ I คือ อัตราดอกเบี้ย

ค่าใช้จ่ายอีกส่วนหนึ่ง คือ ค่าต้นทุนแปรผัน (VC) ประกอบด้วย ค่าบำรุงรักษา ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าน้ำมันหล่อลื่น ค่าจ้างแรงงาน ค่าต้นทุนแปรผันเป็นค่าที่ไม่มีตัวแปรแน่ชัด และมีค่าแปรเปลี่ยนตามสภาพเศรษฐกิจ ทำให้ในการคำนวณค่าต้นทุนแปรผันจะต้องมีการกำหนดค่าราคาต่างๆ เป็นตัวแปรต้นที่คงที่ ซึ่งจะ

แสดงในผลการวิจัยและอภิปรายผล จากนั้นเมื่อนำค่าต้นทุนคงที่ต่อปีมารวมกับต้นทุนแปรผันที่เกิดขึ้นต่อปีจะส่งผลให้ได้ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดต่อระยะเวลาหนึ่งปี (AC) ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$\text{ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (AC)} = \text{ต้นทุนคงที่} + \text{ต้นทุนแปรผัน} \quad (7)$$

ซึ่งจากค่าใช้จ่ายทั้งหมดต่อระยะเวลาหนึ่งปี สามารถนำไปคำนวณ จุดคุ้มทุน (Break Even Point) ได้ ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{BEP} = \text{FC} / (\text{SU} - \text{VC}) \quad (8)$$

โดย SU คือ รายได้จากการรับจ้างตัดหญ้าหลังหักต้นทุนค่าใช้จ่าย

สามารถคำนวณระยะเวลาคืนทุนได้จากสมการ ดังนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \text{ราคาตั้งต้น} / (\text{รายได้} - \text{ค่าใช้จ่ายทั้งหมด}) \quad (9)$$

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลของการวิจัยได้ถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ผลการศึกษาพัฒนาทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ ผลการวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานของเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ และผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

1. ผลการศึกษาพัฒนาทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่

โครงสร้างทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ที่นำมาใช้ในงานวิจัยเป็นทางลากที่สามารถใช้รถเอทีวีขนาดเล็กหรือรถมอเตอร์ไซด์ 3 ล้อ พ่วงข้างมาเป็นส่วนลากไปยังพื้นที่ทำงาน โดยขนาดโครงสร้างมีความกว้าง 90 เซนติเมตร ยาว 65 เซนติเมตร โครงสร้างทำด้วยเหล็กเหลี่ยมขนาด $1\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4}$ นิ้ว ทั้งนี้ขนาดโดยรวมของเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่จะมีขนาดความกว้าง 120 เซนติเมตร และความยาว 140 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบหลักของชุดทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ ซึ่งการทำงานสามารถปรับระดับความสูง-ต่ำของใบตัดได้ เพื่อให้เข้ากับความสูงของหญ้าภายในแปลงเกษตร นอกจากนั้นยังมีการป้องกันเศษหญ้า หรือเศษกิ่งไม้เข้าไปขัดกับชุดใบตัดขณะทำงานด้วยการสร้างชุดกันเศษหญ้าเป็นกันชนไว้บริเวณด้านหน้าของโครงสร้าง ใบตัดคู่มีขนาดความกว้าง 42 เซนติเมตร ยาว 6 เซนติเมตร จำนวน 2 ใบ ติดตั้งอยู่กับฐานบริเวณใต้ชุดทางลาก สามารถปรับระดับใบมีดตัดหญ้าให้มีระยะต่ำสุด 3 เซนติเมตรจากพื้นดิน การบำรุงรักษาทางลากเครื่องตัดหญ้าใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ สามารถเติมจารบีเข้าไปยังจุดเติม เพื่อหล่อลื่นลดการฝืดของแกนใบตัด และทำความสะอาดชุดใบตัดโดยนำเศษหญ้าออกหลังการใช้งาน ซึ่งควรระมัดระวังขณะใช้งานไม่ให้ไปสัมผัสกับก้อนหิน หรือกิ่งไม้ขนาดใหญ่ เนื่องจากส่งผลเสียต่อใบตัดหญ้าได้ ทั้งนี้ควรบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ และเมื่อหยุดใช้งานควรนำไปเก็บรักษาในพื้นที่แห้งเพื่อลดโอกาสการเกิดคราบสนิมได้

เมื่อนำชุดทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ไปต่อเข้ากับรถขับเคลื่อนขนาดเล็กเพื่อใช้ในการลากจูง จะได้เป็นโครงสร้างพร้อมใช้งานจริง ดังแสดงในภาพที่ 4 การเคลื่อนที่สำหรับการตัดหญ้าจะทำการขับเคลื่อนที่ขนาดเล็กด้วยความเร็วประมาณ 5 – 7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างของทางลากนั้นสร้างจากเหล็กที่มีความหนา ซึ่งเป็นโครงสร้างจากวัสดุที่แข็งแรง รวมทั้งล้อมีขนาดใหญ่จึงสามารถไปใช้กับพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศไม่ราบเรียบได้ แต่เนื่องจากโครงสร้างเหล็กที่หนาทำให้น้ำหนักมาก จึงไม่ควรนำไปใช้กับพื้นแปลงเกษตรที่ค่อนข้างนุ่มและละเอียด เพราะจะส่งผลให้ล้อของทางลากจมดิน ซึ่งส่งผลให้ใบตัดกระแทกกับพื้นดินได้



ภาพที่ 4 เครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ พร้อมรถ ATV สำหรับลากจูง

2. ผลการวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานของเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่

จากการประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ ที่ถูกแบ่งปัจจัยสำคัญออกเป็น 3 ปัจจัยหลัก คือ ผลของความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่ ผลทดสอบอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงรถขับเคลื่อนขนาดเล็ก และผลทดสอบอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ ผลทดสอบทั้งหมดถูกแสดงผ่านการคำนวณดังต่อไปนี้

ผลทดสอบความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่ กำหนดขอบเขตขนาดพื้นที่จริง 40×40 เมตร เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะมีระยะเวลาในการเคลื่อนที่เท่ากับ 0.48 นาที โดยสามารถคำนวณหาความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่จริง (EFC) ได้เท่ากับ 66.67 ตารางเมตรต่อนาที เมื่อทำการแปลงหน่วย จะได้ 2.5 ไร่ต่อชั่วโมง หรือสามารถคิดเป็นค่าประมาณ 21.5 นาทีต่อหนึ่งไร่

ผลทดสอบอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงรถขับเคลื่อนขนาดเล็ก รถขับเคลื่อนขนาดเล็กขนาด 125 ซีซี ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน (E10) เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยสามารถคำนวณหาอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ได้เท่ากับ 0.38 ลิตรต่อไร่ ส่วนผลทดสอบอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ เครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ขนาด 6.3 กิโลวัตต์

ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซลีน (E10) โดยใบตัดของเครื่องตัดหญ้าสามารถหมุนตัดได้ด้วยความเร็วรอบ 1,350 รอบต่อนาที (1,350 rpm) จากการทำงานของระบบกลไกการตัดสามารถคำนวณหาอัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ได้ เท่ากับ 0.48 ลิตรต่อไร่ และจากผลการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถขับเคลื่อนขนาดเล็กและเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ สามารถนำมารวมกันเป็นผลการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงรวมได้ ผลที่ได้จะมีค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงรวมกันเท่ากับ 0.86 ลิตรต่อไร่

ในการทดสอบเพื่อให้ได้ค่าที่มีความถูกต้องแม่นยำ ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบค่าทั้งหมด 3 ครั้ง หรือคิดเป็น 3 ซ้ำ เพื่อที่สามารถคำนวณค่าเฉลี่ยของผลที่ได้ เพื่อเป็นค่าแทนของค่าทั้งหมดที่สามารถเกิดขึ้นได้ โดยการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง ทดสอบในสภาพแวดล้อมเดียวกัน พื้นที่ในแปลงเกษตรเดียวกัน และความยาวของหญ้าใกล้เคียงกัน แต่อาจจะมีปัจจัยภายนอก เช่น ดินอาจจะมีความแข็งต่างกันเล็กน้อย เพราะการรับน้ำของดินแต่ละช่วงฤดูกาลของแต่ละสถานที่จะแตกต่างกันออกไป ในพื้นที่เดียวกันแต่เป็นช่วงเวลาต่างก็ยังสามารถส่งผลกระทบต่อความแข็งของดินได้ จากอุณหภูมิบรรยากาศภายนอกที่แตกต่างกัน แต่ทั้งนี้ปัจจัยดังกล่าวก็ไม่ส่งผลต่อการทดสอบสมรรถนะมากนัก ทางผู้วิจัยจึงสามารถทำการทดสอบค่าออกมาได้ 3 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ สำหรับเกษตรกรฐานรากในระดับครัวเรือน

ครั้งที่	ปริมาณเชื้อเพลิง (ลิตรต่อไร่)		ระยะเวลาการตัดหญ้า (นาทีต่อไร่)
	รถ ATV	เครื่องตัดหญ้า	
1	0.38	0.48	22.50
2	0.40	0.48	20.65
3	0.37	0.49	21.40
ค่าเฉลี่ย	0.38	0.48	21.52

จากตารางที่ 1 ระยะเวลาในการตัดหญ้าต่อหนึ่งไร่ จากการทดสอบ 3 ครั้ง สามารถคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยได้ 21.52 นาทีต่อไร่ ส่วนอัตราการใช้เชื้อเพลิง คำนวณเป็นค่าเฉลี่ยได้ 0.86 ลิตรต่อไร่

นอกจากนั้นทางผู้วิจัยยังได้ทำการเปรียบเทียบสมรรถนะในการทำงานของเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ กับเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายบ่า โดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายบ่ายี่ห้อ Makita รุ่น RBC-411U โดยเป็นค่าข้อมูลจำเพาะจากผู้ผลิต เพื่อเปรียบเทียบถึงระยะเวลาในการตัดที่และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของทั้ง 2 วิธีการ จากการเปรียบเทียบระยะเวลาในการตัดหญ้าในพื้นที่แปลงเกษตรเท่ากัน เครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ตัดหญ้าได้เฉลี่ย 21.52 นาทีต่อไร่ โดยใช้เวลาน้อยกว่าเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายบ่ายี่ห้อ Makita รุ่น RBC-411U ซึ่งมีการทำงานอยู่ในช่วง 45 – 60 นาทีต่อไร่ ส่วนอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ คิดเป็นค่าเฉลี่ยได้ 0.86 ลิตรต่อไร่ มากกว่าการตัดหญ้าด้วยเครื่อง

ตัดหญ้าแบบสะพายป่าที่ส่งผลให้เกิดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงประมาณ 0.85 ลิตรต่อไร่ ซึ่งเป็นค่าการสิ้นเปลืองที่ไม่ต่างกันมากนัก เนื่องมาจากการตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ใช้เวลาในการทำงานที่น้อยกว่าเป็นอย่างมาก ระยะเวลาในการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์จนวนน้อยกว่ามากตามไปด้วย ถึงแม้ว่าเครื่องยนต์จะมีอัตราการใช้พลังงานเชื้อเพลิงต่อนาที่ที่มากกว่าการตัดหญ้าด้วยเครื่องตัดหญ้าแบบสะพายป่าก็ตาม

3. ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

สำหรับการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ในการสร้างเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ขึ้น เพื่อประเมินค่าใช้จ่าย ทราบระยะเวลาคืนทุน และจุดคุ้มทุนในการที่จะนำเครื่องจักรกลการเกษตรมาใช้ทดแทนแรงงานคน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการลงทุนที่จะนำเครื่องจักรกลการเกษตรมาใช้ในกิจกรรมของตนเองโดยเน้นความคุ้มค่า และให้ก่อประโยชน์สูงสุด โดยในการคำนวณจะต้องมีการกำหนดราคาเป็นข้อมูลตั้งต้น มีรายละเอียดดังนี้ กำหนดให้ราคาเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่มีเท่ากับ 29,000 บาท มูลค่าซากเมื่อสิ้นปีที่ 10 เหลือร้อยละ 10 ของราคาเครื่อง (กรมบัญชีกลาง, 2557) และอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7.14 ต่อปี (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2566) นำไปคำนวณด้วยสมการที่ (3) – (6) จะได้ค่าดังนี้ ค่ามูลค่าซาก (S) เท่ากับ 2,900 บาท ค่าเสื่อมราคา (D) เท่ากับ 2,610 บาทต่อปี และค่าเสียโอกาสในการลงทุน (R) เท่ากับ 1,138.83 บาทต่อปี ดังนั้น ต้นทุนคงที่ (FC) มีค่าเท่ากับ 3,748.83 บาทต่อปี

จากนั้นคำนวณค่าต้นทุนแปรผัน ด้วยการกำหนดอัตราค่าแรงงานเหมาตัดครั้งละ 300 บาท จำนวนคนทำงาน 1 คน ตัดหญ้าปีละ 12 ครั้ง เฉลี่ยตัดหญ้าเดือนละ 1 ครั้ง ในพื้นที่ 10 ไร่ อัตราการใช้พลังงานเชื้อเพลิงรวม 0.86 ลิตรต่อไร่ ค่าพลังงานเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอลล์ 91 หรือ E10 ราคา 36.58 บาทต่อลิตร ค่าบำรุงรักษาวัสดุภายในเครื่อง 120 บาท เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น 3 เดือนต่อครั้ง ประกอบด้วยเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ และรถเครื่องยนต์ขนาดเล็กจำนวน 4 ครั้งต่อปี รวม 200 บาทต่อครั้ง นำไปคำนวณค่าต้นทุนแปรผันดังนี้ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากับ 3,775.06 บาทต่อปี ค่าน้ำมันหล่อลื่นเท่ากับ 800 บาทต่อปี ค่าจ้างแรงงานเท่ากับ 3,600 บาทต่อปี ค่าบำรุงรักษาประมาณ 120 บาทต่อปี ดังนั้น ค่าต้นทุนแปรผัน (VC) จึงมีค่าเท่ากับ 8,295.06 บาทต่อปี จากนั้นทำการคำนวณค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากสมการ (7) ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (AC) จึงมีค่าเท่ากับ 12,043.89 บาทต่อปี เมื่อมีการนำเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ไปทำงานรับจ้างเหมาตัดหญ้าในแปลงเกษตรจริงจะสามารถนำมาคำนวณเป็นค่าจุดคุ้มทุนได้ โดยอัตราค่าจ้างตัดหญ้าเหมาจ่ายมีค่าเท่ากับ 700 บาทต่อไร่ เมื่อนำเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ไปรับจ้างเหมาหลังหักต้นทุนต่อไร่มีค่าเท่ากับ 618.54 บาทต่อไร่ ทั้งนี้ใช้เวลาทำงาน 21.52 นาทีต่อไร่ ทำงานพื้นที่ 10 ไร่ โดยทำงานเฉลี่ย 3.35 ชั่วโมงต่อวัน เท่ากับเดินเครื่องทำงานใน 1 ปีทำงาน 12 วัน สามารถทำงานได้ 40.20 ชั่วโมงต่อปี สามารถคำนวณจุดคุ้มทุนได้จากสมการ (8) ดังนั้น จะได้ค่าจุดคุ้มทุนเท่ากับ 9.09 ไร่ต่อปี และสามารถคำนวณระยะเวลาคืนทุนได้ โดยกำหนดรายได้จากการรับจ้างตัดหญ้าหลังหักต้นทุนค่าใช้จ่ายมีค่าเท่ากับ 618.54 บาทต่อไร่และใน

1 ปี เครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่สามารถทำงานได้ 40.20 ชั่วโมงต่อปี ทำให้มีรายได้เท่ากับ 28,140 บาทต่อปี สามารถคำนวณระยะเวลาคืนทุน ได้เท่ากับ 1.80 ปี หรือ 1 ปี 9 เดือน 18 วัน จากค่าต้นทุนและระยะเวลาคืนทุน เครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานกำจัดวัชพืช และลดรายจ่ายต่อภาคเกษตรกรรมสำหรับเกษตรกรฐานรากได้เป็นอย่างดี จึงมีความเหมาะสมสำหรับพื้นที่ของเกษตรกรที่มีพื้นที่เพาะปลูกขนาดเล็กสำหรับสวนผลไม้ หรือของผู้ประกอบการรายย่อย

สรุป

จากการศึกษาพัฒนาสมรรถนะเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ ได้พัฒนาระบบตัดหญ้าโดยใช้งานร่วมกับรถเครื่องยนต์ขนาดเล็กขนาด 125 ซีซี ในพื้นที่ขนาด 1 ไร่ หาค่าเฉลี่ย 3 ครั้ง พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.86 ลิตรต่อไร่ ระยะเวลาที่ใช้ในการตัดหญ้าเท่ากับ 21.52 นาทีต่อไร่ หรือทำงาน 1 ชั่วโมงจะสามารถตัดหญ้าได้พื้นที่ 2.79 ไร่ต่อชั่วโมง และเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องตัดหญ้าสะพายบามีสมรรถนะการทำงานมากกว่าร้อยละ 52.18 และได้คำนวณสมรรถนะความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เมื่อลงทุนจัดสร้างเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่ 29,000 บาท เมื่อทำงาน 12 วันต่อปี จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 9.09 ไร่ต่อปี และสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 1.80 ปี หรือประมาณ 1 ปี 9 เดือน 18 วัน ซึ่งเครื่องตัดหญ้าทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานกำจัดวัชพืช และลดรายจ่ายต่อภาคเกษตรกรรมสำหรับเกษตรกรฐานรากได้เป็นอย่างดี จึงมีความเหมาะสมสำหรับพื้นที่ของเกษตรกรที่มีพื้นที่แปลงเพาะปลูกขนาดเล็กสำหรับสวนผลไม้

ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยจะยังคงพบปัญหาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่อยู่บ้าง เนื่องจากการควบคุมเป็นการลากจูงส่งผลให้การควบคุมทิศทางหรือแนวการตัดหญ้าทำได้ยาก ในพื้นที่ที่มีความคดเคี้ยวจึงสามารถตัดการตัดให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดได้ยาก และเนื่องจากโครงสร้างทางลากใบพัดแรงเหวี่ยงคู่น้ำหนักมาก ถ้านำไปทำงานในพื้นที่ที่ดินไม่แข็งมากนัก ล้ออาจจะจมดินลงไปได้ และจะส่งผลให้ใบตัดกระแทกกับพื้นดิน จึงมีข้อจำกัดสำหรับพื้นที่ใช้งานควรเป็นแปลงเกษตรที่มีดินแข็ง ไม่อู้น้ำมาก และพื้นที่ลาดชันไม่มากนัก ในงานวิจัยต่อไปจึงควรทำการพัฒนาระบบลากจูงให้มีความสัมพันธ์กับรถลากได้ดีขึ้น เกิดการแกว่งน้อยลง ควรลดน้ำหนักโครงสร้างให้น้อยลง และพิจารณาความเร็วของใบตัดที่ส่งผลต่อความสมบูรณ์ในการตัดด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ต้องขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีที่ให้การสนับสนุนในด้านของอุปกรณ์ทดสอบ และวัสดุที่ใช้สำหรับการทดสอบ รวมทั้งให้การสนับสนุนงบประมาณสำหรับการวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- กนกกัญญากรณ พรวราชกรกุล, ชาญวิทย์ ราชกระโทก, เตมีย์ วงษ์ศรี, และศุภวัชร นิยมพันธุ์. (2563). รถตัดหญ้าบังคับวิทยุ. *วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม*, 5(2), 51-60.
- กรมบัญชีกลาง. (2557). *หลักเกณฑ์การคำนวณราคาสินทรัพย์ถาวรสำหรับหน่วยงานภาครัฐ*. สืบค้นจาก <http://med.swu.ac.th/supplies/images/V238.pdf>
- ไกรสร รวยป้อม, และสุรพงษ์ โช้ทอง. (2557). *เครื่องตัดหญ้าแบบใบมีดทรงกระบอกติดท้ายรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก*. วิทยานิพนธ์คณะวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี.
- คมกริช จิตตา, ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์, และสิรินาญ น้อยพิทักษ์. (2565). การพัฒนาเครื่องตัดหญ้าเดินตามขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าไร้สาย. *วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย*, 28(1), 15-24.
- ชนาธิป กาลจักร, และคณิศร ภูนิคม. (2562). การออกแบบการทดลองเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการตัดหญ้าเนเปียร์. *วารสารเครือข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย*, 5(2), 20-26.
- ชัยณรงค์ หล่มช่างคำ, จักรพันธ์ ออบมา, และประสิทธิ์ โสภา. (2565). การออกแบบและพัฒนารถตัดหญ้าควบคุมด้วยวิทยุบังคับ. *วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ*, 8(1), 12-20.
- ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2566). *อัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ*. สืบค้นจาก https://www.bot.or.th/thai/statistics/_layouts/application/interest_rate/in_rate.
- ธนัชสันต์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์, และมณฑิตา วะชู. (2563). ประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชบางชนิดต่อการควบคุมเห็บหมะและความเป็นพิษต่อข้าวโพด. *วารสารเกษตรนเรศวร*, 17(1), 48-57.
- วรวิมล สุวรรณเรือง, จารุพล สุริยวนากุล, ญญิวิวัฒน์ พลดี, เกียรติฟ้า ตั้งใจจิต, และสุจินต์ บุรีรัตน์. (2564). *เครื่องตัดต่อซังข้าว*. *วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา)*, 21(4), 157-170.
- ศิริเชษฐ์ กองแก้ว, สิงห์รัฐ ชารี, ประไพพรรณ สิทธิกุล, บัณฑิต ทองสร้อย, และกฤษณ์ ผลโพธิ์. (2564). การพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพดหวาน. *วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย*, 27(2), 12-18.
- สุวิพงษ์ เหมะจุลิน. (2561). *การพัฒนาเครื่องตัดใบข้าวแบบสะพายป่าขนาดเล็ก*. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

สุวิพงษ์ เหมะอูถิน และณัฐดนัย พรพรรณเจริญวงศ์. (2561). การพัฒนาเครื่องตัดใบข้าวเพื่อลดการสั่นสะเทือน.
วารสารวิจัยราชชมงคลกรุงเทพ, 12(2), 60-72.