ระดับโครงการวิจัย

กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

ชื่อเรื่อง โครงการนวัตกรรมวิจัยหุ่นยนต์และเครื่องจักรกลเกษตรอัตโนมัติอารักขาพืช

Research of Autonomous Robot and Agricultural Machine for Plant Protection

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

นายวิชัย โอภานุกุล

Mr. Wichai Opanukul

ปี 2565

บทสรุปผู้บริหาร

นโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจไปสู่ยุค Thailand 4.0 ตามยุทธ์ศาสตร์ของชาติ 20 ปี (พศ.2561-2580) ที่มุ่งเน้นขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยนวัตกรรม ทำให้สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ที่มีภารกิจหลักในการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตร เริ่มดำเนินงานโครงการนวัตกรรม วิจัยหุ่นยนต์ และเครื่องจักรกลเกษตรอัตโนมัติ สำหรับอารักขาพืช โดยมีวัตถุประสงค์วิจัยและพัฒนาต้นแบบเครื่องจักรกลเกษตรในยุคที่ 4 สำหรับใช้งานในประเทศไทย วิธีวิจัยเริ่มจากตั้งสมมุติฐาน ค้นคว้าเอกสารทางวิชาการ ลงพื้นที่ภาคสนามในไร่มันสำปะหลัง นำข้อมูลมาออกแบบ สร้าง และทดสอบเบื้องต้นในโรงปฏิบัติการ และแปลงปลูกพืชทดสอบ ผลการดำเนินงานในปีที่ 1 ได้เครื่องจักรกลต้นแบบเบื้องต้นทั้ง 4 โครงการ ซึ่งถูกออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสภาพเศรษฐกิจของเกษตรกรไทย ที่ต้องการเครื่องจักรขนาดเล็ก ราคาไม่สูงมากเนื่องจากมีพื้นที่ทำเกษตรน้อย และได้นำไปทดสอบภาคสนามเบื้องต้นในแปลงเกษตรกร เพื่อเก็บข้อมูลสมรรถนะการทำงานด้านต่างๆ เพื่อนำปรับปรุงในปีที่ 2 โดยมีระยะเวลาระหว่าง เดือนตุลาคม 2564 ถึง กันยายน 2566

เมื่องานวิจัยนี้เสร็จสิ้นจะเผยแพร่ผลงานให้แก่สาธารณชนในรูปแบบต่าง ๆ คือ ผ่านสื่อที่เกษตรกรเข้าถึงง่าย เช่น ด้านสิ่งพิมพ์ ได้แก่วารสารเทคโนโลยีชาวบ้าน หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ ด้านสื่อออนไลน์ เช่น มิติชนออนไลน์ ยูทูบ (You tube) และตีพิมพ์วารสารวิชาการ เช่น การประชุมวิชาการประจำปีสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย สมาคมอารักขาพืชแห่งชาติ สมาคมปุ๋ยดินแห่งประเทศไทย เป็นต้น หรือนำครื่องต้นแบบเข้าร่วมงานมหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ในส่วนของผู้งานหรือเกษตรกรจะนำเครื่องต้นแบบไปให้ยืมใช้งาน อย่างน้อย 1 รอบการปลูกพืช สำหรับผู้ประกอบการเครื่องจักรกลเกษตร ในช่วงที่เริ่มทำตลาด นักวิจัยจะให้การสนับสนุนทางวิชาการ วิธีใช้งาน และบำรุงรักษา ทั้งแก่เกษตรกร (ผู้ซื้อ) และผู้ประกอบการเครื่องจักรกลเกษตร (ผู้ผลิต) เพื่อให้มีความเข้าใจในตัวสินค้า ภายหลังหากมีการผลิตและจำหน่ายในช่วงระยะเวลาหนึ่ง จะดำเนินการสร้างมาตราฐานสินค้า โดยร่วมกับสำนักงานมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) กระทรวงพาณิชย์ สร้างมาตราฐานเครื่องจักรกลการเกษตร ดังเช่น รถแทรกเตอร์ เครื่องสูบน้ำ เครื่องนวดข้าว เครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย โดรนเกษตร เป็นต้น

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

รายงานการวิจัยนี้เป็นผลการดำเนินการ 1 ปี จากที่กำหนดไว้ 2 ปี คือเริ่มต้น เดือนตุลาคม 2564 และสิ้นสุด เดือนกันยายน 2566 โดยมีโครงการวิจัยย่อย 4 โครงการคือ (1) หุ่นยนต์อัตโนมัติกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยมันสำปะหลัง(หุ่นยนต์ทำรุ่นมัน) (2) เรือขับเคลื่อนอัตโนมัติสำหรับให้น้ำและพ่นสารในร่องด้วยระบบนำร่องด้วยดาวเทียม GNSS (3) เครื่องวัดความเข้มข้นไนเตรท (NO3-) ในดินชนิดพกพาด้วย Ion Selective Electrodes (ISEs) แบบอัตโนมัติ และ (4) รถยกสูงกำจัดวัชพืชและหยอดปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบอัตโนมัติสำหรับไร่มันสำปะหลัง โดยแต่ละโครงการย่อย ได้ออกแบบ พร้อมสร้างต้นแบบเบื้องต้น และทดสอบในโรงปฏิบัติการทางวิศวกรรม ของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และแปลงทดสอบของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร ซึ่งเป็นหน่วยงานในสังกัดของกรมวิชาการเกษตร โดยเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการทำงาน เพื่อนำมาวิเคราะห์ปรับปรุงในส่วนต่าง ๆ ทั้งด้านเครื่องกล ด้านไฟฟ้า และด้านโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงาน สำหรับเตรียมความพร้อมนำไปทดสอบและประเมินผลในปีที่ 2 ต่อไป

Abstract

This research report is the result of 1 year of 2 years starting in October 2021 and ending in September 2023, with 4 sub-research projects: (1) Automatic weeding and fertilizing cassava robot ((2) Autonomous Vessels for Watering and Spraying in Channel with GNSS Satellite Navigation Systems (3) Portable Soil Nitrate (NO3-) Concentration Meter with Ion Selective Electrodes (ISEs) automatically, and (๔) Automatic weeding and fertilizing trucks based on soil analysis values for cassava fields. Each sub-project has been designed and created a preliminary prototype. and tested in an engineering laboratory of the Agricultural Engineering Research Institute and test plots of the Agricultural Research and Development Center which is an agency under the Department of Agriculture by collecting data related to work performance To be analyzed and improved in various parts, both mechanical, electrical and program control. for preparation to be tested and evaluated in the 2nd year.

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบุคลากร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสีคิ้ว นครราชสีมา ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และจัดเตรียมแปลงสำปะหลังสำหรับการทดสอบ

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	2
บทคัดย่อ	3
กิตติกรรมประกาศ	4
สารบัญ	5
สารบัญภาพ	6
บทที่ 1 บทนำ	7
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน	10
บทที่ 3 ผลการศึกษา	17
บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล	21
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก 2	30

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ซ้าย: แสดงภาพรวมของหุ่นยนต์ ขวา: ทดสอบการเคลื่อนที่ในร่องมัน	20
ภาพที่ 2 ซ้าย: แสดงผานจานที่ใช้กำจัดวัชพืช ขวา: ทดสอบในแปลงเกษตกร	20
ภาพที่ 3ตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ บนเรือ	22
ภาพที่ 4 ติดตั้งอุปกรณ์บนเรือ	22
ภาพที่ 5 ตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ บนเรือ	22
ภาพที่ 6 ทดสอบสมดุลของการวางตำแหน่งอุปกรณ์	22
ภาพที่ 7 เครื่องวัดไนเตรทต้นแบบ	23
ภาพที่ 8 ต้นแบบรถแทรกเตอร์ยกสูง	24
ภาพที่ 9 การทดสอบในแปลงมันสำปะหลัง	25
ภาพที่ 10 QR coder วิดีโอแสดงการทดสอบภาคสนาม	25

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 1 บทนำ

1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน

วิสัยทัศน์

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาด้านพืช เครื่องจักรกลการเกษตร และเป็นศูนย์กลางรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืชในระดับสากล บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พันธกิจ

1. สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตรสู่กลุ่มเป้าหมาย
2. กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต พัฒนาระบบตรวจรับรองสินค้าการเกษตรด้านพืชให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช แมลง และจุลินทรีย์
4. กำกับ ดูแล และพัฒนากฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

2. ยุทธศาสตร์ชาติที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานด้าน ววน. ของหน่วยงาน (โปรดเลือกเฉพาะยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานของท่าน)

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคง
เพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับและทุกมิติ

☑ ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์
คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษและภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม
สร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติ กระจายศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคม เพิ่มโอกาสให้ทุกภาคส่วนเข้ามาเป็นกำลังของการพัฒนาประเทศในทุกระดับ

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
คำนึงถึงความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านมาตรการต่างๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลลัพธ์ต่อความยั่งยืน

❑ ยุทธศาสตร์ที่ 6 ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ
การปรับเปลี่ยนภาครัฐ ยึดหลัก “ภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม”

กรมวิชาการเกษตร

3. วงเงินงบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 จำนวน 2,242,349 บาท

4. รายละเอียดโครงการ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

โครงการนวัตกรรม วิจัยหุ่นยนต์ และเครื่องจักรกลเกษตรอัตโนมัติ สำหรับอารักขาพืช ถูกสร้างขึ้นเพื่อรองรับนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจไปสู่ยุค Thailand 4.0 ตามยุทธ์ศาสตร์ของชาติ 20 ปี (พศ.2561-2580) ที่มุ่งเน้นขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยนวัตกรรม ประกอบกับมีคำสั่งการจากรัฐบาลโดยนายกรัฐมนตรี มอบหมายให้กระทรวงวิทยาศาสตร์ และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรให้เป็นหุ่นยนต์หรือระบบอัตโนมัติ โดยภารกิจของกรมวิชาการเกษตร ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตร มีเป้าหมายเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตเกษตรกรให้ดีขึ้น จึงสร้างงานวิจัยรองรับนโยบายดังนี้

โครงการนวัตกรรมย่อย วิจัยหุ่นยนต์อัตโนมัติกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยมันสำปะหลัง(หุ่นยนต์ทำรุ่นมัน) เนื่องจากเป็นพืชเศรษฐกิจของไทย ปี 2562 มีเกษตรกร 5.2 แสนครัวเรือน ปลูกมัน 8.9 ล้านไร่ ได้ผลผลิต 31.1 ล้านตัน แต่ในปี 2563 มีนโยบายยกเลิกใช้สารเคมี พาราควอต และ ไกลโฟเสต (ยาฆ่าหญ้า) ซึ่งการยกเลิกใช้ยาฆ่าหญ้าที่ต้นทุนต่ำ จะส่งผลกระทบต่อชาวไร่มันต้องใช้ในกำจัดวัชพืช ที่เป็นสาเหตุให้ผลผลิตลดจนไม่คุ้มต่อการลงทุน การวิจัยหุ่นยนต์มีฟังค์ชั่นกำจัดวัชพืชทางกลพร้อมใส่ปุ๋ยกลบดิน จะช่วยลดต้นทุนทำรุ่นมัน 25 % หรือ 300 บาท/ไร่ การประเมินผลกระทบค่าใช้จ่ายที่ลดลง คิดพื้นที่ใช้งานเพียง 50 % จากพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ 8.9 ล้านไร่ จะประหยัดเงิน 1,335 พันล้านบาท/ปี อีกทั้งสุขภาพของเกษตรกรจะดีขึ้นไม่ใช้ยาฆ่าหญ้า

โครงการนวัตกรรมย่อย วิจัยเรือขับเคลื่อนอัตโนมัติสำหรับให้น้ำและพ่นสารในร่องด้วยระบบนำร่องด้วยดาวเทียม GNSS สำหรับนำไปใช้ในพื้นที่กว่า 2 ล้านไร่ ที่ปลูกแบบยกร่อง ต้องดูแลรักษาโดยการใช้เรือ ทั้งให้น้ำและพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งที่ผ่านมา ยังไม่มีการศึกษาในเทคโนโลยีนำร่องในเรือระบบอัตโนมัติดังกล่าว ทำให้เกษตรกรต้องนั่งไปในเรือและพ่นสารด้วยตัวเอง ก่อให้เกิดความเสี่ยงที่จะได้รับอันตรายจากสารที่พ่น

โครงการนวัตกรรมย่อย วิจัยและพัฒนาเครื่องวัดความเข้มข้นไนเตรท (NO3-) ในดินชนิดพกพาด้วย Ion Selective Electrodes (ISEs) แบบอัตโนมัติ เพื่อให้การใส่ปุ๋ยถูกต้องทั้งปริมาณและช่วงเวลา เนื่องจากการปลูกพืชเชิงพานิชย์ใช้ปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน(N) ฟอสฟอรัส(P2O5) และโพแทสเซียม(K2O) ให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช การใส่ปุ๋ยในประเทศไทยนั้น ยังคงเป็นการใส่ปุ๋ยในอัตราเดียวกันทั่วทั้งแปลง หากแบ่งเป็นพื้นที่ย่อยในแปลงได้จะทำให้มีประสิทธิภาพ และช่วยลดต้นทุนการผลิต

โครงการนวัตกรรมย่อย วิจัยและพัฒนารถยกสูงกำจัดวัชพืชและหยอดปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบอัตโนมัติสำหรับไร่มันสำปะหลัง เนื่องจากความต้องการผลผลิตทั้งภายในประเทศและตลาดโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงอย่างต่อเนื่อง แต่แหล่งปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่เป็นดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มธาตุอาหาร การให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน จะช่วยลดต้นทุนของปุ๋ย ซึ่งต้นทุนการผลิตมันสำปะหลัง 6,650 บาท/ไร่ คิดเป็นปุ๋ย 1,634 บาท/ไร่ หรือคิดเป็น 24.57 % หากใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินได้ก็จะลดต้นทุนได้สูงสุดถึง 50 % หรือคิดเป็นเงิน 830 บาท/ไร่ เมื่อคิดจากพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ จะช่วยลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 6.8 พันล้านบาท/ปี

กรมวิชาการเกษตร

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) วิจัยหุ่นยนต์ทำรุ่นมันสำปะหลังที่ทำงานด้วยตัวเองแบบอัตโนมัติ มีระบบกำจัดวัชพืชทางกลพร้อมใส่ปุ๋ย ตามค่าวิเคราะห์ดิน **สำหรับ**พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังขนาดเล็ก หรือกลุ่มมันสำปะหลังแปลงใหญ่

2) วิจัยเรือขับเคลื่อนอัตโนมัติสำหรับให้น้ำและพ่นสารในร่องด้วยระบบนำร่องด้วยดาวเทียม **สำหรับ**ให้น้ำ หรือพ่นสารสารป้องกันศัตรูพืชในร่อง โดยตัวเกษตรกรไม่ต้องอยู่บนเรือ

3) วิจัยและพัฒนาเครื่องวัดความเข้มข้นไนเตรท (NO3-) ในดินชนิดพกพาด้วย Ion Selective Electrodes (ISEs) แบบอัตโนมัติ **สำหรับ**สร้างทำแผนที่ความเข้มข้นไนเตรทจากแปลงเกษตรกร เทียบกับวิธีวิเคราะห์แบบเดิมจากห้องปฏิบัติการ เพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และรายได้ที่เกษตรกรได้รับเทียบกับการใส่ปุ๋ยแบบเดิมอัตราเดียวทั้งแปลง

4) วิจัยและพัฒนารถยกสูงกำจัดวัชพืชและหยอดปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบอัตโนมัติ **สำหรับ**พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังแปลงใหญ่ เพื่อลดปริมาณการใช้ปุ๋ย

ขอบเขตการศึกษา

ออกแบบ และสร้างเครื่องจักรกลเกษตรอารักขาพืช ตามที่ระบุในโครงการย่อย เพื่อให้ได้ต้นแบบที่เหมาะสมกับการใช้งานในสภาพพื้นที่ สภาพเศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกรไทย

นิยามศัพท์

นิยามศัพท์เฉพาะ เป็นการให้ความหมายคำศัพท์ ที่นำมาใช้ในการวิจัย หรือของตัวแปร ให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างผู้อ่านงานวิจัยกับผู้วิจัย ดังนั้นคำที่ควรเขียนเป็นนิยามศัพท์เฉพาะเป็นคำที่ผู้วิจัยกล่าวถึงบ่อยครั้ง หรือคำที่มีความหมายเฉพาะ เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจตรงกับผู้วิจัยว่าคำนั้นๆ หมายถึงอะไร เช่น เกษตรกร หมายถึง ผู้ที่ประกอบอาชีพในการทำนา ทำไร่ ทำสวน หรือเลี้ยงสัตว์ ในปี พ.ศ. 2565

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

1.วิธีการดำเนินการวิจัย (ให้นำวิธีการดำเนินงานวิจัยในแบบข้อเสนอโครงการวิจัยมาใส่)

1.1 แนวทางการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

การวิจัยทั้ง 4 โครงการ คือ (1) หุ่นยนต์อัตโนมัติกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยมันสำปะหลัง (หุ่นยนต์ทำรุ่นมัน) (2) เรือขับเคลื่อนอัตโนมัติสำหรับให้น้ำและพ่นสารในร่องด้วยระบบนำร่องด้วยดาวเทียม GNSS (3) เครื่องวัดความเข้มข้นไนเตรท (NO3-) ในดินชนิดพกพาด้วย Ion Selective Electrodes (ISEs) แบบอัตโนมัติ และ(4) รถยกสูงกำจัดวัชพืชและหยอดปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบอัตโนมัติสำหรับไร่มันสำปะหลัง

ก่อนวิจัย เนื่องจากเครื่องจักรกลเกษตรแบบใหม่ คณะผู้วิจัยจะรวบรวมข้อมูลด้านต่าง ๆที่เกี่ยวข้อง จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) ได้แก่เกษตรกรโดยลงพื้นที่สอบถามสภาพปัญหาที่เกี่ยวข้อง เช่น นครราชสีมา กำแพงเพชร นครปฐม ราชบุรี เป็นต้น และประสานกับผู้ประกอบการเครื่องจักรกลเกษตร ที่สนใจผลิตจำหน่ายเชิงพาณิชย์ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาวิธีผลิตที่ง่ายมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

หลังวิจัยเสร็จสิ้น จะนำข้อมูลผลงานวิจัยต้นเครื่องต้นแบบ เผยแพร่ผ่านสื่อต่าง ๆ ที่เกษตรกรเข้าถึงง่าย เช่น ด้านสิ่งพิมพ์ ได้แก่วารสารเทคโนโลยีชาวบ้าน หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ ด้านสื่อออนไลน์ เช่น มิติชนออนไลน์ ยูทูบ (You tube) และตีพิมพ์วารสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง ระดับประเทศ เช่น รายงานในการประชุมวิชาการประจำปี ของสมาคมวิศวกรรมเกษตร สมาคมอารักขาพืชแห่งชาติ สมาคมปุ๋ยดินแห่งประเทศไทย เป็นต้น อีกทั้งนำเครื่องต้นแบบเข้าร่วมงาน Thailand research expo ของ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ในส่วนของเกษตรกรจะนำเครื่องต้นแบบไปให้ยืมใช้งาน อย่างน้อย 1 รอบการปลูกพืช และหากสนใจจะมอบแบบทางวิศวกรรมฟรี โดยเขียนเอกสารขอรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจาก กรมวิชาการเกษตร แต่ถ้าดำเนินการสร้างไม่ได้นักวิจัยจะประสานกับผู้ประกอบการเครื่องจักรกลเกษตร

สำหรับผู้ประกอบการ ในช่วงที่ทำตลาดใหม่ ๆ นักวิจัยจะให้การสนับสนุนทางวิชาการ ด้านวิธีใช้งาน และบำรุงรักษา ทั้งแก่เกษตรกร (ผู้ซื้อ) และผู้ประกอบการเครื่องจักรกลเกษตร (ผู้ผลิต) เพื่อให้มีความเข้าใจในตัวสินค้า ภายหลังหากมีการผลิตและจำหน่ายในช่วงระยะเวลาหนึ่ง จะดำเนินการสร้างมาตราฐานสินค้า โดยร่วมกับสำนักงานมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) กระทรวงพาณิชย์ สร้างมาตราฐานเครื่องจักรกลการเกษตร ดังเช่น รถแทรกเตอร์ล้อยางเพื่อการเกษตร เครื่องสูบน้ำ เครื่องนวดข้าว เครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย เครื่องสีข้าว เป็นต้น

1.2 โดยแยกวิธีดำเนินงานในแต่ละโครงการนวัตกรรมย่อย ดังนี้

1.2.1 การวิจัยหุ่นยนต์อัตโนมัติกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยมันสำปะหลัง ภาพรวมมี 6 ขั้นตอน คือ (1) ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ (2) กำหนดค่าชี้ผลที่เหมาะสม (3) ทดสอบและประเมินผล ในห้องปฏิบัติการและภาคสนามหรือแปลงปลูกมันสำหลังของเกษตร (4) ถ้าผ่านจะยอมรับเป็นต้นแบบ (5) หากไม่ผ่านนำไปปรับปรุงแก้ไขและทดสอบ จนได้ผลตามค่าชี้วัด (6) เผยแพร่ผลการวิจัยทางเอกสารและนำไปให้เกษตรกรทดลองใช้งาน 2 ฤดูการผลิต

อุปกรณ์

1.เครื่องจักรกลสำหรับสร้างต้นแบบ เช่น เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเชื่อม เครื่องเจาะ เป็นต้น

2. คอมพิวเตอร์ และโปรแกรมทางวิศวกรรมเครื่องกล Solid Work และวิศวกรรมไฟฟ้า Proteus

3. อุปกรณ์ไฟฟ้า และอิเลคทรอนิกค์ต่าง ๆ เช่น โมดูลเซนเซอร์ GPS, Ultrasonic sensors, Lidar sensors, RGB Camera, รีโมท 2.4 GHz, ไมโครคอนโทรลเลอร์ สายไฟฟ้า เบตเตอร์รี่ เป็นต้น

4. วัสดุต่างๆ เช่น เหล็กฉาก เหล็กแผ่น สแตนเลสแผ่น นัต สกรู ผานจาน ปุ๋ย และอื่นๆ

วิธีการ

1.Design & Simulation การทำงานของหุ่นยนต์ด้วยคอมพิวเตอร์

2.สร้างต้นแบบ และทดสอบ (Test Lab & Field) ครั้งที่ 1 โดยกำหนดเกณฑ์ ในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เพื่อให้หุ่นยนต์มีความคุ้มค่าต่อการใช้งาน อาทิ (1) ความสามารถการทำงาน (2) ประสิทธิภาพ (3) สมรรถนะกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ย (4) ความเสียหายต้นมัน (5) อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (6) วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของหุ่นยนต์ เป็นต้น

3. วางแผนทดสอบ แบบ RCBD โดยมีปัจจัย ความเร็วหุ่นยนต์ 3 ระดับ และอายุต้นมัน 2 ระดับ มีค่าชี้ผลคือ (1) ความสามารถในการทำงาน (2)ประสิทธิภาพกำจัดวัชพืช และกลบปุ๋ย (3)อัตราการใช้เชื้อเพลิง

4. สรุปผลวิจัยเบื้องต้น และนำต้นแบบมาปรับปรุง และทดสอบภาคสนาม ครั้งที่ 2

5.นำต้นแบบไปให้กลุ่มเกษตรกรแปลงใหญ่มันสำปะหลัง จังหวัดนครราชสีมาทดลองใช้

6.วิเคราะห์เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม สรุปผล จัดทำรายงาน และเผยแพร่ผู้เกี่ยวข้อง

1.2.2 การวิจัยเรือขับเคลื่อนอัตโนมัติสำหรับให้น้ำและพ่นสารในร่องด้วยระบบนำร่องด้วยดาวเทียม

1. การดำเนินงานออกแบบเรือให้น้ำและพ่นสารป้องกันศัตรูพืชนำร่องด้วยดาวเทียมใช้ระบบนำร่องด้วยดาวเทียม GTX-GNSS ซึ่งระบุตำแหน่งที่มีความคลาดเคลื่อน 4 เซนติเมตร เป็นตำแหน่งอ้างอิง ของตำแหน่งที่จะทำแผนที่สำหรับระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติ ทำการติดตั้ง GPS บนเรือสำหรับรับส่งข้อมูลตำแหน่งที่ถูกต้องกับ GTX-GNSS 2 ตำแหน่ง ทำการบันทึกข้อมูลด้วย GPS Receiver เพื่อควบคุมระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติของเรือผ่าน IIMU ซึ่งเป็นเซนเซอร์นำทาง เพื่อสั่งให้ระบบควบคุมอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งจะมีการออกแบบกลไกให้สามารถ สั่งให้ เรือ เคลื่อนที่ หยุด เลี้ยวซ้ายหรือเลี้ยวขวา ในร่องน้ำโดยอัตโนมัติได้

2.สร้างต้นแบบ ตามกรรมวิธีในแนวคิดและวิธีการดำเนินการ และ ทดสอบต้นแบบในแปลงเกษตรกรที่ปลูกไม้ผล หรือ พืชผัก ในเขตจังหวัด ราชบุรี

3.ปรับปรุงแก้ไขต้นแบบ จนสามารถใช้งานได้

4.ทดสอบต้นแบบระยะยาว ในการควบคุมการเคลื่อนที่ การเลี้ยว การเบรค การเดินหน้า ถอยหลัง แบบอัตโนมัตินำร่องด้วยดาวเทียม

5.เขียนรายงาน สรุปผลการทดสอบ วิเคราห์ผลทางเศรษฐศาสตร์ เผยแพร่งานวิจัย

กรมวิชาการเกษตร

1.2.3 การวิจัยและพัฒนาเครื่องวัดปริมาณธาตุไนเตรต (NO_3^-) ในดินชนิดพกพาด้วย Ion Selective Electrodes แบบอัตโนมัติ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1) Nitrate electrode และสารละลายมาตรฐาน
2) pH Electrode และสารละลายมาตรฐาน
3) ชุดควบคุมเซ็นเซอร์
4) แผงควบคุม (Micro controller): NodeMCU V2, Arduino Mega 2560, GPS module
5) ส่วนประกอบของระบบการไหล: ปั๊ม DC 12V Peristaltic, Relay switch, Three-way valve, Plastic tube, Connector tube
6) ส่วนประกอบการควบคุมการเคลื่อนที่อุปกรณ์ต่างๆ: DC 12 V motors, DC 12 V linear motors
7) ส่วนประกอบของระบบ IT: คอมพิวเตอร์ Laptop, Smart device, Internet, Wifi router

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) ศึกษา ค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และวิเคราะห์ข้อมูลทางวิชาการต่างๆ ทราบถึงข้อดีและข้อเสียของระบบการใช้ ISEs ในการวัดไนเตรทในดิน จากงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องทั้งจากต่างประเทศ และในประเทศ เพื่อใช้ในการออกแบบระบบให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานกับสภาพดิน และการปลูกพืชของประเทศไทย ซึ่งในการตรวจเอกสารเบื้องต้นนั้น พบว่ามีความเป็นไปได้สูงในการนำ NO_3^-- ISEs มาใช้วัดไนเตรทในดิน ทั้งระบบที่มีการกรองสารละลายดิน และไม่มีการกรอง ซึ่งต้องทำการทดสอบทั้งในแง่ประสิทธิภาพ และความคงทนของ NO_3^-- ISEs ในทั้ง 2 ระบบ นอกจากนี้อาจยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆที่มีความสำคัญ และยังเป็นข้อสงสัยจากงานวิจัยก่อนหน้าด้วย เช่น ความจำเป็นที่ต้องใช้ Temperature sensor และ/หรือ Moisture sensor ร่วมด้วยหรือไม่สำหรับการปรับปรุงสมการการวิเคราะห์ค่าการวัด

นอกจากนี้ ในปีแรกของการวิจัย ต้องเก็บข้อมูลแปลงเพาะปลูกเป้าหมายอย่างน้อย 1 แปลง โดยข้อมูลที่สำคัญคือ พันธุ์ ช่วงเวลาปลูก ชนิดดิน สภาพอากาศ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณและช่วงเวลาการใส่ปุ๋ย การดูแลรักษาอื่นๆ และที่สำคัญคือ ผลผลิตที่ได้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะได้นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการใช้เครื่องต้นแบบช่วยในการจัดการการใส่ปุ๋ยในปีที่สอง

2) ออกแบบและสร้างต้นแบบ

หลังจากได้ออกแบบระบบการทำงานทั้งหมดของเครื่องต้นแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงดำเนินการออกแบบเครื่องต้นแบบ ทั้งในด้าน Hardware และ Software จัดซื้ออุปกรณ์ สร้างเครื่องต้นแบบ โดยดำเนินการสร้างและทดสอบการทำงานทีละระบบ โดยระบบต่างๆในเบื้องต้นนี้มี 5 ระบบดังนี้

2.1) ระบบการสกัดดิน เมื่อตัวอย่างดินถูกนำเข้ามาในตัวเครื่องต้นแบบในถ้วยสกัดดินทรงกระบอกกลมสารสกัดดินที่เป็นน้ำกลั่นจะถูกฉีดเข้ามา พร้อมกับการหมุนของใบพัดที่อยู่ในถ้วยสกัดด้วยมอเตอร์ เพื่อให้เกิดการ

กรมวิทยาศาสตร์

ละลายของดินในน้ำกลั่น เกิดการแตกตัวของไอออน NO_3^- ในสารละลายดิน จากนั้นส่วนบนของสารละลายดินจะถูกดูดผ่านระบบกรองเข้ามายังส่วนที่ติดตั้ง NO_3^-- ISEs สำหรับทำการวัดและบันทึกค่าการวัดทุกวินาที นานประมาณ 60 วินาที รวมถึงบันทึกค่าพิกัดตำแหน่งที่วัดนั้นในพื้นที่แปลง

2.2) ระบบการกรอง นอกจากต้องออกแบบให้สามารถช่วยกรองอนุภาคดินเพื่อให้อายุการใช้งานของ NO_3^-- ISEs เพิ่มมากขึ้นแล้ว ยังต้องสามารถล้างทำความสะอาดได้ง่ายอีกด้วย นับว่าเป็นความท้าทายของงานวิจัยนี้อย่างมาก

2.3) ระบบการทำความสะอาด ซึ่งจะต้องทำความสะอาดสารละลายดินในทุกส่วนของเครื่องต้นแบบเพื่อไม่ให้มีการปนเปื้อนระหว่างตัวอย่างดินที่ทำการวัด

2.4) ระบบระบุพิกัด GPS เพื่อบันทึกตำแหน่งการวัด

2.5) ระบบควบคุมการทำงาน ในการออกแบบการทำงานต้องให้ทุกส่วนทำงานอย่างสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องกัน ซึ่งจะเป็นการออกแบบสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ การเขียนโปรแกรม และการออกแบบการติดต่อกับผู้ใช้งานด้วย (user interface)

ข้อมูลที่ได้จะถูกถ่ายโอนเข้ามาประมวลผลในคอมพิวเตอร์ laptop โดยข้อมูลที่ได้จะประกอบด้วย ค่าความเข้มข้นไนเตรท และพิกัดตำแหน่งของแต่ละจุดวัด นำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นแผนที่ความเข้มข้นไนเตรท

3) ทดสอบการทำงานในห้องปฏิบัติการโดยวัดไนเตรทในดินด้วยเครื่องต้นแบบ เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าที่ได้จากวิธีมาตรฐานทางห้องปฏิบัติการ ประเมินสมรรถนะค่าความถูกต้องและความแม่นยำด้วยค่าบ่งชี้ ได้แก่ ค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าRoot Mean Square Error (RMSE) และค่า R^2 ของสมการ

4) นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในข้อ 3. (อัตราส่วน ดิน:น้ำ, ระยะเวลาการกวนสกัดดิน, ระยะเวลาการวัด และความละเอียดของตัวกรอง สำหรับดินแต่ละชนิด) มาปรับปรุงเครื่องต้นแบบ

5) ทดสอบการทำงานภาคสนามในพื้นที่แปลงเกษตร โดย

- ทำการ Calibration หัววัดด้วยสารละลายมาตรฐาน สร้าง model equation สำหรับการแปลผลการวัดจากความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็นความเข้มข้นไนเตรทของดิน
- แบ่งแปลงเป็น grid จำนวนประมาณ 100 grids (ประมาณ 10m x 10m)
- นำเครื่องต้นแบบเข้าไปทดสอบการวัดจริง (โดยเก็บตัวอย่างดินที่จุดวัด 100 ตัวอย่างนั้นด้วย สำหรับวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ) ปรับปรุงแก้ไข (ถ้ามี)
- เปรียบเทียบค่าที่วัดได้ในแปลงกับค่าที่วัดได้จากห้องปฏิบัติการ (ค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, RMSE และ R^2)
- การนำข้อมูลมาจัดทำแผนที่ดิน ด้วยโปรแกรม QGIS

กรมวิชาการเกษตร

6) ทดสอบการทำงานจริงเป็นกรณีศึกษาในแปลงเป้าหมาย โดยดำเนินการตามแบบข้อ 5. โดยร่วมกับการใส่ปุ๋ยในแปลงเกษตรกรจริง(ในเบื้องต้นนี้เป็นการใส่ปุ๋ยด้วยแรงงานคน) เพื่อประเมินศักยภาพในความคุ้มค่าทางเศษฐศาสตร์การลงทุน

7) วิเคราะห์ข้อมูลและเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม สรุปผลการวิจัย

1.2.4 การวิจัยและพัฒนารถยกสูงกำจัดวัชพืชและหยอดปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบอัตโนมัติสำหรับไร่มันสำปะหลัง

ส่วนที่ 1 พัฒนารถยกสูงสำหรับพ่วงอุปกรณ์กำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยในไร่มันสำปะหลัง

- สิ่งที่ต้องใช้ในการทดลอง

1. คอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำหรับการออกแบบโครงสร้างรถยกสูง
1. วัสดุเหล็กขนาดต่างๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้
2. ระบบไฮดรอลิค (Hydraulics) และอุปกรณ์วาล์วต่างๆ
3. อุปกรณ์เครื่องมือช่าง

- วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. ออกแบบโครงสร้างเหล็กของรถยกสูงให้สามารถมีระบบบังคับเลี้ยวแบบ 4 ล้อ โดยโครงสร้างหลัก (Frame) จะดำเนินการออกแบบด้วยการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element analysis) ด้วยโปรแกรม Solidworks เพื่อให้การออกแบบโครงสร้างของรถยกสูงมีความแข็งแรงและถูกต้องตามหลักวิศวกรรม โดยปัจจัยที่มีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้างคือ 1) ขนาดของเฟรม 2) ความหนาวัสดุ 3) ระยะความยาวของเฟรมแต่ละชิ้น และ 4) ชนิดของวัสดุที่ใช้ออกแบบ ซึ่งการออกแบบนี้จะคำนึงถึงปัจจัยดังกล่าวที่จะมีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง และนอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงวัสดุที่ผลิตภายในประเทศและหาซื้อได้ตามท้องตลาดอีกด้วย

2. ออกแบบเครื่องยนต์ต้นกำลังและการขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิค ซึ่งการออกแบบเครื่องยนต์ต้นกำลังได้กำหนดให้ออกแบบตามหลักวิศวกรรมยานยนต์ (Fundamentals of Vehicle Dynamics) โดยมีปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบเครื่องยนต์ต้นกำลังคือ 1) น้ำหนักของตัวรถ 2) ขนาดของล้อ 3) จุดศูนย์ถ่วงของรถ 4) ระยะห่างของฐานล้อ 5) ระยะของจุดพ่วงต่ออุปกรณ์ 6) แรงเสียดทานของพื้น และ 7) ความลาดชันของพื้นที่

3. ออกแบบกลไกจุดยึดอุปกรณ์ต่อพ่วงแบบ 3 จุด สำหรับพ่วงเครื่องมือกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ย ด้วยโปรแกรม Solidworks

4. สร้างและประกอบโครงสร้างเหล็กของรถยกสูง เครื่องยนต์ต้นกำลังและระบบไฮดรอลิค จุดยึดอุปกรณ์ต่อพ่วงแบบ 3 จุด สำหรับพ่วงเครื่องมือกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ย ในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรม

5. ทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบในอาคารปฏิบัติการทางวิศวกรรม เช่น ทดสอบระบบขับเคลื่อน ทดสอบระบบบังคับเลี้ยว ทดสอบจุดศูนย์ถ่วงของตัวรถ และแก้ไขปรับปรุงเครื่องต้นแบบเบื้องต้น

6. ทดสอบการทำงาน การกำจัดวัชพืชในแปลงมันสำปะหลังของเกษตรกรและแก้ไขปรับปรุงเครื่องต้นแบบ

กรมวิชาการเกษตร

7. ทดสอบความสามารถการทำงานการกำจัดวัชพืชในแปลงมันสำหลัง ประสิทธิภาพการทำงาน อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ตามมาตรฐานทดสอบเครื่องจักรกลเกษตร (RNAM Test Codes & Procedures for Farm Machinery)

8. สรุปผลการทดสอบและเขียนรายงาน

ส่วนที่ 2 วิจัยและพัฒนาระบบควบคุมอัตราการหยอดปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับไร่มันสำปะหลัง

- สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. ต้นแบบรถยกสูงที่ได้จากการกิจกรรมที่ 1
2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์
3. คอมพิวเตอร์สำปรับเขียนโปรแกรม Arduino IDE
4. ปุ๋ยเคมี สูตร 21-0-0, 46-0-0, 18-46-0, 16-20-0, 16-16-8, 0-0-60
5. วัสดุเหล็กและสแตนเลส
6. ไมโครคแนโทรลเลอร์และแผงวงจรขับมอเตอร์กระแสตรง
7. เอ็นโค้ดเดอร์

- วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. การวิจัยและพัฒนาระบบควบคุมอัตราการหยอดปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับไร่มันสำปะหลัง

1. ศึกษาข้อมูลการพร้อมใส่ปุ๋ยในไร่มันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดิน

2. ออกแบบขนาดของเกลียวลำเลียง สำหรับใช้ในการกำหนดอัตราการหยอดปุ๋ยของแม่ปุ๋ยแต่ละสูตร แล้วดำเนินการสร้างต้นแบบถังปุ๋ยและเกลียวลำเลียงพร้อมทั้งทดสอบหาความสัมพันธ์ของความเร็วรอบของเกลียวลำเลียงและอัตราการหยอดปุ๋ยแต่ละชนิด

3. ทดสอบหาแรงบิด ของเพลาชุดลูกหยอดเมล็ดพืชและเพลาหยอดปุ๋ย เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบขนาดของมอเตอร์กระแสตรงที่ใช้ขับเพลาหยอดปุ๋ย ด้วยวิธีการสร้างแขนทดสอบแรงบิดยาวข้างละ 1 เมตรจากจุดศูนย์กลางเพลา แล้วใส่ปุ๋ยลงไปในแต่ละถังจากนั้นใช้ตราชั่งแบบสปริงวัดแรงดึงเพื่อนำมาคำนวณเป็นแรงบิดที่ต้องใช้ขับเพลาหยอดปุ๋ย โดยจะได้แรงบิดที่วัดค่าได้มากที่สุดไปคำนวณเลือกขนาดของมอเตอร์

5. ออกแบบระบบควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์เพื่อที่จะนำไปออกแบบระบบควบคุมอัตราการหยอดเมล็ดพืชและหยอดปุ๋ยแบบอัตโนมัติ

6. ประกอบชุดถังหยอดปุ๋ยเข้ากับระบบควบคุมอัตโนมัติ แล้วทดสอบและเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับความเร็วรอบของชุดหยอดปุ๋ยเพื่อนำมาวิเคราะห์สมการควบคุมอัตราการหยอดให้มีความแม่นยำ โดยการทดสอบหาความเร็วรอบของชุดเพลาหยอดเพื่อให้ได้ความเร็วรอบที่เหมาะสมสำหรับอัตราการหยอดปุ๋ยเคมีแต่ละสูตร

กรมวิชาการเกษตร

7. ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับพ่วงรถยกสูง โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ความเร็วรอบของลูกหยอดเมล็ดและปุ๋ย กำลัง (Power) ของมอเตอร์ขับเพลาหยอดปุ๋ยแต่ละชนิด ออกแบบโครงสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพืชและหยอดปุ๋ย

8. ทดสอบเครื่องต้นแบบในอาคารปฏิบัติการ โดยทดสอบอัตราการหยอดปุ๋ยแต่ละชนิด และวิเคราะห์ผลการทดสอบ

9. แก้ไขและปรับปรุงเครื่องต้นแบบเบื้องต้นในอาคารปฏิบติการทางวิศวกรรม และบันทึกผลการทดสอบ

10. ทดสอบอัตราการหยอดปุ๋ยในแปลงมันสำปะหลังของเกษตรกรพร้อมกับบันทึกผลการทดสอบ ซึ่งทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบเครื่องจักรเกษตร (RNAM)

11. สรุปผลการทดสอบและวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

12. สรุปผล และจัดทำรายงานเผยแพร่ผลงานวิจัยให้กับผู้ที่สนใจ

3. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

✓ ไม่มี ❑ มี ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่..... (โปรดแสดงหลักฐานในภาคผนวก)

❑ เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

❑ เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง.....

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 3 ผลการศึกษา

3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

สรุปผลการดำเนินงานที่ทำได้จริง โดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการ (สรุปภาพรวมของโครงการ)

โครงการย่อยที่ 1 หุ่นยนต์อัตโนมัติกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยมันสำปะหลัง

ในปีที่ 1 ได้ออกแบบ และสร้างในโรงปฏิบัติการทางวิศวกรรม ณ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ โดยได้ต้นแบบเบื้องต้น แล้วนำไปทดสอบภาคสนามเบื้องต้น ในแปลงเกษตรกร ตำบลกลอนโด อำเภอด่านมะขามเตี้ย จังหวัดกาญจนบุรี มีมิติโดยรวม (กxยxส) 70x140x70 ซม. น้ำหนัก 140 กก. ใช้เครื่องยนต์ต้นกำลัง 6.5 แรงม้า ขณะทำงานในแปลงมีความเร็วเคลื่อนที่ 3-4 กม./ชม. ความสามารถในการทำงาน 1 ไร่/ชั่วโมง และดำเนินการปรับปรุงนำไปทดสอบในปีที่ 2

โครงการย่อยที่ 2 เรือขับเคลื่อนอัตโนมัติสำหรับให้น้ำและพ่นสารในร่องด้วยระบบนำร่องด้วยดาวเทียม GNSS

ในปีที่ 1 ได้ต้นแบบเรือให้น้ำและพ่นสารในร่องด้วยระบบนำร่องด้วยดาวเทียม โดยการออกแบบเลือกใช้เรือที่ทำจากสแตนเลส ขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 3.6 เมตร ในการสร้างต้นแบบ ออกแบบ และ สร้างอุปกรณ์เดินหน้า และ ถอยหลัง ออกแบบหางเสือบังคับเลี้ยงซ้ายขวา ระบบขับเคลื่อนเรือแบบบังคับด้วยมือ ติดตั้ง อุปกรณ์ตัวกำเนิดพลังงาน โดยใช้เครื่องปั่นไฟสร้างระบบไฟต้นกำลัง เพื่อที่จะติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ แล้วนำเรือลงทดสอบวิ่งโดยบังคับด้วยมือในน้ำ เพื่อดูความเป็นไปได้ในการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการขับเคลื่อนอัตโนมัติ หลังจากทำงานได้แล้ว เตรียมติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมเรืออัตโนมัติ และทดสอบในปีที่ 2

โครงการย่อยที่ 3 เครื่องวัดความเข้มข้นไนเตรท (NO3-) ในดินชนิดพกพา ฯ

ในปีที่ 1 ได้เครื่องต้นแบบที่ทำงานได้อย่างอัตโนมัติตามที่ออกแบบ โดยมีขั้นตอนการทำงานคือหลังจากใส่ตัวอย่างดินที่ต้องการวัดลงในถ้วยสกัด ระบบจะสั่งให้ปั๊มน้ำเติมน้ำลงไปในถ้วยปริมาณ จากนั้นใบพัดในถ้วยสกัดจะทำงานเพื่อคนสกัดไนเตรทในดินออกมาอยู่ในสารละลาย เมื่อสกัดเสร็จดิน ปั๊มดูดจะดูดสารละลายด้านบนผ่านแผ่นกรองและส่งสารละลายไปยังห้องวัดค่าที่มี Nitrate ISEs ติดตั้งอยู่เพื่อวัดค่าและเมื่อค่าที่วัดได้คงที่ ทำการบันทึกค่าที่วัดได้ และเข้าสู่ขั้นตอนทำความสะอาดระบบ ผลทดสอบเบื้องต้นเพื่อประเมินความสามารถในการวัดซ้ำ ระหว่างการทดสอบซ้ำภายใต้เงื่อนไขเดียวกันและในช่วงเวลาที่กำหนด โดยใช้ 3 ตัวอย่างทดสอบตัวอย่างละ 5 ซ้ำ พบว่ามีค่า Repeatability เท่ากับ 5.81 mV และดำเนินการปรับปรุงเพิ่มเพื่อนำไปทดสอบในปีที่ 2

โครงการย่อยที่ 4 รถยกสูงกำจัดวัชพืชและหยอดปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบอัตโนมัติสำหรับไร่มันสำปะหลัง

ในปีที่1 ได้รถแทรกเตอร์ยกสูงขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวสำหรับพ่วงอุปกรณ์ใส่ปุ๋ยและกำจัดวัชพืชในไร่มันสำปะหลัง ออกแบบให้สามารถเข้าไปทำรุ่นมันสำปะหลังในช่วงอายุ 1-3 เดือน โดยมีระยะห่างล้อ (Track width) 1.3-1.4 เมตร และความสูงใต้ท้องรถ (ground clearance) 0.8 เมตร ใช้เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวขนาด 15 แรงม้า เป็นเครื่องยนต์ต้นกำลัง จากผลการทดสอบในแปลงมันสำปะหลังพบว่า มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 3.95 ไร่/ชั่วโมง อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 0.35 ลิตร/ไร่ และมีประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ 65.83 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาตร์ พบว่า มีจุดคุ้มทุน (Break-even Point, BEP) เท่ากับ 765.3 ไร่/ปี โดยต้องใช้งานอย่างน้อยเป็นระยะเวลา 8 ปี

กรมวิชาการเกษตร

3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output)

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)**	เชิงคุณภาพ
1. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ (Prototype) ระดับห้องปฏิบัติการ	2	ต้นแบบ	1.ระบบนำร่องการเคลื่อนที่ในแปลงมันสำปะหลัง ระดับห้องปฏิบัติการ 2. เครื่องวัดไนเตรทระดับห้องปฏิบัติการ	2	ต้นแบบ	1. ประกอบด้วย RC Remote Control +RGB camera/Ultrasonic Sensor/Lidar Sensor+ GPS +Pixhawk PX4 2.4.8 Controller Board+ โปรแกรม Mission Planner + โปรแกรมภาษา C (ภาคผนวก 2) 2.ประกอบด้วยเซนเซอร์วัดความต้านทานไฟฟ้าของดินตัวอย่างแล้วส่งให้ไมโครคอลโทรเลอร์ประมวนผลเพื่อแสดงเป็นตัวเลขหรือเชิงประมาณของธาตุอาหาร (https://youtu.be/j2HTCTpVLvs)	
2. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ (Prototype) ระดับภาคสนาม	1	ต้นแบบ	-ต้นแบบรถแทรกเตอร์ยกสูงสำหรับพ่วงอุปกรณ์กำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยในไร่มันสำปะหลัง	1	ต้นแบบ	ต้นแบบรถแทรกเตอร์ยกสูงสำหรับพ่วงอุปกรณ์กำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยในไร่มันสำปะหลัง (https://youtu.be/6J7g2246dOk)	

*** ใส่ผลผลิตที่ได้ตามคำรับรอง**

**** หลักฐานเชิงประจักษ์ของผลผลิตให้แสดงรายละเอียดในภาคผนวก และแนบไฟล์ เรียงตามลำดับผลผลิต**

3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome) (ถ้ามี)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์

*ผลลัพธ์ : ผลสำเร็จที่เกิดจากการนำผลผลิต (Output)ไปต่อยอด การเปลี่ยนรูปของผลผลิตไปสู่รูปแบบที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง หรือการเคลื่อนผลผลิตไปสู่กิจกรรมที่ต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (Change) ที่ปรากฏชัด และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
ด้านเศรษฐกิจ :	
ด้านสังคม :	
ด้านสิ่งแวดล้อม :	

กรมวิชาการเกษตร

* ผลกระทบ : ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงตามผลลัพธ์ (Results of the change) ซึ่งวัดได้อย่างชัดเจนและมีหลักฐานปรากฏชัด (Evidence-based) ทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ทั้งที่วัดในเชิงปริมาณได้และไม่ได้ ผลกระทบอาจเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ

3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการ/กระบวนการผลักดันงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ (โปรดแนบหลักฐานเชิงประจักษ์การนำผลงานไปใช้ประโยชน์ โดยชี้แจงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก และแนบไฟล์หลักฐาน)

.....

.....

ด้านนโยบาย โดยใคร.....(ระบุใครเป็นผู้นำไปใช้).....

อย่างไร..... (ระบุผลที่เกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลอย่างไร).....

ด้านสังคม โดยใคร.....(ระบุใครเป็นผู้นำไปใช้).....

อย่างไร (ระบุผลที่เกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลอย่างไร).....

ด้านเศรษฐกิจ โดยใคร.....(ระบุใครเป็นผู้นำไปใช้).....

อย่างไร..... (ระบุผลที่เกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลอย่างไร).....

ด้านวิชาการ โดยใคร.....(ระบุใครเป็นผู้นำไปใช้).....

อย่างไร..... (ระบุผลที่เกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลอย่างไร).....

*** คำจำกัดความการนำใช้ประโยชน์ในแต่ละด้าน**

1. **ด้านนโยบายและสาธารณะ** การนำความรู้จากงานวิจัยไปใช้ในกระบวนการกำหนดนโยบาย อาจเป็นนโยบายระดับประเทศ ระดับภูมิภาค ระดับจังหวัด ระดับท้องถิ่นการใช้ประโยชน์ด้านนโยบายจะรวมทั้งการนำองค์ความรู้ไปสังเคราะห์เป็นนโยบายหรือทางเลือกเชิงนโยบาย (Policy options) แล้วนำนโยบายนั้นไปสู่ผู้ใช้ประโยชน์ในวงกว้างเพื่อประโยชน์ของสังคม และประชาชนทั่วไป เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชน สร้างสังคมคุณภาพ และส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
2. **ด้านพาณิชย์/เศรษฐกิจ** เป็นผลงานวิจัยที่เน้นสร้างนวัตกรรม เทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือการพัฒนาจากสิ่งที่มีอยู่เดิม โดยเป็นการนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเชิงพาณิชย์หรือลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ หรือนำไปสู่การพัฒนารูปแบบธุรกิจใหม่ โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตและบริการ

กรมวิชาการเกษตร

3. ด้านสังคมและชุมชน การนำกระบวนการ วิธีการ องค์ความรู้ การเปลี่ยนแปลงการเสริมพลัง อันเป็นผลกระทบ ที่เกิดจากการวิจัยและพัฒนาชุมชน ท้องถิ่นพื้นที่ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์การขยายผลต่อชุมชน ท้องถิ่น หรือรวมถึงสังคมอื่น

4. ด้านวิชาการ เป็นผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ การนำองค์ความรู้จากผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ผลงานตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ ระดับชาติหนังสือ ตำรา บทเรียน ไปเป็นประโยชน์ด้านวิชาการ การเรียนรู้ การเรียนการสอนในวงนักวิชาการและผู้สนใจด้านวิชาการ รวมถึงการนำผลงานวิจัยไปวิจัยต่อยอดสื่อสาธารณะ การเผยแพร่ความรู้จากผลงานวิจัยที่ได้ต่อสาธารณะ ผ่านทางหนังสือพิมพ์ / วารสาร / โทรทัศน์ / วิทยุ / คู่มือ / แผ่นพับ การฝึกอบรม และสื่อสังคมออนไลน์ต่าง ๆ เป็นต้น

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

โครงการวิจัยย่อยที่ 1

สรุปผล สรุปผลในภาพรวม

ในปีที่ 1 ได้ออกแบบ และสร้างในโรงปฏิบัติการทางวิศวกรรม ณ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ โดยได้ต้นแบบเบื้องต้น (ภาพที่ 1) แล้วนำ หลังจากนำไปทดสอบภาคสนามเบื้องต้น ในแปลงเกษตรกร ตำบลกลอนโด อำเภอด่านมะขามเตี้ย จังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 1 ซ้าย: แสดงภาพรวมของหุ่นยนต์ ขวา: ทดสอบการเคลื่อนที่ในร่องมัน

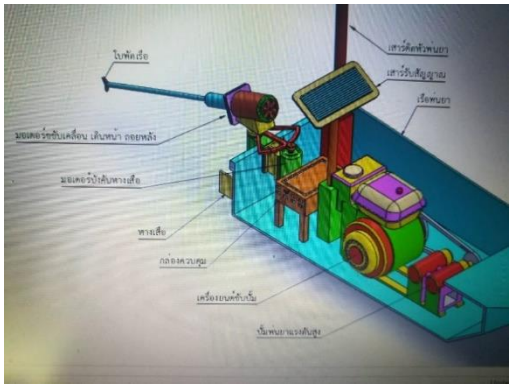
ภาพที่ 2 ซ้าย: แสดงผานจานที่ใช้กำจัดวัชพืช ขวา: ทดสอบในแปลงเกษตกร

อภิปรายผล (อภิปรายผลในภาพรวม)

ต้นแบบเบื้องต้นมีคุณลักษณะดังนี้ สามารถเข้าไปทำรุ่นมันสำปะหลังในช่วงอายุ 1-3 เดือน โดยไม่จำกัดระยะห่างระหว่างแถวต้นมัน เนื่องจากมีความกว้างเพียง 70 ซม. มิติโดยรวม (กxยxส) 70x140x70 ซม. น้ำหนัก 140 กก. ใช้เครื่องยนต์ต้นกำลัง 6.5 แรงม้า ขณะทำงานในแปลงมีความเร็วเคลื่อนที่ 3-4 กม./ชม. ความสามารถในการทำงาน 1 ไร่/ชั่วโมง หรือ 8+ ไร่/วันสามารถควบคุม การทำงาน 3 รูปแบบ คือ ควบคุมด้วยคน ควบคุมด้วยรีโมท และทำงานด้วยตัวเองแบบอัตโนมัติ หลังจากนำไปทดสอบภาคสนาม ในไร่มันสำปะหลังของแปลงเกษตรกรที่มีระยะห่างระหว่างร่อง 1.2 เมตร (ภาพที่ 2) และเก็บข้อมูลในส่วนต่างๆ เพื่อนำปรับปรุง สมรรถนะการทำงานของระบบกำจัดวัชพืช ระบบกลบปุ๋ย และระบบนำร่องอัตโนมัติให้มีความแม่นยำ ในปีที่ 2 ต่อไป

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 วิจัยเรือขับเคลื่อนอัตโนมัติสำหรับให้น้ำและพ่นสารในร่องด้วยระบบนำร่องด้วยดาวเทียม

สรุปผล ในปีที่ 1 ได้เร่งสร้างต้นแบบเรือให้น้ำและพ่นสารในร่องด้วยระบบนำร่องด้วยดาวเทียม โดยการออกแบบเลือกใช้เรือที่ทำจากสแตนเลส ขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 3.6 เมตร ในการสร้างต้นแบบ ออกแบบ และสร้างอุปกรณ์เดินหน้า และ ถอยหลัง ออกแบบหางเสือบังคับเลี้ยงซ้ายขวา ระบบขับเคลื่อนเรือแบบบังคับด้วยมือติดตั้ง อุปกรณ์ตัวกำเนิดพลังงาน โดยใช้เครื่องปั่นไฟสร้างระบบไฟต้นกำลัง เพื่อที่จะติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ (ภาพที่ 3 และ 4) แล้วนำเรือลงทดสอบวิ่งโดยบังคับด้วยมือในน้ำ เพื่อดูความเป็นไปได้ในการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการขับเคลื่อนอัตโนมัติ หลังจากทำงานได้แล้ว เตรียมติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมเรืออัตโนมัติและทดสอบในปีที่ 2



ภาพที่ 3 ตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ บนเรือ

ภาพที่ 4 ติดตั้งอุปกรณ์บนเรือ

อภิปรายผล หลังจากทดสอบหาสมดุลของอุปกรณ์ควบคุมกลไกของระบบเรือในน้ำแล้วอยู่ในระหว่างการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติบนเรือ (ภาพที่ 5 และ 6) หลังจากนั่นประมาณปลายเดือน กุมภาพันธ์ จะทำการทดสอบอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติในการพ่นสารในแปลงเกษตรกร เพื่อหาความสามารถในการทำงาน อัตราการพ่นสารในแปลง ประสิทธิภาพการทำงานในแปลงต่อไป

ภาพที่ 5 ทดสอบสมดุลของการวางตำแหน่งอุปกรณ์

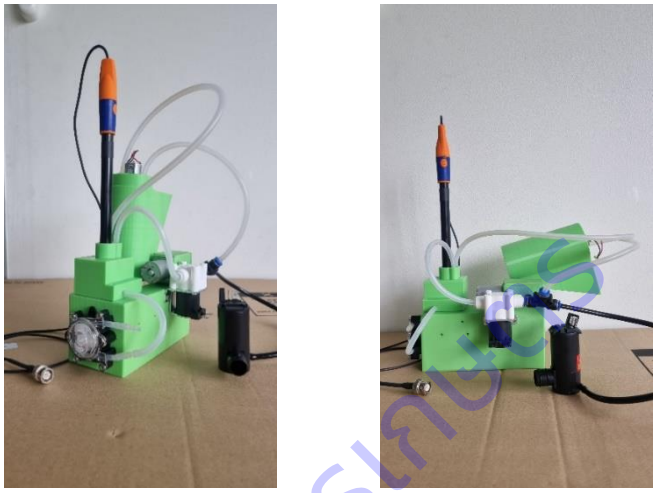
ภาพที่ 6 ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมบนเรือ

กรมวิชาการเกษตร

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 โครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องวัดไนเตรทในดินชนิดพกพาด้วย Ion Selective Electrodes แบบอัตโนมัติสำหรับระบบการทำแผนที่ความเข้มข้นไนเตรทของแปลงเกษตร

สรุปผล (สรุปผลในภาพรวม)

ในปีที่ 1 ได้ดำเนินการออกแบบด้วยโปรแกรมออกแบบ 3D (Solid Work) และสร้างชิ้นส่วนเครื่องต้นแบบด้วยการใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ซึ่งส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่ โครงหลัก ถ้วยสกัดสารละลายและห้องวัดค่า แสดงใน (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 เครื่องวัดไนเตรทต้นแบบ

ในปีที่ 1 ได้เครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติตามที่ออกแบบไว้ โดยมีขั้นตอนการทำงานคือ หลังจากใส่ตัวอย่างดินที่ต้องการวัด (10 กรัม) ลงในถ้วยสกัดแล้ว ระบบจะสั่งให้ปั๊มน้ำเติมน้ำลงไปในถ้วยปริมาณ 100 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1:10) จากนั้นใบพัดในถ้วยสกัดจะทำงาน (30 วินาที) เพื่อคนสกัดไนเตรทในดินออกมาอยู่ในสารละลาย เมื่อสกัดเสร็จดินบางส่วนจะตกตะกอน ปั๊มดูดจะดูดสารละลายด้านบนผ่านแผ่นกรองและส่งสารละลายไปยังห้องวัดค่าที่มี Nitrate ISEs (Sentek Ltd., UK) ติดตั้งอยู่เพื่อวัดค่าและเมื่อค่าที่วัดได้คงที่ (ระยะเวลาวัดประมาณ 30 วินาที) ทำการบันทึกค่าที่วัดได้

จากนั้นในขั้นตอนทำความสะอาดระบบ ถ้วยสกัดสารจะถูกเอียงเพื่อเทสารละลายในถ้วยออกพร้อมกับปั๊มน้ำทำงานฉีดน้ำทำความสะอาดถ้วยสกัด ซึ่งน้ำที่ส่งมาจากปั๊มส่วนหนึ่งจะถูกแบ่งไปทำความสะอาดที่ห้องวัดค่าด้วยผ่านโซลินอยล์วาล์ว ในเวลาเดียวกันปั๊มดูดจะทำงานเพื่อดูดน้ำล้างออกจากห้องวัดค่าจนหมด

ได้ทดสอบเบื้องต้นเพื่อประเมินความสามารถในการทำซ้ำของเครื่องต้นแบบ ซึ่งหมายถึงความเบี่ยงเบนทอาจเกิดขึ้นได้ เนื่องจากเครื่องมือวัดที่ใช้ในระหว่างการทดสอบ ดังนั้นความถูกต้องของเครื่องจะถูกประเมินเมื่อการทดสอบซ้ำภายใต้เงื่อนไขเดียวกันและในช่วงเวลาที่กำหนด โดยใช้ตัวอย่างดิน 3 ตัวอย่าง และทดสอบตัวอย่างละ 5 ซ้ำ พบว่ามีค่า Repeatability (Multiple samples) เท่ากับ 5.81 mV

กรมวิชาการเกษตร

อภิปรายผล (อภิปรายผลในภาพรวม)

จากผลการทดสอบเบื้องต้น พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ และสามารถวัดค่าได้ค่อนข้างแม่นยำ จากค่า Repeatability (Multiple samples) อย่างไรก็ตาม ในการพัฒนาต่อเพื่อให้เครื่องสามารถนำไปใช้ในภาคสนามต้องพัฒนาระบบพิกัดดาวเทียม เพื่อให้สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างเป็นแผนที่ดินตามวัตถุประสงค์หลัก รวมถึงการทดสอบความแข็งแรง คงทนต่อไป ในปีที่ 2

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 วิจัยและพัฒนารถยกสูงกำจัดวัชพืชและหยอดปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบอัตโนมัติสำหรับไร่มันสำปะหลัง

สรุปผล (สรุปผลในภาพรวม)

ในปีที่1 ได้รถแทรกเตอร์ยกสูงขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวสำหรับพ่วงอุปกรณ์ใส่ปุ๋ยและกำจัดวัชพืชในไร่มันสำปะหลัง ออกแบบให้สามารถเข้าไปทำรุ่นมันสำปะหลังในช่วงอายุ 1-3 เดือน โดยมีระยะห่างล้อ (Track width) 1.3-1.4 เมตร และความสูงใต้ท้องรถ (ground clearance) 0.8 เมตร ใช้เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวขนาด 15 แรงม้า เป็นเครื่องยนต์ต้นกำลัง (ภาพที่ 8) จากผลการทดสอบในแปลงมันสำปะหลังพบว่า มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 3.95 ไร่/ชั่วโมง อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 0.35 ลิตร/ไร่ และมีประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ 65.83 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 9) และจากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาตร์พบว่า มีจุดคุ้มทุน (Break-even Point, BEP) เท่ากับ 765.3 ไร่/ปี โดยต้องใช้งานอย่างน้อยเป็นระยะเวลา 8 ปี

ภาพที่ 8 ต้นแบบรถแทรกเตอร์ยกสูง

ภาพที่ 9 การทดสอบในแปลงมันสำปะหลัง

Scan Me

ภาพที่ 10 QR coder วิดีโอแสดงการทดสอบภาคสนาม

อภิปรายผล (อภิปรายผลในภาพรวม)

การทดสอบความสามารถการทำงานของต้นแบบรถแทรกเตอร์ยกสูงขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวสำหรับการกำจัดวัชพืชในไร่มันสำปะหลัง ได้ทำการทดสอบในแปลงมันสำปะหลังของศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี ซึ่งมีระยะห่างระหว่างร่องเท่ากับ 1.3 เมตร และมันสำปะหลังมีอายุ 2 เดือน โดยมีความสูงตั้งแต่ท้องร่องถึงยอดมันสำปะหลังตั้งแต่ 0.5-0.8 เมตร ซึ่งในแปลงสำปะหลังมีความชื้นในดินเฉลี่ย 4.37 %db. และความแข็งของดินที่วัดได้จากแรงกดมีค่าอยู่ในช่วง 45-50 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ผลการทดสอบพบว่า ความสารถในการทำงานของต้นแบบรถแทรกเตอร์ยกสูงเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 ไร่/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 65.83 % และมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 0.35 ลิตร/ไร่ ซึ่งจากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ต้นแบบรถแทรกเตอร์ยกสูงขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวสำหรับการกำจัดวัชพืชในไร่มันสำปะหลังมีอัตราการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับเครื่องมือกำจัดวัชพืชพร้อมยกร่องกลบปุ๋ยแบบพ่วงรถไถเดินตามที่มีอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 0.33 ลิตร/ไร่ (วุฒิพลและคณะ, 2558) และเมื่อเทียบกับการใช้รถแทรกเตอร์ขนาด 50 แรงม้า พ่วงเครื่องมือกำจัดวัชพืชที่มีอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากถึง 1.5 ลิตร (ประสาทและคณะ, 2558) เครื่องต้นแบบนี้จึงสามารถประหยัดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงได้มากกว่ารถแทรกเตอร์ 50 แรงม้า มากถึง 75 % หรือสามารถลดต้นทุนได้มากถึง 42.5 บาท/ไร่ (น้ำมันดีเซลราคาลิตรละ 34.94 บาท) แต่อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ของต้นแบบยังมีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากการขยายฐานล้อให้ยาวขึ้นทำให้รัศมีวงเลี้ยวกว้างขึ้น จึงทำให้เสียเวลาในการกลับรถบริเวณหัวแปลงและท้ายแปลง ซึ่งคณะผู้วิจัยจะดำเนินการพัฒนาระบบบังคับเลี้ยวเพื่อให้รัศมีวงเลี้ยวลดลงต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

ข้อเสนอแนะต่อผู้เกี่ยวข้องสำหรับการดำเนินงานในระยะต่อไป

-ไม่มี-.....

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

งบประมาณที่เบิกจ่ายล่าช้าและถูกปรับลดลงทำให้การสร้างเครื่องต้นแบบ และการทดสอบมีความล่าช้า

เอกสารอ้างอิง

การกำจัดวัชพืชโดยแรงานคน. สืบค้นจาก:http://www.uppices.comimages/ [1 กุมภาพันธ์ 2563].

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. การจัดการดินเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง และรักษาผลผลิตแบบยั่งยืน.
สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
สืบค้นจาก: http://www.ldd.go.th/menu_dataonline/G2/G2_07.pdf [1 กุมภาพันธ์ 2563].

กรมควบคุมโรค. 2562. สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในเกษตรกร.
สืบค้นจาก: https://ddc.moph.go.th/th/site/newsview/3594 [1 กุมภาพันธ์ 2563]

จำลอง เจียมจำนรรจา. 2531. ระยะเวลาที่เหมาะสมในการกำจัดวัชพืชในไร่มันสำปะหลัง.
วิทยาสารเกษตรศาสตร์ 22(3) : 185-188.

จำลอง เจียมจำนรรจา ปิยวุฒิ พูลสงวน สมยศ พุทธเจริญ เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์ และวิทยา แสงสิงแก้ว.
2537. ระยะเวลาในการควบคุมวัชพืชในมันสำปะหลัง. วารสารวัชพืช 2(3) : 144-147.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2532. มันสำปะหลัง การปลูก อุตสาหกรรมแปรรูปและการใช้ประโยชน์.
ภาควิชาไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.439 หน้า.

ชิต เหล่าวัฒนา.2545.หุ่นยนต์ช่วยรักษาความปลอดภัย. วารสารวิจัยและพัฒนา.มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.

โชคชัย วนภู สิริมา พิณเพียงจันทร์. 2558. การควบคุมการสูญเสียปุ๋ยยูเรียโดยการเคลือบสาร
ไบโอพอลิเมตอร์.สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.สืบค้นจาก: http:/sutir.sut.ac. [4 กุมภาพันธ์ 2563]

ไทยศิริ และ มงคล. 2560. หุ่นยนต์อัตโนมัติกำจัดวัชพืชในนาข้าว.
สืบค้นจาก: https://www.kasetkaoklai.com/home/2017/[6 มีนาคม 2563]

นิค จำนง. 2555. การวัดระยะทางแบบสามมิติด้วยภาพในการนำร่องแบบทันการสำหรับระบบ
อากาศยานไร้คนขับประเภทขึ้นลงแนวดิ่ง.วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต.
สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์.คณะวิศวกรรมศาสตร์.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
สืบค้นจาก: https://www.dpu.ac.th. [9 กุมภาพันธ์ 2563]

บัญชา ปะสีละเตสัง. 2562. การเขียนโปรแกรมด้วย Python. ซีเอดยูเคชั่น. กรุงเทพฯ

กรมวิชาการเกษตร

ปัญญา เหล่าอนันต์ธนา. 2562. 3D Robot Farmer
สืบค้นจาก: https://www.technologychaoban.com/bullet-news.
today/article_101902 [6 มีนาคม 2563]
ปรเมศวร์ สุวรรณวงศ์ และ พฤทธิกร สมิตไมตรี.ระบบระบุตำแหน่งและควบคุมเสถียรภาพของ
หุ่นยนต์บังคับใต้น้ำแบบสื่องศาอิสระ.วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่29
ฉบับที่ 4 ต.ค.-ธ.ค. 2562. สืบค้นจาก: https://www.kmitnb.ac.th. [20 กุมภาพันธ์ 2563]
พีรเดช เปรมใจ. 2560. การออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์หลายแพลตฟอร์ม:ระบบฮาร์ดแวร์การควบคุม
และแสดงตำแหน่ง.วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม.
วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.
มูลนิธิชีววิถี. ดัดแปลงจาก Roy Bateman (2008) Environmental Impact of Pesticides
สืบค้นจาก: http://www.biothai.net/ Wikipedia.org [1 กุมภาพันธ์ 2563].
วุฒิพล และคณะ.2558. วิจัยและพัฒนาเครื่องมือกำจัดวัชพืชพร้อมยกร่องกลบปุ๋ยในร่อง
มันสำปะหลัง แบบติดรถไถเดินตาม. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.
สืบค้นจาก: http:/doa.go.th/research/ [9 กุมภาพันธ์ 2563].
วิชัย และคณะ. 2561. วิจัยรถยกสูงขับเคลื่อนด้วยตัวเองสำหรับกำจัดวัชพืช และใส่ปุ๋ยมันสำปะหลัง.
สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.
สืบค้นจาก: http://doa.go.th/research/showthread.php?tid=2669 [9 กุมภาพันธ์ 2563].
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร:2562. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2562/63.
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สืบค้นจาก: http://www.oae.go.th [1 กุมภาพันธ์ 2563].
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร:2560. เจาะทิศทางแรงงานเกษตร พัฒนาทักษะฝีมือแรงงาน.
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สืบค้นจาก: http://www.oae.go.th [1 กุมภาพันธ์ 2563].
สถาบันวิจัยเศรษฐกิจป๋วย อึ๊งภากรณ์. 2562. สถานการณ์สูงวัยกับผลิตภาพและการทำเกษตรของครัวเรือน
เกษตรไทย. สืบค้นจาก: https://www.pier.or.th/ [1 กุมภาพันธ์ 2563].
สถาบันวิจัยพืชไร่และพลังงานทดแทน. 2556. ดิน น้ำ และการจัดการปลูกมันสำปะหลัง. กรมวิชาการเกษตร.
สาคร ศรีมุข. 2556. สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภาชั้น 26 อาคารสุขประพฤติ. ถนนประชาชื่น กรุงเทพฯ.
สืบค้นจาก: http://library.senate.go.th/document/Ext6409/ [4 กุมภาพันธ์ 2563]
สุรพงษ์ เจริญรัถ, นันทวรรณ สโรบล, กุลศิริ กลั่นนุรักษ์, อาภาณี โภคประเสริฐ, เสาวรี ตังสกุล,
จรุงสิทธิ์ ลิ่มศิลา และอุดม เลียบวัน. 2550. กิจกรรมการศึกษาโอกาสและข้อจำกัดของการผลิตพืชไร่
เศรษฐกิจสำคัญงานทดลองประเมินความคุ้มค่าการลงทุนและสภาวะความเสี่ยงของเกษตรกรจาก
ความแปรปรวนด้านการผลิตและราคาของผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อย, น.135-139.

กรมวิชาการเกษตร

สุวัฒน์ กุลธนปรีดา. 2552. วิศวกรรมควบคุมอัตโนมัติ. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น).กรุงเทพฯ.

แสงโฉม ศิริพานิช.2556 รายงานสถานการณ์และผลต่อสุขภาพจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ปี พ.ศ.2556 รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์ 2556;44:689-92) สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.

สำนักงานเลขาผู้แทนราษฎร. 2562. สำนักวิชาการ. ญัตติด่วน การควบคุมการใช้สารเคมีในภาคเกษตรกรรม ซึ่งก่อให้ตกค้างเป็นสารพิษอันตรายแก่เกษตรกรและผู้บริโภค. อพ.5/2562. สืบค้นจาก: https://www.egov.go.th/ [2 กุมภาพันธ์ 2563]

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. 2557. http://www.thaihealth.or.th/Content/ [2 กุมภาพันธ์ 2563]

สำนักควบคุมพืชและวัสดุทางการเกษตร. 2555. รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอัตรายปี 2555. กรมวิชาการเกษตร. สืบค้นจาก: http://www.doa.go.th/ard/ [4 กุมภาพันธ์ 2563]

สำนักควบคุมพืชและวัสดุทางการเกษตร. 2562. รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอัตรายปี 2562. กรมวิชาการเกษตร. สืบค้นจาก: http://www.doa.go.th/ard/ [4 กุมภาพันธ์ 2563]

สำนักงานหลักประกันสุภาพ. 2562. รายงานผู้ป่วยสารเคมีปราบศัตรูพืช. สืบค้นจาก: https://www.nhso.go.th [1 เมษายน 2563]

ประสาท แสงพันธ์ตา, วุฒิพล จันทร์สระคู, อนุชิต ฉ่ำสิงห์, ศักดิ์ชัย อาษาวัง, สุพัตรา ชาวกงจักร, ดนัย ศารทูล พิทักษ์ และสิทธิชัย ดาศรี. 2558. วิจัยและพัฒนาเครื่องกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยในไร่มันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

วิชัย โอภานุกุล, ประสาท แสงพันธ์ตา, อานนท์ สายคำฟู, ธนพงค์ แสนจุ้ม, ดนัย ศารทูลพิทักษ์ และบาลทิตย์ ทองแดง. 2562. วิจัยและพัฒนารถยกสูงขับเคลื่อนด้วยตัวเองสำหรับกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยในไร่มันสำปะหลัง. รายการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 20 ประจำปี 2562, 87-92. ชลบุรี. : โรงแรมฮาร์ดร็อด. 14-15 มีนาคม 2562, พัทยา, ชลบุรี.

วุฒิพล จันทร์สระคู, ประสาท แสงพันธุ์ตา, อนุชิต ฉ่ำสิงห์, ศักดิ์ชัย อาษาวัง และสุพัตรา ชาวกงจักร. 2558. วิจัยและพัฒนาเครื่องมือกำจัดวัชพืชพร้อมยกร่องกลบปุ๋ยในร่องมันสำปะหลังแบบเดินตาม. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สามารถ บุญอาจ, 2557. การทดสอบแรงฉุดลากของรถไถเดินตามที่ใช้ล้อเหล็กและล้อยางสำหรับการทำงานในไร่มันสำปะหลัง. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้าปี 2562. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

Gillespie, T.D. 1994. Fundamentals of Vehicle Dynamics. 3rd Printing. United States of America.

Agricultural-robotics. Online: https://ieee-ras.org/agricultural-robotics-automation [3 March 2020]

กรมวิชาการเกษตร

Boston Dynamic. Atlas. Online: https://www.boston.dynamic.com. [1 March 2020]

Charles M. Bergen. 2003. Anatomy of a Robot. The McGraw- Hill Companies. 305 pp.

Flight Controller. Pixhawk. Flying Robot Open Source. Online: https://pixhawk.org. [7 March 2020]

Kalman, R. 1960 A New approach to linear filtering and prediction problems.
Journal of Basic Engineering. 82 p. 35-45.

The Robotics Institute Carnegie Mellon University. (CMU). USA.
Online: www.cmu.edu. [1 March 2020]

UK-Robotics and Autonomous Society. (RAS). 2018. The Future of Robotic Agriculture.
Online: www.UKRAS.org. [3 April 2020]

University of Florida USA. Online: www.AdaptiveAgroTech.com. [9 February 2020]

University of Applied Sciences Osnabrück. Online: https://www.hs-osnabrueck.de/
[3 April 2020]

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก

ให้แยกเป็นแต่ละส่วนดังนี้

1. ภาคผนวก 1 สิ่งที่แสดงประกอบเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาผลงานวิจัย
2. ภาคผนวก 2 หลักฐานเชิงประจักษ์ของผลผลิตที่ได้ จากข้อ 3.2 โดยให้เรียงข้อมูลหลักฐานตามผลผลิตที่แสดงในตาราง
3. ภาคผนวก 3 หลักฐานเชิงประจักษ์ของการนำผลงานไปใช้ประโยชน์
4. ภาคผนวก 4 หลักฐานการปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

*** การส่งรายงานให้แนบไฟล์หลักฐาน โดยตั้งชื่อเรียงลำดับมาให้ตรงกันกับรายละเอียดในภาคผนวก เพื่อสะดวกในการนำข้อมูลลงในระบบ NRIIS***

ภาคผนวก 2

1.ระบบนำร่องการเคลื่อนที่ในแปลงมันสำปะหลัง ระดับห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย RC Remote Control +RGB camera/Ultrasonic Sensor/Lidar Sensor+ GPS +Pixhawk PX4 2.4.8 Controller Board+ โปรแกรม Mission Planner + โปรแกรมภาษา C (ภาพที่ 1)

ภาพที่ 1 ระบบนำร่องการเคลื่อนที่ในแปลงมันสำปะหลัง

2. เครื่องวัดไนเตรท ระดับห้องปฏิบัติการ (ภาพที่ 2) แสดงการทำงานใน (https://youtu.be/j2HTCTpVLvs)

ภาพที่ 2 ต้นแบบเครื่องวัดไนเตรท

3. รถแทรกเตอร์ยกสูงสำหรับพ่วงอุปกรณ์กำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยในไร่มันสำปะหลัง (ภาพที่ 3) แสดงการทำงานใน (https://youtu.be/6J7g2246dOk)

ภาพที่ 3 ต้นแบบรถแทรกเตอร์ยกสูง ฯ

กรมวิชาการเกษตร