

การพัฒนาและประเมินสมรรถนะชุดพ่นยากำจัดวัชพืชติดตั้งบนรถเอทีวี สำหรับเกษตรแปลงใหญ่

Development and Performance Evaluation of an ATV-Mounted Boom Sprayer for Weed Control in Large Agricultural Areas

ธีรวัฒน์ ชื่นอัสตงคต,^{1*} ศรายุทธ จิตรพัฒนากุล² และ เดชา วงค์แก้ว¹
Teerawat Chuenatsadongkot,^{1} Sarayut Chitphththanakul² and Decha Wongkaew¹*

Received 21 August 2025, Revised 6 October 2025, Accepted 8 October 2025

ABSTRACT

This research aimed to develop and evaluate the performance of a prototype herbicide sprayer designed for mounting on All-Terrain Vehicles (ATVs), commonly used in fruit orchards. The development addressed weed management challenges in large-scale durian orchards of a community enterprise in Chanthaburi province, focusing on issues of labor cost, efficiency, and chemical application safety. The prototype consisted of a 20-liter electric spray tank and a 1-meter-wide spray boom constructed from PVC conduit, fitted with five mist nozzles. Field tests were conducted on a 1-rai (1,600 m²) plot using a 125 cc ATV operating at an average speed of 3-5 km/h. The performance test results of the developed sprayer set showed that it could operate in a real setting with an average spraying time of just 19.77 minutes per rai. and an ATV fuel consumption rate of 0.33 liters per rai. Compared to the conventional backpack spraying method, the new system reduced operational time by over 60% and total operational costs (fuel and labor) by 62.3%. It also increased the daily work capacity from 4 rai to 10 rai and significantly enhanced operator safety by minimizing direct chemical exposure. Therefore, the developed ATV-mounted sprayer represents an appropriate, highly efficient, cost-effective, and safer technology for farmers in large-scale agricultural settings.

Keywords: ATV-attached sprayer, Weed management, Agricultural machinery, Large-scale farming

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินสมรรถนะของชุดพ่นยากำจัดวัชพืชต้นแบบที่ออกแบบมาเพื่อติดตั้งพ่นพ่นด้วยรถ ATV ซึ่งเป็นยานพาหนะที่มีใช้อยู่แล้วในสวนผลไม้ การพัฒนานี้มุ่งแก้ไขปัญหาการจัดการวัชพืชในสวนทุเรียนแปลงใหญ่ของวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดจันทบุรีซึ่งประสบกับปัญหาด้านต้นทุนแรงงาน ประสิทธิภาพ และความปลอดภัยในการใช้สารเคมี ชุดพ่นยาต้นแบบประกอบด้วยถังพ่นยาไฟฟ้าขนาด 20 ล. และชุดแขนพ่น ที่สร้างขึ้นจากท่อร้อยสายไฟฟ้า PVC มีความกว้าง 1 ม. ติดตั้งหัวพ่นหมอกจำนวน 5 หัว การทดสอบ

^{1*} สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ต.ท่าช้าง อ.เมือง จ.จันทบุรี 22000

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Tha Chang, Mueang, Chanthaburi 22000, Thailand.

² สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ต.ท่าช้าง อ.เมือง จ.จันทบุรี 22000

Department of Energy Technology, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Tha Chang, Mueang, Chanthaburi 22000, Thailand.

* Corresponding author: Tel. 08-4467-8296, E-mail address: teerawat.c@rbru.ac.th

ภาคสนามดำเนินการในแปลงทดลองขนาด 1 ไร่ โดยใช้รถ ATV ขนาด 125 ซีซี เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ย 3-5 กม./ชม. ผลการทดสอบสมรรถนะการทำงานของชุดพ่นยาที่พัฒนา พบว่า สามารถทำงานในพื้นที่จริงใช้เวลาในการฉีดพ่นเฉลี่ยเพียง 19.77 นาที/ไร่ และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถ ATV อยู่ที่ 0.33 ล./ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการใช้เครื่องพ่นยาสะพายหลังแบบดั้งเดิม พบว่างานวิจัยนี้สามารถลดระยะเวลาการทำงานได้มากกว่า 60% และลดต้นทุนการดำเนินงานรวม (ค่าเชื้อเพลิงและค่าแรง) ได้ถึง 62.3% นอกจากนี้ยังเพิ่มความสามารถในการทำงานรายวันจาก 4 ไร่ เป็น 10 ไร่ และที่สำคัญคือช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ปฏิบัติงานโดยการลดการสัมผัสสารเคมีโดยตรง ดังนั้น ชุดพ่นยาพ่วงท้ายรถ ATV ที่พัฒนาขึ้นจึงเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพสูง คุ่มค่า และปลอดภัย สำหรับเกษตรกรในพื้นที่เกษตรแปลงใหญ่

คำสำคัญ: ชุดพ่นยาพ่วงท้าย การจัดการวัชพืช เครื่องจักรกลเกษตร เกษตรแปลงใหญ่

บทนำ

การควบคุมวัชพืชคือหัวใจสำคัญในการทำสวนทุเรียนให้ได้ผลผลิตคุณภาพ เนื่องจากวัชพืชมีการแย่งอาหาร น้ำ และแสงแดดจากพืชหลัก ทั้งยังเป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลงศัตรูพืชอีกด้วย อย่างไรก็ตาม วิธีการกำจัดวัชพืชที่นิยมใช้ในปัจจุบันต่างมีข้อจำกัดสำคัญ การใช้แรงงานคนด้วยเครื่องตัดหญ้าสะพายบ่า ต้องเผชิญกับต้นทุนค่าจ้างที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลโดยตรงจากภาวะขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรกรรม ในขณะเดียวกัน การใช้เครื่องพ่นยาสะพายหลัง แม้จะรวดเร็วกว่า แต่ก็สร้างภาระทางกายภาพแก่ผู้ปฏิบัติงาน และเพิ่มความเสี่ยงสูงในการสัมผัสสารเคมีโดยตรง ซึ่งข้อจำกัดของทั้งสองวิธีนี้สวนทางกับหลักการ "เกษตรปลอดภัย" ที่มุ่งเน้นความปลอดภัยของผู้ผลิตเป็นสำคัญ (ประสาท, 2568)

จากบริบทดังกล่าวผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงโอกาสในการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาโดยสังเกตว่ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียนตำบลวังโตนด อำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรีมีการใช้รถเครื่องยนต์ขนาดเล็กหรือรถ ATV ในการขนส่งวัสดุอุปกรณ์ภายในสวนอยู่เป็นประจำ เนื่องจากความคล่องตัวและความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ต่างๆ ได้ดี การนำสินทรัพย์ที่มีอยู่แล้วมาต่อยอดเป็นแนวทางที่ช่วยลดต้นทุนและเพิ่มการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ได้ง่ายขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ ซึ่งม้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องช่วยยืนยันถึงศักยภาพที่

หลากหลาย เช่น งานวิจัยของ Nackley *et al.* (2021) ที่ได้ศึกษาเครื่องฉีดพ่นแบบปรับอัตราอัตโนมัติซึ่งควบคุมด้วยระบบเซนเซอร์และคอมพิวเตอร์ในแปลงไม้ผลยืนต้น และพบว่าสามารถลดการใช้สารเคมีลงได้ถึง 60-80% รวมทั้งลดการปลิวของสารเคมีออกนอกบริเวณเป้าหมายได้ 33-40% เมื่อเทียบกับเครื่องฉีดพ่นแบบอัตราคงที่ดั้งเดิม งานวิจัยของ พีระ (2555) ที่พัฒนาเครื่องฉีดพ่นสารสำหรับจักรยานยนต์พ่วงข้าง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและความคุ้มค่าในการลงทุนสำหรับเครื่องจักรกลขนาดเล็ก โดยใช้ระยะเวลาคืนทุนเพียง 4 เดือน และงานวิจัยของ วัลลภ และเดชณรงค์ (2565) ที่พัฒนาอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับสำหรับปลูกข้าวโพดและพืชไร่ ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการแข่งขันและลดต้นทุนได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าสามารถลดเวลาการใช้เมล็ดพันธุ์และปุ๋ยลงได้ถึง 8.40 และ 8.45 ไร่/ชม. ตามลำดับ และลดการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงได้ถึง 4.32 ล./ไร่ ไปจนถึงงานวิจัยที่ก้าวล้ำของ ศุภชัย (2563) ที่ได้พัฒนาหุ่นยนต์การเกษตรต้นแบบสำหรับฉีดพ่นความแม่นยำสูง ซึ่งถูกออกแบบให้มีขนาดเล็กเพื่อเข้าทำงานในพื้นที่จำกัดที่เครื่องจักรขนาดใหญ่เข้าไม่ถึง โดยเฉพาะงานวิจัยเหล่านี้ล้วนชี้ให้เห็นทิศทางเดียวกันว่า การพัฒนาระบบการทำงานที่ติดตั้งบนยานพาหนะเป็นแนวทางที่มีศักยภาพสูงในการเพิ่มประสิทธิภาพลดต้นทุนและแก้ปัญหการขาดแคลนแรงงานได้จริง การพัฒนานี้จึงไม่ได้เป็นการสร้างเครื่องจักรใหม่ที่มีราคาแพง แต่เป็นการออกแบบอุปกรณ์เสริม ที่มีราคาไม่แพง สามารถสร้างได้จาก

วัสดุที่หาได้ง่าย เช่น ท่อ PVC และถังพ่นยาสำเร็จรูป เพื่อติดตั้งเข้ากับรถ ATV ที่มีอยู่แล้ว ซึ่งเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับหลักการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกร อย่างไรก็ตามจากการค้นคว้าข้อมูลจากสื่อต่างๆ ในปัจจุบันพบว่าชุดพ่นยาพ่วงท้ายรถ ATV ที่เกษตรกรนิยมใช้ในปัจจุบันยังมีข้อจำกัด โดยมีปัญหาหลักคือการกระจายตัวของยาไม่สม่ำเสมอ ทำให้สิ้นเปลืองสารเคมี และก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน ข้อบกพร่องเหล่านี้จึงเป็นที่มาสำคัญของงานวิจัยนี้ ซึ่งมุ่งพัฒนาชุดพ่นยาที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยสูงขึ้น โดยสามารถพัฒนาจากอุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่าย ราคาไม่สูงเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว นอกจากนี้ยังมีความกังวลเกี่ยวกับผลเสียของสารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้ จึงต้องมีการค้นคว้าเพื่อยืนยันเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวโดย Nuytens *et al.* (2009) ได้ประเมินการรับสัมผัสสารเคมีของผู้ปฏิบัติงาน พบว่าการใช้เครื่องพ่นที่ติดตั้งบนยานพาหนะช่วยลดความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมีทั้งทางการหายใจและผิวหนังได้อย่างมากเมื่อเทียบกับการใช้เครื่องพ่นแบบสะพายหลัง ซึ่งเป็นการยืนยันถึงประโยชน์ด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน นอกจากนี้ยังศึกษางานวิจัยของ ภัทร์พิชชา และคณะ (2566) ซึ่งได้ศึกษาการใช้สารกำจัดวัชพืชผสมในสวนมะม่วง พบว่า มีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชได้ดีนานถึง 60 วัน โดยไม่เป็นอันตรายต่อต้นมะม่วงและไม่ทิ้งสารตกค้างในดิน ทั้งยังมีต้นทุนที่ต่ำกว่าการใช้แรงงานคนมาก อมฤต และคณะ (2567) ได้ทดลองหาสารทดแทนสารเคมีกำจัดวัชพืชในสวนส้มโอ พบว่าการใช้สาร สามารถควบคุมวัชพืชได้ดีถึงสมบูรณ์ที่ระยะ 30 วันหลังพ่น โดยกรรมวิธีไม่ส่งผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของส้มโอจากการศึกษา งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสารเคมีกำจัดวัชพืชถ้าใช้อย่างเหมาะสม จะไม่ส่งผลเสียต่อคุณภาพของผลผลิตที่ได้

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาชุดพ่นยากำจัดวัชพืชพ่วงท้ายสำหรับรถ ATV เพื่อพัฒนาชุด

พ่นยากำจัดวัชพืชพ่วงท้าย และเพื่อวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานของชุดพ่นยากำจัดวัชพืชพ่วงท้ายสำหรับวิสาหกิจชุมชนในพื้นที่เกษตรแปลงใหญ่

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยนี้ครอบคลุมกระบวนการตั้งแต่การออกแบบ สร้างต้นแบบ ทดสอบภาคสนาม และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินสมรรถนะของชุดพ่นยาที่พัฒนาขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและทฤษฎีเพื่อการออกแบบ ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมข้อมูลที่เป็นและสร้างเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับการออกแบบและประเมินผลชุดพ่นยาต้นแบบให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งานจริงในภาคเกษตร โดยแบ่งกระบวนการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนหลัก ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์แนวปฏิบัติในการใช้สารกำจัดวัชพืช: ได้ทำการศึกษาข้อมูลอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืชที่แนะนำสำหรับสวนผลไม้ โดยพบว่าอัตราส่วนผสมมาตรฐานโดยทั่วไปอยู่ที่ 120-150 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร ข้อมูลนี้เป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจเลือกใช้ถังพ่นยาไฟฟ้าสำเร็จรูปขนาด 20 ล. สำหรับเครื่องต้นแบบ เนื่องจากเป็นขนาดที่สอดคล้องกับหน่วยการผสมสารเคมีที่เกษตรกรคุ้นเคย ทำให้ง่ายต่อการเตรียมและใช้งานโดยไม่ต้องคำนวณใหม่

1.2 การกำหนดคุณลักษณะของเทคโนโลยีเปรียบเทียบ เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะและต้นทุนให้มีความน่าเชื่อถือและเป็นไปตามหลักวิชาการ ได้มีการกำหนดคุณลักษณะทางเทคนิคของเครื่องพ่นยาสะพายหลังเครื่องยนต์ 4 จังหวะ (รุ่น Honda WJR4025 หรือเทียบเท่า) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการเปรียบเทียบ ดังแสดงใน Table 1 การระบุข้อมูลจำเพาะนี้ช่วยสร้างความชัดเจนการวิเคราะห์เปรียบเทียบ

Table 1 Technical Specification Comparison between the Prototype Sprayer and a Backpack Sprayer

Parameter	ATV-trailed Sprayer (Prototype)	Backpack Sprayer (Honda WJR4025 or equivalent)
Power Source	12V DC Electric Pump	4-stroke Gasoline Engine
Engine Displacement	N/A	35.8 cc
Tank Capacity	20 Liters	25 Liters
Pump Type	Diaphragm Pump	Plunger Pump
Max Pressure	9 Bar (Adjustable)	40 Bar
Max Flow Rate	1.21 Liters/min (as tested)	8.0 Liters/min
Dry Weight	~8 kg (Sprayer unit only)	~12.5 kg
Operational Weight	Carried by ATV	~38 kg (Carried by operator)

2. การออกแบบและสร้างชุดพ่นสารต้นแบบ แนวคิดการออกแบบจะยึดหลักวิศวกรรมที่เน้นความเรียบง่าย ต้นทุนต่ำ สามารถสร้างได้จากวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น และเป็นระบบโมดูลาร์

ที่สามารถติดตั้งและถอดออกจากรถ ATV ได้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้รถยังคงสามารถใช้งานในภารกิจอื่นได้ตามปกติ ส่วนประกอบหลักมี 3 ส่วน ดังแสดงใน Figure 1 and Figure 2

**Figure 1** Structure of the trailer sprayer boom

จาก Figure 1 มีส่วนประกอบหลัก ดังนี้

2.1 โครงสร้างและชุดติดตั้ง ออกแบบโครงสร้างให้เรียบง่ายสำหรับยึดเข้ากับตะแกรงบรรทุกสัมภาระด้านหลังของรถ ATV ขนาด 125 ซีซี ซึ่งเป็นรุ่นที่เกษตรกรนิยมใช้

2.2 แขนพ่น (Spray Boom): สร้างจากท่อร้อยสายไฟฟ้า PVC ขนาด 3/8 นิ้ว ซึ่งมีคุณสมบัติน้ำหนักเบาและทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมี แขนพ่นมีความกว้างการทำงาน 1 ม. ติดตั้งหัวพ่นหมอก จำนวน 5 หัว โดยมีระยะห่างระหว่างหัวพ่น 25 ซม. เพื่อให้การกระจายตัวของละอองน้ำยาซ้อนทับ

กันอย่างเหมาะสม สิ่งที่เป็นการพัฒนาเพิ่มเติมจากระบบ DIY ทั่วไปคือ การออกแบบให้ปลายแขนพ่นทั้งสองข้างเอียงทำมุมลง 30 องศา ซึ่งช่วยควบคุมให้ละอองน้ำยาถูกฉีดลงสู่พื้นดินบริเวณใต้แขนพ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดการฟุ้งกระจาย (Drift) และเพิ่มการครอบคลุมพื้นที่เป้าหมาย

2.3 ระบบของไหล (Fluid System) ใช้ถังพ่นยาไฟฟ้าสำเร็จรูปยี่ห้อ NAKITA ขนาด 20 ล. ดัง Figure 2 ซึ่งมีปั๊มไดอะแฟรมไฟฟ้ากระแสตรง 12V ติดตั้งมาพร้อมกัน ระบบไฟฟ้าเชื่อมต่อกับแบตเตอรี่ของรถ ATV โดยมีการติดตั้งวาล์วปรับแรงดัน เพื่อให้สามารถควบคุมปัจจัยการทดลองได้



Figure 2 Chemical Sprayer for Weed Control

3. การออกแบบการทดลองเพื่อประเมินสมรรถนะ

วิเคราะห์เพื่อหาสภาวะการทำงานที่ให้สมรรถนะสูงสุด การวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเชิงแฟกทอเรียล หรือการทดลองหลายปัจจัย ซึ่งเป็นระเบียบวิธีวิจัยที่ถูกต้องและสามารถวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ได้

3.1 การออกแบบพื้นที่ทดสอบ การทดสอบสมรรถนะของชุดพ่นยาต้นแบบได้ถูกจัดขึ้นในสภาพแวดล้อมการใช้งานจริง เพื่อประเมินสมรรถนะ

อย่างแม่นยำ โดยเลือกพื้นที่ทดสอบเป็นแปลงว่างในสวนผลไม้ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน มีขนาด 1 ไร่ (1,600 ตร.ม.) ความกว้าง 40 ม. ความยาว 40 ม. ดังแสดงใน Figure 3 เหตุผลที่เลือกใช้ขนาดเพียง 1 ไร่ เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะ โดยเลือกพื้นที่แค่เพียง 1 ไร่จากพื้นที่จริงที่มีขนาดใหญ่กว่านั้น ซึ่งมีสภาพสมจริงคือปกคลุมด้วยวัชพืชหลายชนิดที่พบได้ทั่วไป ซึ่งมีความสูงเฉลี่ยประมาณ 20-30 ซม.

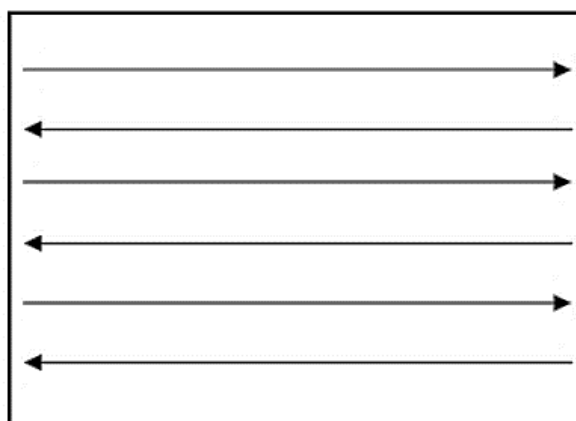


Figure 3 Test site plan for the trailer herbicide sprayer, used by the community enterprise on its large agricultural areas

3.2 ปัจจัยและระดับที่ศึกษา ตัวแปรที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุมได้โดยตรงและส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งได้แก่

ปัจจัย A ความเร็วรถ ATV กำหนด 3 ระดับ คือ 3 กม./ชม. (ช้า), 5 กม./ชม. (ปานกลาง), และ 7 กม./ชม. (เร็ว)

ปัจจัย B: แรงดันปั๊ม กำหนด 3 ระดับ คือ 5 บาร์ (ต่ำ), 7 บาร์ (ปานกลาง), และ 9 บาร์ (สูง)

การทดลองนี้จึงเป็นแบบแผนการทดลองหลายปัจจัย (factorial) 3x3 ซึ่งมีชุดการทดลองที่แตกต่างกันทั้งหมด 9 ชุด ดังแสดงใน Table 2 การเลือกปัจจัยเหล่านี้แสดงการเลือกจุดสมดุลระหว่าง "ความเร็วในการทำงาน" กับ "คุณภาพของการพ่น"

การเพิ่มความเร็วยังช่วยให้ทำงานเสร็จเร็วขึ้น แต่จะลดปริมาณน้ำยาที่พ่นต่อพื้นที่ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืช ในขณะที่การเพิ่มแรงดันอาจช่วยให้ละอองน้ำยากระจายตัวได้ดีขึ้น แต่ก็เพิ่มความเสี่ยงของการฟุ้งกระจายและสิ้นเปลืองพลังงาน การทดลองนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อค้นหาจุดสมดุลที่เหมาะสมที่สุดระหว่างปัจจัยเหล่านี้

Table 2 Factorial Experimental Design Matrix

Factor	Level 1	Level 2	Level 3
A: ATV Speed (km/hr)	3 (Slow)	5 (Medium)	7 (Fast)
B: Pump Pressure (Bar)	5 (Low)	7 (Medium)	9 (High)

จาก Table 2 สามารถวิเคราะห์ตัวชี้วัดสมรรถนะ โดยตัวแปรตามที่ใช้ในการประเมินผลประกอบด้วย 3 ตัวแปร ดังนี้ ความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่ (Effective Field Capacity: EFC, ไร่/ชั่วโมง) คำนวณจากระยะเวลาจริงที่ใช้ในการฉีดพ่นพื้นที่ 1 ไร่

อัตราการพ่น (Application Rate, ลิ./ไร่) สามารถพิจารณาได้จากปริมาณสารเคมีที่ใช้ไปต่อพื้นที่ 1 ไร่

อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Consumption, ลิตร/ไร่) ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง (แก๊สโซฮอล์ 91) ที่รถ ATV ใช้ทำงาน 1 ไร่

กระบวนการทดลองจะทดลองทั้ง 9 ชุดการทดลอง การจัดลำดับการทดลองเป็นไปแบบสุ่ม เพื่อลดอิทธิพลของความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ ในแต่ละรอบการทดลอง จะมีการบันทึกข้อมูลเวลาที่ใช้ ปริมาณน้ำยาที่ลดลง และปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ไปอย่างละเอียด และเพื่อการเปรียบเทียบในส่วนของค่าใช้จ่ายโดยรวมของการทำงาน สำหรับเครื่องพ่นยาแบบสะพายหลัง จะทำการทดสอบที่ระยะการทำงานเท่ากับกับเครื่องพ่นยาแบบติดตั้งกับรถ ATV โดยจะใช้คนทำงานเท่ากัน พื้นที่ทำงานเท่ากัน

4. การวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

เพื่อให้การประเมินความคุ้มค่ามีความสมบูรณ์ และถูกต้องตามหลักการ ได้มีการวิเคราะห์ต้นทุนโดยพิจารณาทั้งต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร โดยวิเคราะห์และประเมินเป็น 2 ส่วน ได้แก่ องค์ประกอบของต้นทุน และ ตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์

4.1 องค์ประกอบของต้นทุน มีองค์ประกอบดังนี้

ต้นทุนคงที่ (Fixed Costs) ต้นทุนที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณการใช้งาน จะพิจารณาตั้งแต่เงินลงทุนเริ่มต้น ซึ่งก็คือค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการจัดหาระบบ ประกอบด้วย รถ ATV ขนาด 125 ซีซี กำลัง 6.3 กิโลวัตต์ ระบบถ่วงทอดกำลังแบบกึ่งอัตโนมัติ ความกว้างช่วงล้อ 1,100 มม. และความกว้างตัวรถประมาณ 1,020 มม.ประเมินราคาเฉลี่ยที่ 30,000 บาท จากการสำรวจข้อมูลตลาด และชุดพ่นยาต้นแบบ รวมค่าวัสดุและอุปกรณ์ (ถังพ่นยา, ท่อ PVC, โครงเหล็ก) ประเมินที่ 2,500 บาท รวมทั้งพิจารณาค่าเสื่อมราคา ทำการคำนวณด้วยวิธีเส้นตรง (Straight-Line Method) โดยกำหนดอายุการใช้งานของเครื่องจักรกลการเกษตรที่ 5 ปี ซึ่งคิดเป็นอัตราค่าเสื่อมราคา 20% ต่อปี ตามหลักเกณฑ์ของกรมสรรพากร

ต้นทุนผันแปร (Variable Costs) ต้นทุนที่เกิดขึ้นต่อหน่วยการทำงาน (ต่อไร่) ประกอบไปด้วย ค่าเชื้อเพลิง (Fuel Cost) คำนวณจากอัตราการ

สิ้นเปลืองที่วัดได้จากการทดลองคูณกับราคาเชื้อเพลิง วันทดลอง และยังพิจารณาค่าแรงงาน (Labor Cost) ซึ่งกำหนดตามอัตราค่าจ้างแรงงานเกษตรในพื้นที่ รวมทั้งพิจารณาค่าบำรุงรักษาและซ่อมแซม (Maintenance & Repair Cost) ประเมินเป็นอัตราร้อยละของเงินลงทุนเริ่มต้นต่อปี

4.2 ตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์ ประกอบไปด้วย 2 ตัวชี้วัด ดังนี้

จุดคุ้มทุน (Break-Even Point: BEP) คือ ปริมาณพื้นที่การทำงาน (ไร่/ปี) ที่ทำให้ต้นทุนรวมของระบบ ATV เท่ากับต้นทุนรวมของการใช้เครื่องพ่นยาสะพายหลัง ซึ่งเป็นจุดที่การลงทุนเริ่มให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากว่า คำนวณจาก

$$BEP \text{ (ไร่/ปี)} = \frac{\text{ต้นทุนคงที่ต่อปีรวมของระบบ ATV}}{\text{ส่วนต่างของต้นทุนผันแปรต่อไร่}}$$

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PBP) คือระยะเวลาที่กระแสเงินสดรับสุทธิ (ในที่นี้คือต้นทุนที่ประหยัดได้) จากโครงการจะเท่ากับเงินลงทุนเริ่มต้น คำนวณจาก

$$PBP \text{ (ปี)} = \frac{\text{เงินลงทุนเริ่มต้น}}{\text{ต้นทุนที่ประหยัดได้ต่อปี}}$$

ผล

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและทฤษฎีเพื่อการออกแบบ ผลจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานพบว่าการปฏิบัติงานทั่วไปของเกษตรกรในการผสมสารกำจัดวัชพืชคืออัตรา 120-150 ซีซี ต่อน้ำ 20 ล. ซึ่งข้อมูลนี้ได้นำไปสู่การตัดสินใจเชิงออกแบบที่สำคัญคือการเลือกใช้ถังพ่นยาไฟฟ้าสำเร็จรูปขนาด 20 ล. เป็นส่วนประกอบหลักของระบบต้นแบบ เนื่องจากเป็นขนาดที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานจริงของเกษตรกร ทำให้ง่ายต่อการประยุกต์ใช้โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนสูตรการผสมยา นอกจากนี้ การรวบรวมข้อมูลคุณลักษณะทางเทคนิคของเครื่องพ่นยาสะพายหลัง (Honda WJR4025) ได้สร้างเกณฑ์มาตรฐานที่ชัดเจนสำหรับการเปรียบเทียบ โดยชี้ให้เห็นถึงข้อจำกัดด้านน้ำหนักขณะใช้งานที่สูงถึงประมาณ 38 กก. ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของความเหนื่อยล้าและจำกัด

ความสามารถในการทำงานไว้ที่ประมาณ 4 ไร่/วัน ทั้งยังมีความไม่แน่นอนเรื่องขีดจำกัดการทำงานต่อวันเนื่องจากสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงานแตกต่างกันออกไป ข้อมูลนี้ได้นัยถึงความจำเป็นในการพัฒนาเทคโนโลยีที่สามารถลดภาระทางกายภาพและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้คงที่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

2. ผลการออกแบบและสร้างชุดพ่นสารต้นแบบ ชุดพ่นยากำจัดวัชพืชพ่นท้ายที่สร้างขึ้นประสบความสำเร็จตามแนวคิดการออกแบบ โดยมีโครงสร้างที่นำวัสดุที่หาได้ง่ายมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับรถ ATV ที่กลุ่มเกษตรกรมีอยู่แล้วได้อย่างลงตัว โครงสร้างหลักคือแขนพ่นที่ทำจากท่อร้อยสาย PVC ขนาด 3/8 นิ้ว มีความกว้างการทำงาน 100 เซนติเมตร ติดตั้งหัวพ่นหมอก 5 หัว ห่างกันจุดละ 25 ซม. ทำให้มีน้ำหนักเบาและทนทานต่อสารเคมี ปัจจัยที่สำคัญคือการออกแบบให้ปลายแขนพ่นทั้งสองข้างเอียงทำมุมลง 30 องศา เพื่อควบคุมทิศทางของละอองน้ำยาและลดการฟุ้งกระจาย โดยเหตุผลหลักที่ใช้ระยะเอียงทำมุม 30 องศา เพราะ การเลือกมุมติดตั้งหัวพ่นสเปรย์เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชโดยตรง โดยการติดตั้งในแนวตั้ง ติดตั้งให้ปลายหัวฉีดพ่นลงสู่พื้น จะให้รูปแบบการพ่นที่เหมาะสม มีความเข้มข้น และมีความสม่ำเสมอสูงเหมาะสำหรับการพ่นคลุมพื้นที่ราบที่มีวัชพืชเตี้ย ในขณะที่การติดตั้งแบบทำมุม 30 องศา จะสร้างรูปแบบที่เหมาะสมโดยพ่นไปข้างหลัง ซึ่งมีข้อดีในการเพิ่มโอกาสให้ละอองสารเข้าถึงโคนและทรงพุ่มของวัชพืชได้ดีขึ้น รวมทั้งมีระยะการกระจายที่มากกว่าเล็กน้อย แต่ความเข้มข้นจะลดลงเล็กน้อยเช่นกัน จึงเหมาะกับวัชพืชทรงพุ่มหรือกอสูง และยังมีปัจจัยด้านความปลอดภัยต่อสารเคมีของผู้ใช้งาน การติดตั้งแบบทำมุม 30 องศา พ่นไปด้านหลัง ช่วยให้ละอองสารเคมีพ่นออกไปจากตำแหน่งรถที่กำลังวิ่งไปด้านหน้า ทำให้มีระยะห่างของละอองสารเคมีกับผู้ใช้ที่มากกว่า การติดตั้งแบบแนวตั้ง ดังนั้น การตัดสินใจเลือกมุมติดตั้งจึงเป็นกลยุทธ์ที่ต้องพิจารณาจากลักษณะของวัชพืชและสภาพของพื้นที่เป็นหลัก เพื่อให้เกิด

ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชสูงสุด จากแปลงทดสอบที่มีความสูงของวัชพืชประมาณ 20-30 ซม. ซึ่งมีความสูงเป็นอย่างมาก จึงเหมาะสมที่จะติดตั้งแบบเอียงทำมุม 30 องศา ระบบทั้งหมดถูกออกแบบให้เป็น

แบบโมดูลาร์ สามารถติดตั้งเข้ากับตะแกรงท้ายรถ ATV ได้โดยง่ายและมีความมั่นคง ดังแสดงใน Figure 4 เพื่อพร้อมสำหรับการทดสอบภาคสนามเพื่อประเมินสมรรถนะจริงในการกำจัดวัชพืช



Figure 4 Trailer herbicide sprayer for community enterprises in large agricultural areas

3. ผลการทดลองเพื่อประเมินสมรรถนะ ผลการทดลองภาคสนามตามแบบแผนการทดลองทำการรวบรวมและคำนวณค่าของตัวชี้วัดสมรรถนะในแต่ละชุดการทดลอง ดังแสดงใน Table 3 การทดสอบจริงจะเคลื่อนที่รถพ่นยากำจัดวัชพืชพ่วงท้าย ตามรูปแบบวิธีการกำจัดวัชพืชทางกว้าง เคลื่อนที่สลับจากซ้ายมือไปทางด้านขวามือ และ

เคลื่อนที่ขึ้นลงในแถวถัดไป แล้วเคลื่อนที่ สลับจากด้านขวามือไปทางด้านซ้ายมือ เคลื่อนที่วนไปจนครบทั้งแปลงเกษตรในพื้นที่ 1,600 ตร.ม. โดยเป็นการเคลื่อนที่ที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้ระยะเวลาในการหักเลี้ยวไม่มากตามงานวิจัยของ ชีรวัฒน์ และคณะ (2568) เนื่องจากกำหนดพื้นที่ขนาดเดียวกัน

Table 3 Performance Test Results of an ATV-trailed Sprayer Under Various Operating Conditions

Speed (km/h)	Pressure (bar)	Field Capacity (rai/h)	Application Rate (L/rai)	Fuel Consumption (L/rai)
3	5	1.83	21.86	0.53
3	7	1.81	24.31	0.55
3	9	1.8	26.67	0.56
5	5	3.06	13.07	0.32
5	7	3.05	14.43	0.32
5	9	3.04	15.79	0.33
7	5	4.25	9.41	0.24
7	7	4.23	10.4	0.24
7	9	4.21	11.4	0.25

จากข้อมูลใน Table 3 สภาวะการทำงานที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งสร้างสมดุลระหว่างความเร็วในการทำงานและปริมาณการพ่นที่เพียงพอ คือ การใช้ความเร็วรถ ATV ที่ 5 กม./ชม. และแรงดันปั๊มที่ 9 บาร์ สภาวะนี้ให้ความสามารถในการทำงานที่สูงถึง 3.04 ไร่/ชม. (หรือใช้เวลาประมาณ 19.77 นาที/ไร่) ซึ่งเร็วกว่าการใช้เครื่องพ่นยาสะพายหลัง 2.5-3 เท่า ในขณะที่ยังคงรักษาอัตราการพ่นไว้ที่ 15.79 ล./ไร่ ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานจริง และมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ต่ำเพียง 0.33 ล./ไร่ นอกจากนี้ประสิทธิภาพเชิงกลศาสตร์เพิ่มขึ้นจากปัจจัยหลายประการร่วมกัน ทั้งการทำงานแบบต่อเนื่องของรถ ATV ช่วยลดเวลาที่สูญเสียไปกับ

การหยุดพักและเดินเท้า ซึ่งต่างจากการใช้เครื่องพ่นยาสะพายหลังที่ผู้ปฏิบัติงานต้องหยุดพักบ่อยครั้งจากความเหนื่อยล้า นอกจากนี้ แขนพ่นกว้าง 1 ม. ยังช่วยให้ครอบคลุมพื้นที่ได้มากกว่าการเดินพ่นด้วยหัวฉีดเดี่ยวในแต่ละรอบการเดิน ทำให้ลดจำนวนเที่ยวที่ต้องขั้ววนในแปลงลงได้อย่างมีนัยสำคัญ

4. ผลการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เมื่อได้ข้อมูลสมรรถนะจากสภาวะการทำงานที่เหมาะสมที่สุดแล้ว จึงนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมอย่างครบวงจรกับวิธีการใช้เครื่องพ่นยาสะพายหลัง ดังแสดงใน Table 4

Table 4 Engineering Economics Preliminary Cost Analysis and Comparison

Cost Item	ATV-trailed Sprayer	Backpack Sprayer	Notes
A. Initial Investment			
- Vehicle/Engine	30,000 THB	3,800 THB	ATV price; Sprayer price
- Sprayer Unit	2,500 THB	(Included)	
Total Investment	32,500 THB	3,800 THB	
B. Annual Fixed Costs			
- Depreciation (20% per year)	6,500 THB	760 THB	5-year service life
Total Annual Fixed Costs	6,500 THB	760 THB	
C. Variable Costs (per rai)			
- Fuel Cost	10.72 THB	14.62 THB	From test results Calculated from field capacity (A backpack sprayer can cover 1 rai in 2 hours)
- Labor Cost (350 THB/day)	¹ /25 THB	² /80 THB	
Total Variable Costs per rai	35.72 THB	94.62 THB	
D. Investment Analysis			
- Variable Cost Difference (Savings)	58.90 THB / rai		Calculation: (6500-760)/(94.62-35.72)
- Break-Even Point	97.45 rai / year		Calculated for a 10-rai, used 12 times/year
- Payback Period	4.06 years		

Note: ¹The 25 THB labor cost is calculated by multiplying the hourly wage of 40 THB (derived from a 350 THB/day rate) by the 0.625 hours (37.5 minutes) it takes for the ATV-trailed sprayer to cover 1 rai.

²The 80 THB labor cost is calculated from the hourly wage rate of 40 THB (based on the 350 THB/day wage) multiplied by the 2 hours it takes for the backpack sprayer to cover an area of 1 rai.

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าแม้ระบบ ATV จะมีเงินลงทุนเริ่มต้นที่สูงกว่า แต่ต้นทุนผันแปรต่อไร่กลับต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญถึง 62.3% ซึ่งเป็นผลมาจากการประหยัดค่าแรงงานได้อย่างมาก จากนั้นทำการคำนวณจุดคุ้มทุน และระยะเวลาคืนทุน

จุดคุ้มทุน (BEP) เกษตรกรจะต้องมีปริมาณงานฉีดพ่นวัชพืชอย่างน้อย 97.45 ไร่/ปี เพื่อให้การลงทุนในระบบ ATV มีความคุ้มค่า

ระยะเวลาคืนทุน (PBP) สำหรับคำนวณเพื่อเปรียบเทียบให้ชัดเจนและมีความสมจริงมากยิ่งขึ้น จะทำการคำนวณในสัดส่วนของแปลงเกษตรในขนาดทำงานจริงที่ขนาด 10 ไร่ และทำการฉีดพ่น 12 ครั้งต่อปี (ปริมาณงานรวม 120 ไร่/ปี) จะสามารถคืนทุนค่าส่วนต่างของเงินลงทุนได้ในเวลาเพียง 4.06 ปี หรือประมาณ 4 ปี 1 เดือน ซึ่งถือเป็นระยะเวลาที่ไม่มาก มีน้ำหนักเพียงพอต่อการลงทุน

ผลการวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของชุดพ่นยาพ่วงท้ายรถ ATV ที่ไม่เพียงแต่เป็นเครื่องมือทุ่นแรง แต่ยังเป็นเทคโนโลยีที่สามารถยกระดับประสิทธิภาพได้อย่างเป็นรูปธรรม การวิเคราะห์สภาวะการทำงานที่เหมาะสมที่สุดผ่านกระบวนการทดลองที่เป็นระบบได้เปลี่ยนเทคโนโลยีที่เคยถูกใช้งานตามประสบการณ์ให้กลายเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและสามารถคาดการณ์ผลลัพธ์ได้ ซึ่งเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ตอบโจทย์ช่องว่างการวิจัย

ผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์และแรงงานเป็นผลสืบเนื่องที่สำคัญที่สุด ในสภาวะที่ภาคเกษตรกรรมของไทยเผชิญกับปัญหาการขาดแคลนแรงงานและค่าจ้างที่สูงขึ้น เทคโนโลยีนี้ถือเป็นเครื่องมือที่ช่วยสร้างความยืดหยุ่นและความยั่งยืนให้แก่เกษตรกรที่เกษตรกรคนเดียวสามารถทำงานได้ถึง 10 ไร่/วัน เทียบกับเดิมที่ทำได้เพียง 4 ไร่ ซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานเชิงพื้นที่ได้มากถึง 60%

เป็นการเพิ่มผลผลิตภาพของแรงงาน อย่างแท้จริง ซึ่งช่วยลดการพึ่งพาแรงงานภายนอกและทำให้เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พีระ (2555) และ วัลลภ และเดชณรงค์ (2565) ที่ชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของการนำเครื่องจักรกลมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนในภาคเกษตร นอกจากนี้คุณค่าของเทคโนโลยีนี้ไม่ได้มีเพียงตัวเลขทางเศรษฐศาสตร์ แต่ยังครอบคลุมถึงมิติเชิงกลยุทธ์และคุณภาพชีวิต การออกแบบให้ผู้ปฏิบัติงานนั่งอยู่บนรถ ATV ซึ่งอยู่ห่างจากโซนที่สารเคมีฟุ้งกระจาย ยังช่วยลดความเสี่ยงในการสัมผัสสารเคมีโดยตรงได้อย่างมหาศาล ซึ่งเป็นการยกระดับคุณภาพชีวิตและความปลอดภัยของเกษตรกร

นอกจากด้านการทำงาน และเศรษฐศาสตร์ยังมีการวิเคราะห์ด้านการกำจัดวัชพืช เมื่อนำชุดพ่นยาที่พัฒนาขึ้นไปทำการทดสอบใช้งานจริงในแปลงเกษตรพบว่า อาการหลังจากวัชพืชได้รับสารจะเริ่มแสดงให้เห็นภายใน 1-3 วัน โดยใบจะเริ่มเหลือง จากนั้นในช่วง 4-7 วัน อาการใบเหลืองจะชัดเจนขึ้นวัชพืชเริ่มแห้งตายและเหี่ยวเฉา และสุดท้ายภายใน 7-14 วัน ใบและยอดอ่อนจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแห้ง และตายในที่สุด โดยการตายของวัชพืชในระยะ 1 ม. ของแขนพ่นยาในบริเวณส่วนกลางจะมีการตายที่สม่ำเสมอที่สุด เนื่องจากมีความเข้มข้นของสารพ่นจากการซ้อนทับสูงที่สุด ส่วนบริเวณขอบทั้ง 2 ด้านของแขน ในบริเวณที่วัชพืชขึ้นสูงวัชพืชจะแห้งและตายช้ากว่าบริเวณตรงกลาง และความสม่ำเสมอจะน้อยกว่าบริเวณตรงกลาง อันเนื่องมาจากสารพ่นเกิดความกระจาย ความเข้มข้นจึงลดลงเล็กน้อย สำหรับการเคลื่อนที่ของรถ ATV จะทำได้ครอบคลุม 90% ของพื้นที่ทั้งหมด บริเวณใกล้กับโคนต้นทุเรียน จะไม่สามารถขับรถเข้าไปได้ วัชพืชตายไม่สม่ำเสมอในบริเวณโคนต้น เนื่องจากได้รับสารเคมีไม่มากพอ ดัง Figure 5



Figure 5 Post-trial agricultural plot

สรุป

จากงานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จสามารถพิสูจน์ประสิทธิภาพของชุดพนักยกจัดวัชพืชพวงท้ายรถ ถือเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรในพื้นที่เกษตรแปลงใหญ่ เป็นการพัฒนาต้นแบบชุดพนักที่มีโครงสร้างเรียบง่ายจากท่อพีวีซี ซึ่งติดตั้งหัวพ่นจำนวน 5 หัว ทำให้มีความกว้างการทำงานที่ 1 ม. และสามารถติดตั้งหรือถอดออกจากรถ ATV ได้อย่างสะดวก ในด้านสมรรถนะระบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพการทำงานสูงอย่างมาก ใช้เวลาฉีดพ่นเฉลี่ยเพียง 19.77 นาที/ไร่ ในจุดทดสอบที่ดีที่สุด และสามารถทำงานครอบคลุมพื้นที่ได้สูงสุดถึง 10 ไร่/วัน มีการทำงานเชิงพื้นที่เพิ่มจากการใช้เครื่องพ่นยาสะพายหลังถึง 60% เมื่อพิจารณาในมิติความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่างานวิจัยนี้ช่วยลดต้นทุนการดำเนินงานรวมต่อไร่ได้ถึง 62.3% เมื่อเทียบกับการปฏิบัติแบบดั้งเดิม ซึ่งเป็นผลมาจากการประหยัดค่าเชื้อเพลิงและโดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าแรงงาน

ประเด็นสำคัญคือเป็นการออกแบบที่ช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน โดยสามารถลดการสัมผัสสารเคมีได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานให้สูงขึ้นและสอดคล้องกับแนวทางการทำเกษตรสมัยใหม่ที่ให้ความสำคัญต่อสุขภาพของผู้ผลิต ใน

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีการควบคุมรถขับเคลื่อนในแปลงเกษตรจากระยะทางไกลมาใช้งาน ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยที่มากขึ้นควรมีงานวิจัยที่พัฒนาต่อยอดจากงานวิจัยนี้ ควรมีการนำเทคโนโลยีดังกล่าวเข้ามาใช้งาน โดยพัฒนาในด้านการควบคุมงบประมาณให้ไม่สูงมากนัก

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียนตำบลวังโตนด อำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ในการทดสอบภาคสนามและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี สำหรับการให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย และสนับสนุนด้านทรัพยากรในการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ธีรวัฒน์ ชื่นอัสตงคต, ศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล และอาทิตย์ คำต่าย. (2568). การศึกษาวิเคราะห์สมรรถนะรถตัดหญ้าขับเคลื่อนที่ด้วยระบบไฮดรอลิคสำหรับพื้นที่เกษตรแปลงใหญ่. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี, 13(1), น. 1-13.

- ประสาท เกศวพิทักษ์. (2568, 21 กรกฎาคม). *เกษตรปลอดภัย*. สมาคมการค้าปุ๋ยและธุรกิจการเกษตรไทย. https://thaifert.com/knowledge_detail.php?id=13
- พีระ บุนนาค. (2555). *การพัฒนาเครื่องฉีดพ่นสารเคมีแบบผสมกับอากาศสำหรับจักรยานยนต์พ่วงข้าง* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี].
- ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย, อุษณีย์ จินดากุล, เทอดพงษ์ มหาวงศ์, ปรัชญา เอกจิน, เอกรัตน์ ธนุทอง, อมฤต ศิริอุดม, ยุวรรณ อนันตมณี, สิริชัย สารุจิการณ, จริญญา ปิ่นสุภา, ผกาสินี คล้ายมาลา และ ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ. (2566). *ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในมะม่วง เพื่อเป็นสารทางเลือกและผลิตพืชปลอดภัย*. กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.
- วัลลภ โคตรพันธ์ และเดชณรงค์ วนสันเทียะ. (2565). *การพัฒนาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต่อพ่วงรถไถแบบนั่งขับให้สามารถใช้ในการเกษตรแบบครบวงจรในชุดเดียวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเป็นผู้ประกอบการข้าวหอมมะลิและพืชไร่จังหวัดสุรินทร์*. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*, 7(2), น. 53-64.
- ศุภชัย กลุ่มดิวัฒน์. (2563). *การออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ขับเคลื่อนสำหรับการฉีดพ่นความแม่นยำสูง*. *วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย*, 26(2), น. 8-14.
- อมฤต ศิริอุดม, ยุวรรณ อนันตมณี, สิริชัย สารุจิการณ, จริญญา ปิ่นสุภา, ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย, เทอดพงษ์ มหาวงศ์, อุษณีย์ จินดากุล, ปรัชญา เอกจิน และ เอกรัตน์ ธนุทอง. (2567). *ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในส้มโอ เพื่อทดแทนสารกำจัดวัชพืช paraquat*. ใน *รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2567 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช เล่มที่ 2* (น. 832-853). สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.
- Nuytens, D., Braekman, P., Windey, S., & Sonck, B. (2009). Potential Dermal Pesticide Exposure Affected by Greenhouse Spray Application Technique. *Pest Management Science*, 65(7), pp. 781-790. <https://doi.org/10.1002/ps.1755>
- Nackley, L. L., Warneke, B., Fessler, L., Pscheidt, J. W., Lockwood, D., Wright, W. C., Sun, X., & Fulcher, A. (2021). Variable-Rate Spray Technology Optimizes Pesticide Application by Adjusting for Seasonal Shifts in Deciduous Perennial Crops. *HortTechnology*, 31(4), pp. 479-489. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04794-21>