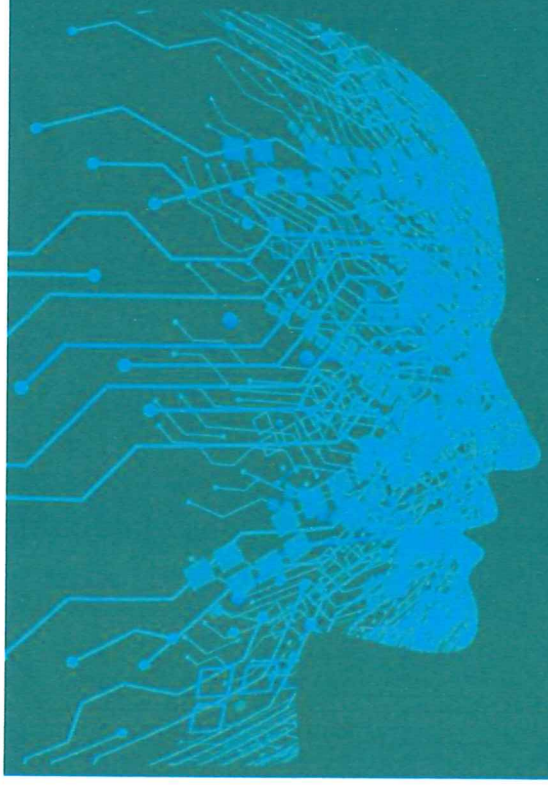
2nd National Conference of Innovative Technology and Vocational Education & Training T-VET

รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการเทคโนโลยีนวัตกรรม และอาชีวศึกษาระดับชาติ ครั้งที่2

IVEN.3

Institute of Vocational Education
Northern Region 3

"การพัฒนาเทคโนโลยี ด้านนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ การจัดการเรียนการสอน และการบริหารด้านอาชีวศึกษา ด้วยกระบวนการวิจัยเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน ด้านอาชีวศึกษาอย่างยั่งยืน"



การประชุมวิชาการฯ

วันที่ 24 - 25 มีนาคม 2566

ณ หอประชุมเฉลิมพระเกียรติ วิทยาลัยพณิชยการบึงพระ

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3

410 หมู่ 1 ตำบึงบึงพระ อำเภอเมือง

จังหวัดพิษณุโลก 65000 055-337611

รถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

DEVELOPMENT OF REMOTE CONTROLLED SOLAR POWERED CHEMICAL SPRAYING VEHICLE

เปรม เพ็งยอด[1] อาทิตย์ แก้วแดง[2]
Pram Pangyod [1] Artit Kaewdaeng [2]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนารถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ 2) หาประสิทธิภาพรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ วิธีการดำเนินการพัฒนารถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ 1) สร้างโครงสร้างและกำหนดคุณลักษณะรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ 2) ทดสอบประสิทธิภาพรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ผลการทดสอบ พบว่า รถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งการชาร์จไฟฟ้า 220 โวลท์ 1 ครั้ง ใช้เวลา 2 ชั่วโมง สามารถฉีดพ่นสารเคมีในนาข้าว ในพื้นที่ที่เป็นดินโคลนความลึกโดยเฉลี่ยไม่เกิน 25 เซนติเมตร อัตราความเร็วเฉลี่ย 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แรงดันแบตเตอรี่ที่วัดได้จากช่วง 08.00-09.00 น. วัดได้ 24 โวลท์ สามารถทำงานได้ตลอดเวลา ระยะการควบคุมได้ไกลสุดไม่เกิน 400 เมตร การฉีดพ่นได้ชั่วโมงละ 6.5 ไร่ ปริมาณการฉีดพ่น 6 ลิตรต่อนาที สรุปว่ารถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : รถฉีดพ่นสารเคมี การควบคุมระยะไกล พลังงานแสงอาทิตย์

[1] วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4
[2] วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4
[1] Nakhonsawan Technical College. Institute of Vocational Education Northern Region 4
[2] Nakhonsawan Technical College. Institute of Vocational Education Northern Region 4
* Corresponding author. E-mail: emutkotaka@gmail.com

Abstract

The purposes of this research were 1) to develop the remote controlled solar powered chemical spraying vehicle and 2) to verify the efficiency of the remote controlled solar powered chemical spraying vehicle. The methods used to develop the remote controlled solar powered chemical spraying vehicle were 1) to build and identify the specifications of the remote controlled solar powered chemical spraying vehicle and 2) to test the efficiency of the remote controlled solar powered chemical spraying vehicle. The test showed that the remote controlled solar powered chemical spraying vehicle with 220 volts charging rate in 2 hours per time, running for chemical spraying in muddy rice fields for an everage depth no more than 25 cm. with an average speed of 3 km/hr, mearured battery voltage showing for 24 volts at 08:00 - 09:00 am could perform work all time. The longest remote controlling range was not more than 400 m. The spraying covered a 2.5 rai area. The volume spraying was 6 liters per minute. In conclusion the remote controlled solar powered chemical spraying vehicle could perform work efficiently.

Keywords : chemical spraying car, Remote control, Solar energy

เกษตรกรไทยนิยมใช้ยากำจัดศัตรูพืชในการทำการเกษตร โดยมีความเชื่อว่า มีต้นทุนต่ำที่สุด-สะดวกสบายที่สุด แต่มีข้อมูลเชิงประจักษ์ว่าได้ส่งผลต่อสุขภาพของเกษตรกรด้วยเช่นกัน จากรายงานสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) ได้เปิดเผยว่าจากข้อมูลการเข้ารับบริการในระบบ หลักประกันสุขภาพแห่งชาติ หรือ กองทุนบัตรทอง ในช่วง 10 เดือนของปีงบประมาณ 2562 (1 ต.ค. 2561-17 ก.ค. 2562) ได้รายงานผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลต่างๆ ทั่วประเทศ ในจำนวนนี้เป็นผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาโดยมีสาเหตุจากการได้รับสารเคมีกำจัดศัตรูพืช จำนวน 3,067 ราย เสียชีวิต 407 ราย เบิกจ่ายค่ารักษากว่า 14.64 ล้านบาท

โดยข้อมูลนี้แยกผู้ป่วยตามประเภทของสารเคมีที่ได้รับ ดังนี้ 1. ยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต (organophosphate and carbamates insecticides) จำนวน 705 ราย เสียชีวิต 58 ราย เบิกจ่ายค่ารักษา 4.27 ล้านบาท 2. ยาฆ่าหญ้าและยาฆ่าเชื้อรา (Herbicides and fungicides) จำนวน 1,337 ราย เสียชีวิต 336 ราย เบิกจ่ายค่ารักษา 6.79 ล้านบาท และ 3. สารเคมีทางการเกษตรประเภทอื่นๆ จำนวน 1,025 ราย เสียชีวิต 13 ราย เบิกจ่ายค่ารักษา 3.57 ล้านบาท ทั้งนี้เมื่อดูข้อมูลโดยแยกรายเขตบริการ 13 เขต พบว่า เขตเชียงใหม่มีผู้ป่วยเข้ารับบริการมากที่สุด จำนวน 506 ราย รองลงมาเขตราชบุรี จำนวน 390 ราย เขตนครสวรรค์ จำนวน 340 ราย และนครราชสีมา จำนวน 338 ราย เป็นต้น [1]

จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนารถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเครื่องจักรกลการเกษตรที่ใช้ระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บังคับด้วยคลื่นวิทยุ มีราคาถูก สามารถผลิตเองได้ในประเทศ เป็นเครื่องจักรกลการเกษตรที่ใช้พลังงานสะอาด ลดมลภาวะทางอากาศ ภาวะ

เรือนกระจกสาเหตุทำให้โลกร้อน อำนวยความสะดวก ลดการใช้แรงงาน และลดการสัมผัสกับสารเคมีโดยตรง ซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายของเกษตรกรยุค 4.0 เป็นเครื่องทุ่นแรงในการประกอบอาชีพเกษตรกรรม สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

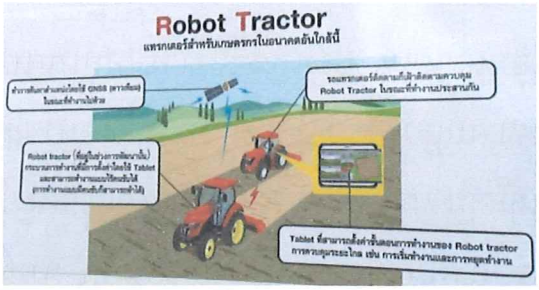
1. เพื่อพัฒนารถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยค้นคว้า เรื่องรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิง โดยเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. บทความ เรื่อง “รถแทรกเตอร์ไร้คนขับ” จากเทคโนโลยีจากยันมาร์ ได้กล่าวไว้ว่า ทุกวันนี้ ทั่วโลกกำลังเผชิญวิกฤตขาดแคลนแรงงานภาคเกษตร ประเทศที่พัฒนาแล้ว แรงงานภาคเกษตรลดจาก 35% เหลือแค่ 4.2% กลุ่มประเทศกำลังพัฒนาในภูมิภาคเอเชีย ก็มีจำนวนแรงงานภาคการเกษตรลดลงกว่าในอดีตถึง 50% เพราะประชากรส่วนใหญ่กำลังเข้าสู่สังคมผู้สูงวัย เช่น ญี่ปุ่น ไทย จีน ฮ่องกง เกาหลีใต้ ฯลฯ เทคโนโลยีการเกษตรที่ทันสมัย จึงกลายเป็นตัวแปรสำคัญที่จะเข้ามามีบทบาททดแทนแรงงานภาคเกษตรในอนาคต เช่น “Precision Agriculture” หรือเกษตรกรรมความแม่นยำสูง ซึ่งใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ (ไอที) และการบริหารจัดการเข้ามาดูแลจัดการฟาร์มให้กลายเป็นเรื่องง่ายขึ้น เพราะใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง เช่น แทรกเตอร์ไร้คนขับ การใช้โดรน ตรวจสอบการเติบโตของพืช ปัญหาโรคแมลง เช็คคุณภาพดิน-น้ำ ติดตั้งระบบเซ็นเซอร์ภาคพื้นดิน ควบคุมการให้น้ำ-ให้ปุ๋ย ในแปลงปลูก ควบคุมแหล่งน้ำชลประทานในภาคเกษตรกรรม เป็นต้น

รูปที่ 1 แสดงแนวคิดรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 2 แสดงรถแทรกเตอร์ไร้คนขับ (Robot tractor)

เรียกได้ว่า "เกษตรกรรมความแม่นยำสูง" สามารถใช้ควบคุมการทำเกษตรกรรมได้อย่างครบวงจร ตั้งแต่ปลูก พ่นยา จนถึงเก็บเกี่ยว ที่สำคัญใช้แรงงานคนน้อย ประหยัดต้นทุน แต่ได้ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น มีผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้น ปัจจุบัน เทคโนโลยีดังกล่าวกำลังเป็นที่นิยมแพร่หลายในหลายประเทศทั่วโลก ทั้งในโซนยุโรป ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น ฯลฯ [2]

2. เทคโนโลยีการเกษตรอัจฉริยะ Internet of things (IoT)

บทความ เรื่อง "Japanese Agriculture, the Young People's Choice" ได้กล่าวไว้ว่า เกษตรญี่ปุ่นคนหนุ่มสาวมีทางเลือก การเกษตรสนับสนุนอาหารของญี่ปุ่นและปกป้องผืนดินและสิ่งแวดล้อม แม้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญ จำนวนเกษตรกรลดลงเรื่อยๆ มีความชราปัญหาเกษตรกรอายุเฉลี่ย 66 ปี งานเกษตรเป็นงานหนักแรงงาน อ่อนไหวต่อสภาพอากาศ และการเรียนรู้เทคโนโลยีการเกษตรต้องใช้เวลานานเวลา ได้รับผลกระทบจากความประทับใจนี้ การขาดแคลนผู้นำเป็นปัญหาร้ายแรง เพื่อแก้ปัญหานี้ ปัญหา "หุ่นยนต์เพื่อการเกษตร" เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีสำคัญ ปัจจุบันภาคการเกษตรได้เริ่มนำเซ็นเซอร์มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต โดยองค์ประกอบระบบเกษตรอัจฉริยะ หรือ Smart Farm จะประกอบไปด้วย เซ็นเซอร์ บอร์ดที่ทำหน้าที่เป็น Wireless Lan และ โปรแกรมหรือระบบงานที่เป็น Software หรือ Application ศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (TMEC) ได้พัฒนาเซ็นเซอร์ด้านการเกษตร เช่น เซ็นเซอร์วัดความชื้น เซ็นเซอร์ความดัน (Pressure sensor) เพื่อควบคุมระบบน้ำหยด เซ็นเซอร์วัดธาตุอาหารพืช N-P-K เพื่อใช้ในระบบจ่ายปุ๋ยผ่านท่อ เป็นต้น ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ในภาคการเกษตร เกษตรกรต้องมีความรู้ความเข้าใจในการเลือกใช้เซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อการทำงานทั้ง 3 ส่วนข้างต้น ซึ่งทาง สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล ได้ร่วมมือกับมหาวิทยาลัยและหน่วยงานภาครัฐ จัดอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรอัจฉริยะ เพื่อช่วยให้เกษตรกรสามารถนำเทคโนโลยีการเกษตรอัจฉริยะ นำไปประยุกต์ใช้ได้จริง สามารถติดตามข้อมูลได้ทาง www.depa.or.th เกษตรกรในยุค 4.0 จึงควรใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเข้าช่วยในการวางแผนการปลูก การบริหารจัดการแปลงปลูก ผลิตสินค้าที่เน้นคุณภาพ ได้ตามมาตรฐาน สร้างมูลค่าให้กับสินค้าโดยการสร้างเรื่องราว เกี่ยวกับสินค้าให้น่าสนใจ และศึกษาเรียนรู้พฤติกรรมผู้บริโภคบนโลกอินเตอร์เน็ต เพื่อสร้างฐานลูกค้าบนตลาดออนไลน์ และก้าวสู่การเป็นเกษตรกรแบบผู้ประกอบการเบ็ดเสร็จด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (Farmer as merchant with digital technology) [3]

3. เทคโนโลยีหุ่นยนต์และแทรกเตอร์ไร้คนขับสำหรับเกษตรสมัยใหม่

สำหรับหัวข้อนี้จะแนะนำให้เห็นถึงช่องทางการพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัล ด้านการเกษตรสมัยใหม่ โดยขอยกนำเสนอผลการศึกษาวิจัยและการนำเทคโนโลยีที่ดิจิทัลและหุ่นยนต์ ของประเทศญี่ปุ่น เพื่อจุดประกายให้

ผู้ประกอบการด้านการเกษตรสมัยใหม่ นักวิจัย นิสิตและนักศึกษา ได้มีแนวทางต่อยอดความคิด และสามารถนำไปพัฒนาเป็นโมเดลธุรกิจต่อไป ประเทศญี่ปุ่นเป็นอีกหนึ่งประเทศที่ประสบปัญหาขาดแคลนแรงงานด้านการเกษตร โดยพบว่าเกษตรกรของประเทศญี่ปุ่นมีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 66 ปี ด้วยเหตุนี้ รัฐบาลและมหาวิทยาลัย จึงได้พัฒนาคิดค้นเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านการเกษตรโดยใช้ IoT และรถแทรกเตอร์ไร้คนขับ เพื่อช่วยทดแทนแรงงานและเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการทำการเกษตรให้กับเกษตรกรรุ่นใหม่ มหาวิทยาลัยฮอกไกโด โดยห้องปฏิบัติการด้านการขับเคลื่อนหุ่นยนต์ (The Laboratory of Vehicle Robotics: VeBots) คณะเกษตร ประสบความสำเร็จในการศึกษาวิจัยการใช้งานรถแทรกเตอร์ไร้คนขับ โดยการติดตั้งเซ็นเซอร์บนรถแทรกเตอร์ซึ่งถูกควบคุมทิศทางการขับเคลื่อนด้วยระบบดาวเทียม GPS ที่ถูกสั่งการผ่านระบบคอมพิวเตอร์ โครงการนี้ได้ผ่านการทดลองในแปลงปลูกจริง ซึ่งเกษตรกรสามารถป้อนคำสั่งให้ แทรกเตอร์ไร้คนขับทำกิจกรรมอื่นๆ ในแปลง เช่น การไถ การหว่านเมล็ด การให้ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช การพ่นยาฆ่าแมลง และการเก็บเกี่ยว เป็นต้น ซึ่งทำให้เกษตรกรมีเวลามากขึ้นในการทำงานที่สำคัญอื่นๆ เช่น พัฒนาผลิตผล และหาช่องทางการตลาด เป็นต้นห้องปฏิบัติการ VeBots ยังได้พัฒนาระบบบริหารจัดการสำหรับการควบคุมรถแทรกเตอร์ไร้คนขับได้หลายคันในเวลาเดียวกัน โดยการใช้ระบบการสื่อสารไร้สาย (Wireless communication system) เพื่อเพิ่มผลผลิตซึ่งเชื่อมโยงกับการลดต้นทุนการผลิต ซึ่งระบบการสื่อสารไร้สายด้วยดาวเทียมนั้น ถือเป็นพื้นฐานของหุ่นยนต์ด้านการเกษตร [4]

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พัฒนารถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2. สร้างรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ตารางที่ 1 แสดงโครงสร้างและคุณลักษณะเฉพาะรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

คุณลักษณะเฉพาะ ของรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	
โครงสร้าง	กว้างxยาวxสูง = 110cm x 220cm x 200cm
แขนฉีดพ่น	ความกว้างด้านละ 5m ซ้าย-ขวา บังคับการเปิด-ปิด ด้วยรีโมทคอนโทล
ระบบขับเคลื่อน	2 ล้อหลัง ด้วยมอเตอร์เกียร์ 24V 500W 27A 400RPM ซ้าย-ขวา
ระบบบังคับเลี้ยว	แบบ RACK AND PINION STEERING ควบคุมด้วยรีโมทคอนโทล คลื่นความถี่ 2.4 Ghz พร้อมจอรับสัญญาณภาพ ขนาดหน้าจอ 3 นิ้ว
แบตเตอรี่	24 V ลิเทียมฟอสเฟส 12V12A ต่อแบบอนุกรม จำนวน 2 ชุด (2S2P)
แผงโซล่าเซลล์	ชนิด Polycrystalline Silicon Solar Cells 340W
ชาร์จเจอร์	โซล่าเซลล์ชาร์จเจอร์ MPPT ขนาด 12V/24V 30A
ระบบฉีดพ่นสารเหลว	ความจุถังบรรจุสารเคมีหรือสารเหลวอื่นๆ ขนาด 100 ลิตร หัวฉีดสารเหลวจำนวน 10 หัว ติดตั้งที่แขนฉีดพ่น บังคับการเปิด-ปิด ด้วยรีโมทคอนโทล
ปั๊มฉีดพ่นสารเหลว	DC Motor12V30W แรงดันสูง แบบไดอะแฟรม ชนิดดูด 3L/Min จำนวน 2 ตัว บังคับการเปิด-ปิด ด้วยรีโมทคอนโทล

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงโครงสร้างและคุณลักษณะเฉพาะรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

คุณลักษณะเฉพาะ ของรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	
รีโมทคอนโทล	FrSky ACCST Taranis Q X7 2.4GHz 16CH ระยะควบคุมไกล 400m
ความเร็วสูงสุด	พื้นที่แห้งและราบเรียบ อัตราเร็วเฉลี่ย 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความสูงของต้นพืชไม่เกิน 1.5m พื้นที่เป็นดินโคลน (ความลึกไม่เกิน 25 เซนติเมตร) อัตราเร็วเฉลี่ย 2.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความสูงของต้นพืชไม่เกิน 1.25m
ระยะทางต่อการชาร์จ	2 ชั่วโมงต่อการชาร์จ 1 ครั้ง และสามารถขับเคลื่อนได้ตลอดเวลาที่มีแสงแดด เพราะใช้ระบบ MPPT.
มวลรถ (net mass)	250 กก.
มวลรถรวมสารเหลว	350 กก.
การออกแบบเชิงนิเวช (Eco design)	มีการอัดประจุจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้
อื่น ๆ	สามารถชาร์จไฟ 220 V จากปลั๊กทั่วไปได้

3. ทดลองรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

รูปที่ 4 แสดงการทดลองรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์พ่นปุ๋ยทางใบในแปลงเพาะปลูกข้าวโพด

รูปที่ 5 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในนาข้าว

ผลการวิจัย

ตารางที่ 2 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (ชาร์จแบตเตอรี่เต็ม โดยการชาร์จไฟบ้าน 2 ชั่วโมงต่อการชาร์จ 1 ครั้ง)

ที่	ช่วงเวลาที่ทดสอบ	อัตราความเร็ว (km/hr)	แรงดันแบตเตอรี่ (V)	พื้นที่เป็นดินโคลนความลึก(cm)	ระยะการควบคุม(m)	พื้นที่ที่ฉีดพ่นได้ (m2)	ปริมาณสารฉีดพ่น (L/Min)
1	08.00-09.00	1.90	23.5	20	370	6.30	350
2	09.01-10.00	2.00	24	23	400	6.40	350
3	10.01-11.00	2.50	25	25	400	6.40	350
4	11.01-12.00	3.00	25	25	400	6.50	360
5	13.01-14.00	3.00	25	25	420	6.80	370
6	14.01-15.00	3.00	25	25	400	6.80	360
7	15.01-16.00	3.00	25	24	400	6.50	360
8	16.01-17.00	3.00	24	22	400	6.50	360
เฉลี่ย		**2.68**	**24.56**	**23.63**	**398.75**	**6.53**	**357.50**

การอภิปรายผลการวิจัย

ผลการทดสอบประสิทธิภาพรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า รถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถทำงานในพื้นที่ที่เป็นดินโคลน ความลึกโดยไม่เกิน 25 เซนติเมตร สามารถวิ่งได้ที่อัตราความเร็ว 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แรงดันแบตเตอรี่ที่วัดได้ 24 โวลท์ สามารถขับเคลื่อนได้ตลอดเวลาที่มีแสงแดด เพราะใช้ระบบ MPPT ถ้าความลึกดินโคลนเกินกว่านี้ทำให้อัตราความเร็วช้าและกินกระแสไฟฟ้า ตามภาระงาน ระยะการควบคุมได้ไกลสูงสุดไม่เกิน 400 เมตร ซึ่งไกลกว่านั้นไม่สามารถควบคุมได้ รถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถฉีดพ่นสารเคมีได้โดยเฉลี่ย 6.5 ไร่ต่อชั่วโมง ปริมาณสารที่ฉีดพ่น 358 ลิตรต่อชั่วโมง หรือประมาณ 6 ลิตรต่อนาที ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโกเมน หมายมั่น และเสกสิทธิ์ รัตนสิริวัฒนกุล ที่กล่าวว่า ความเหมาะสมต่อการพ่นปุ๋ยน้ำของรถพ่นสารเคมีอเนกประสงค์แบบวิทยุบังคับมากที่สุดเมื่อมองในแง่ของระยะทางและเวลา ต่อรอบ และสามารถใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด [5]

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะการวิจัยในครั้งนี้ ผลการทดสอบอาจมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากมีปัจจัยทางธรรมชาติเข้ามาเกี่ยวข้องหลายประการ ดังนั้น จึงควรพัฒนาวิธีการศึกษาและควบคุมตัวแปรอย่างระมัดระวัง

ข้อเสนอแนะการวิจัยในครั้งต่อไป ความสูงของข้าวมีผลต่อระบบหัวฉีดพ่น ส่งผลต่อระยะทางการฉีดพ่นสารเคมี ซึ่งทำให้ละอองสารเคมีจำตัวกับใบข้าว และการวิจัยครั้งนี้มีความน่าสนใจที่จะว่างแผนในการที่จะขยายผลสู่ผู้สนใจ โดยนำรถฉีดพ่นสารเคมีควบคุมระยะไกลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ไปพัฒนาสู่ตลาด

เอกสารอ้างอิง

[1] 11 ปีไทยนำเข้าสารเคมีเกษตร 1.66 ล้านตัน 2.46 แสนล้านบาท เจ็บป่วยเฉลี่ยปีละ 4 พันราย สืบค้นเมื่อ 19 กุมภาพันธ์ 2566, จาก https://www.tcijthai.com/news/2019/10/scoop/9456

[2] เทคโนโลยีชาวบ้านออนไลน์, สาวบางแค 22, สืบค้นเมื่อ 19 กุมภาพันธ์ 2566, จาก https://www.sentangsedtee.com/big-idea/article_51922

[3] Research Faculty of Agriculture Laboratory of Vehicle Robotics Hokkaido University. Agricultural Robots. สืบค้นเมื่อ 19 กุมภาพันธ์ 2566, จาก http://vebots.bpe.agr.hokudai.ac.jp/wp-content/uploads/2017/12/english-merged.pdf

[4] เทคโนโลยีชาวบ้านออนไลน์, สาวบางแค 22, สืบค้นเมื่อ 19 กุมภาพันธ์ 2566, จาก https://www.sentangsedtee.com/big-idea/article_51922

[5] โกเมน หมายมั่น และเสกสิทธิ์ รัตนสิริวัฒนกุล, 2562, **การวิเคราะห์ประสิทธิภาพและอัตราการใช้พลังงานของการพ่นปุ๋ยน้ำด้วยรถพ่นสารเคมีอเนกประสงค์แบบวิทยุบังคับ**, วารสาร, เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี,