

## รายงานการทดลองสิ้นสุด

**1.แผนงานวิจัย** : วิจัยรถยกสูงขับเคลื่อนด้วยตัวเองสำหรับกำจัดวัชพืชในแปลงมันสำปะหลัง

**2.โครงการวิจัย** : วิจัยรถยกสูงขับเคลื่อนด้วยตัวเองสำหรับกำจัดวัชพืชในแปลงมันสำปะหลัง  
**กิจกรรม** : วิจัยรถยกสูงขับเคลื่อนด้วยตัวเองสำหรับกำจัดวัชพืชในแปลงมันสำปะหลัง

**3.ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย):** วิจัยรถยกสูงขับเคลื่อนด้วยตัวเองสำหรับกำจัดวัชพืชในแปลงมันสำปะหลัง  
**(ภาษาอังกฤษ):** Research on a Self-Propelled High Clearance Vehicle for Cassava Weeding

### 4. คณะผู้ดำเนินงาน

<b>หัวหน้าการทดลอง</b>	: นายวิชัย โอภาณุกุล	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
<b>ผู้ร่วมงาน</b>	: นายประสาธต แสงพันธุ์ตา	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
	: นายอานนท์ สายคำฟู	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
	: นายธนพงศ์ แสนจุ่ม	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
	: นายदनัย ศารทูนพิทักษ์	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
	: นายบาลทิพย์ ทองแดง	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

### 5.บทคัดย่อ

ในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีนโยบายเลิกใช้สารเคมี 3 ชนิด ได้แก่ พาราควอต ไกลโฟเสท และ คลอร์ไพริฟอส การเลิกใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช (ยาฆ่าหญ้า) จะส่งผลกระทบต่อชาวไร่มันสำปะหลัง เพราะต้องใช้กำจัดวัชพืช ที่เป็นสาเหตุให้ผลผลิตลดลง จนไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน หากใช้แรงงานคนกำจัด จะทำให้มีต้นทุนสูงเกินไปสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม จึงเร่งพัฒนา รถยกสูงขับเคลื่อนด้วยตัวเองสำหรับกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยมันสำปะหลัง มีรูปแบบการทำงาน เริ่มจากโรยปุ๋ยตามสูตรที่เกษตรกรกำหนดลงพื้นดิน หลังจากนั้นผลจางทำหน้าที่ไถกำจัดวัชพืชและไถดินกลบปุ๋ย มีลักษณะทางเทคนิคดังนี้ (1) เครื่องยนต์ดีเซล 24 แรงม้า (2) ขับเคลื่อน 4 ล้อ (3) ถังใส่ปุ๋ยความจุ 50 กิโลกรัม (4) ผลจางกำจัดวัชพืช 4 ใบ (5) ล้อปรับความกว้างให้เข้ากับร่องมันระยะ 80, 100, 110 และ 120 ซม. (6) ความสูงห้องรถ 120 ซม. (7) มิติ (กxยxส) 230x300x230 ซม. (8) น้ำหนัก 450 กิโลกรัม (9) ราคา 300,000 บาท

ผลทดสอบที่จังหวัดราชบุรี และนครราชสีมา ช่วยลดค่าใช้จ่ายทำร่นมันราว 30 % คิดเป็นเงินอย่างน้อย 300 บาท/ไร่ ทำงานได้ 3-4 ไร่/ชั่วโมง หรือ 30 ไร่/วัน ประสิทธิภาพกำจัดวัชพืช 80-90 % ใช้ น้ำมันดีเซล 1.3-1.5 ลิตร/ไร่ ผู้ปฏิบัติงาน 1-2 คน จุดคุ้มทุนการใช้งาน 1 ปี อาจช้าหรือเร็วขึ้นกับสภาพการใช้งาน และนำไปเผยแพร่สาธิตแก่เกษตรกรแปลงใหญ่มันสำปะหลัง จังหวัดนครราชสีมา รวม 80 ราย

## ABSTRACT

Thai government may ban using herbicides (paraquat, glyphosate and chloropyrifos) in 2018. Agricultural engineering research institute invented the self-propelled high clearance vehicle to add fertilizer and eliminate weeds in cassava farming. The vehicle was operated as follow: 1) sowing fertilizer to add nutrient, 2) plowing soil to eliminated weeds and 3) scooping soil to bury fertilizer. The specifications of vehicle were 1) frame, 2) engine power, 3) fertilizer hopper (capacity: 50 kg), 4) 4 disc harrow, 5) adjusted-wheel base (80, 100, 110, 120 cm). The dimension, ground clearance, weight and price of vehicle were 230x300x230 cm, 120 cm, and 300,000 baht, respectively.

The vehicle was tested in cassava farm in Ratchaburi and Nakhon Ratchasima province. The results showed that effective field capacity, fuel consumption, operator and efficiency of eliminating weeds were 3-4 rai/h (30 rai/day), 1.3-1.5 l/rai, 1-2 men and 80-90 %, respectively. The cost to eliminate weeds by the invented vehicle was decreased around 30% of traditional method (300 baht/rai). Furthermore, the break-even point was 1 year.

.....  
**คำสำคัญ:** คำสำคัญ: วัชพืช, ยาฆ่าหญ้า, มันสำปะหลัง

**การทดลอง:** 01-117-60-01-01-00-01-60

## 6. คำนำ

มันสำปะหลังเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจของไทย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร รายงานว่าปี 2560 ประเทศไทยผลิตมันสำปะหลังได้เป็นอันดับ 2 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย และเป็นประเทศผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังอันดับ 1 ของโลก มีมูลค่ามากกว่า 1 แสน ล้านบาท สำหรับปีเพาะปลูก 2560 มีพื้นที่ปลูกรวม 8.9 ล้านไร่ ได้ผลผลิตหัวมันสดรวมทั้งประเทศ 30.4 ล้านตัน พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 52.0 % จังหวัดปลูกมากที่สุดคือนครราชสีมา 1,514,592 ไร่ ภาคเหนือ 21.8 % ภาคตะวันออก 16.7 % ภาคตะวันตก 6.0 % ภาคกลาง 3.5 %

การผลิตมันสำปะหลังมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การปรับปรุงพันธุ์ การพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปผลผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต และการใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ แต่ในส่วนของ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลดต้นทุนการผลิต ที่เกี่ยวกับการใช้เครื่องจักรกลเกษตรยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อย มันสำปะหลังนิยมปลูกด้วยท่อนพันธุ์ และเก็บเกี่ยวที่อายุ 8-12 เดือน การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในช่วงแรกช้ามาก ใบแรกเริ่มคลี่ให้เห็นหลังจากการปลูกประมาณ 3 สัปดาห์ และสร้างพุ่มใบให้ชนกันจนคลุมพื้นที่ ใช้เวลา 3-4 เดือนหลังจากปลูก มันสำปะหลังเริ่มเอาอาหารไปเก็บที่ราก ที่เรียกว่า “การลงหัว” ประมาณเดือนครึ่งถึงสองเดือนหลังจากปลูก และหลังจาก 4 เดือนไปแล้วไม่มีการลงหัวเพิ่ม

แต่จะขยายขนาดหัวให้ใหญ่ขึ้นจนกระทั่งเก็บเกี่ยว หากมีวัชพืชรบกวนในระยะ 3-4 เดือนแรก จะทำให้การลงหัวไม่ดีทำให้จำนวนหัวต่อต้นลดลง น้ำหนักหัวไม่ดีตามไปด้วย

ขั้นตอนการปฏิบัติกำจัดวัชพืชของเกษตรกรไทย (1) ใช้มือถอน (2) จอบถาก ซึ่งทั้งสองวิธีมีต้นทุนและอัตราการทำงานต่ำ (3) ใช้แรงงานคนฉีดพ่นด้วยสารเคมีกำจัดวัชพืช (ยาฆ่าหญ้า) เป็นวิธีที่เกษตรกรนิยมเป็นอย่างมากเนื่องจากมีความรวดเร็วและต้นทุนต่ำ แต่ทำให้วัชพืชต้องยาต้องเพิ่มปริมาณการใช้จนสะสมในสิ่งแวดล้อม (4) เกษตรกรจึงใช้รถกำจัดวัชพืชขนาดเล็กหรือรถไถนาเดินตาม แต่มีข้อจำกัดที่ความกว้างของร่องมัน ทำให้ใช้งานได้เฉพาะระยะ 120 เซนติเมตร ขึ้นไปเท่านั้น และมีอัตราการทำงาน 8-10 ไร่/วัน หากมีพื้นที่ปลูกเป็นจำนวนมากจะไม่ทันเวลา (5) จึงมีการดัดแปลงรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก 20-24 แรงม้า โดยใช้ชุดเสริมล้อทำให้ท้องรถสูงประมาณ 60-80 เซนติเมตร ซึ่งยังไม่ครอบคลุมการใช้งานเพียงพอที่จะใช้กับแปลงมันอายุ 3-4 เดือน ซึ่งต้นมันมีความสูงประมาณ 80-100 เซนติเมตร ซึ่งหากท้องรถแทรกเตอร์ชนยอดต้นมันหักเสียหาย จะส่งผลให้ต้นมันชะงักการเจริญเติบโต นอกจากนี้หากเพิ่มความสูงแทรกเตอร์มากขึ้นจะส่งผลให้การปฏิบัติงานมีอันตราย เนื่องจากระยะฐานล้อที่แคบของรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก และจุดศูนย์ถ่วงของรถอยู่สูงมาก มีโอกาสที่จะเกิดการพลิกคว่ำได้ง่าย (6) จึงมีบริษัทเอกชนในจังหวัดอุดรธานี ได้ออกแบบชุดยกสูงรถแทรกเตอร์ ขนาด 65 แรงม้า เพื่อแก้ปัญหาจุดศูนย์ถ่วงเนื่องจากมีระยะฐานล้อมากกว่า แต่ด้วยขนาดล้อที่มีขนาดใหญ่ และระยะห่างระหว่างล้อของ 160 เซนติเมตร ทำให้เกิดข้อจำกัดในการใช้งานอย่างมาก กล่าวคือ เกษตรกรที่ประสงค์จะใช้จอบรถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ยกสูงนี้ ต้องปลูกมันสำปะหลังให้มีระยะห่างระหว่างแถวแคบกว่า 70 เซนติเมตร (รถแทรกเตอร์วิ่งคร่อมครั้งละ 2 แถว) หรือ ปลูกให้มีระยะห่างระหว่างแถวตั้งแต่ 140 เซนติเมตรขึ้นไป (รถแทรกเตอร์วิ่งคร่อมครั้งละ 1 แถว) แต่เนื่องจากระยะร่องปลูกที่เหมาะสม คือ 80-120 เซนติเมตร ดังนั้นการใช้งานจึงไม่เหมาะสม ด้วยข้อจำกัดต่างๆ ทำให้วิธีกำจัดวัชพืชแบบทางกลถูกจำกัดในวงแคบ

ในปี 2561 ประเทศไทยมีนโยบายเลิกใช้สารเคมี 3 ชนิด ได้แก่ พาราควอต โกลโฟสเฟต และคลอร์ไพริฟอส การเลิกใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช (ยาฆ่าหญ้า) จะส่งผลกระทบต่อชาวไร่มันสำปะหลังโดยตรง เพราะต้องใช้กำจัดวัชพืช ที่เป็นสาเหตุให้ผลผลิตลดลง จนไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน หากใช้แรงงานคนกำจัดจะทำให้มีต้นทุนสูงเกินไป และวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติในการทำนุ่น หรือการกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ย ใช้วิธีฉีดยาฆ่าหญ้าและหยอดปุ๋ยบนผิวดิน จะทำให้ปุ๋ยมีการสูญเสียระเหยไปในอากาศ (โชคชัย:2558) และหากใช้จอบถากดินกลบด้วยแรงงานคนก็ได้ยากเพราะถ้ามีพื้นที่ปลูกมากจะทำให้ต้นทุนการทำนุ่นเพิ่มขึ้นอีก

จากปัญหาที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยเห็นควรมีการวิจัยและพัฒนารถยกสูงแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเองเหมาะสมกับการทำงานในแปลงปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทย มีส่วนประกอบไม่ซับซ้อนที่ผู้หรือผู้ประกอบการเครื่องจักรกลเกษตรขนาดเล็กผลิตได้ สำหรับใช้กำจัดวัชพืชมันสำปะหลังแบบทางกล และมีสมรรถนะโดยรวมสูงกว่าเครื่องมืออยู่ปัจจุบัน สามารถเข้าทำงานในแปลงมันที่มีอายุปลูก 1-4 เดือนรวมทั้งใส่ปุ๋ยและกำจัดวัชพืชพร้อมกัน เพื่อลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลัง และแก้ปัญหาการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วิจัยรดยกสูงแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง สำหรับกำจัดวัชพืชแบบทางกลและใส่ปุ๋ยมันสำปะหลัง ตั้งแต่เริ่มปลูกจนมีอายุ 4 เดือน เพื่อลดการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุนการผลิตมันสำปะหลัง

## ขอบเขตการวิจัย

ออกแบบและสร้างเครื่องจักรกลเกษตร สำหรับทำร่นมันสำปะหลัง

## สมมติฐาน

คิดในกรณีการกำจัดวัชพืชพร้อมใส่ปุ๋ยและกลบดิน จะลดการสูญเสียปุ๋ยจากวิธีเดิมที่เกษตรกรใส่บนผิวดิน ร้อยละ 50 ทำให้ลดต้นทุนการทำร่นอย่างน้อย ร้อยละ 30 หรือคิดเป็นเงิน 300 บาท/ไร่ ในส่วนที่ไม่เป็นตัวเงินนั้น จะลดการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชและสร้างสภาพแวดล้อมที่ดี และยั่งยืนสำหรับปลูกมันสำปะหลัง

## 7.วิธีดำเนินการ

### - อุปกรณ์

คอมพิวเตอร์และโปรแกรมทางวิศวกรรม Solid Work สำหรับใช้ออกแบบ เครื่องจักรกลโรงงาน สำหรับสร้างต้นแบบเช่น เครื่องกลึง เครื่องเชื่อม เครื่องเจาะ เทปวัดระยะ นาฬิกาจับเวลา เป็นต้น

### - วิธีการ

1. ตรวจสอบเอกสารและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น พันธุ์ ความสูงของต้นมันสำปะหลัง รวมทั้งเครื่องจักรกลเกษตรแบบต่าง ๆ ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน เพื่อนำมากำหนดฟังก์ชันการทำงาน
2. ออกแบบ และสร้าง โดยดำเนินการที่ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมผลิตพืช สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรุงเทพฯ และทดสอบภาคสนามในแปลงปลูกมันสำปะหลังของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี และนครราชสีมา (สีคิ้ว) รวมทั้งทดสอบในแปลงของเกษตรกร จังหวัดราชบุรี และนครราชสีมา
3. ค่าชี้ผลที่ใช้วัดสมรรถนะได้แก่ (1) ความสามารถการทำงาน (ไร่/ชั่วโมง) (2) ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่ (%) (3) ประสิทธิภาพกำจัดวัชพืช (%) (4) อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (ลิตร/ไร่) อ้างอิงตามคู่มือของ RNAM Test Codes
4. หลังทดสอบในภาคสนามเบื้องต้นนำมาปรับปรุง ให้เหมาะสมต่อการใช้งาน และนำไปทดสอบภาคสนามที่แปลงปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรอีกครั้ง เพื่อหาสมรรถนะแล้ววิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ สรุปผลการวิจัย จัดทำรายงาน เผยแพร่แก่ผู้เกี่ยวข้อง พร้อมก็นำเครื่องต้นแบบไป สาธิตแก่กลุ่มเกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลัง และผู้ประกอบการผลิตเครื่องจักรกลเกษตร

- ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2559 สิ้นสุด กันยายน 2560 รวม 2 ปี

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. การออกแบบ

แนวทางการออกแบบทางวิศวกรรมจะยึดหลักให้สอดคล้องกับกิจกรรมการปลูกมันสำปะหลังตามหลักวิชาการของ สถาบันวิจัยพืชไร่และทดแทนพลังงาน โดยรวมกิจกรรมการใส่ปุ๋ยและกำจัดวัชพืชเข้าด้วยกัน เพื่อลดเวลาการปฏิบัติงานและต้นทุนการผลิต โดยมีแนวคิดดังนี้

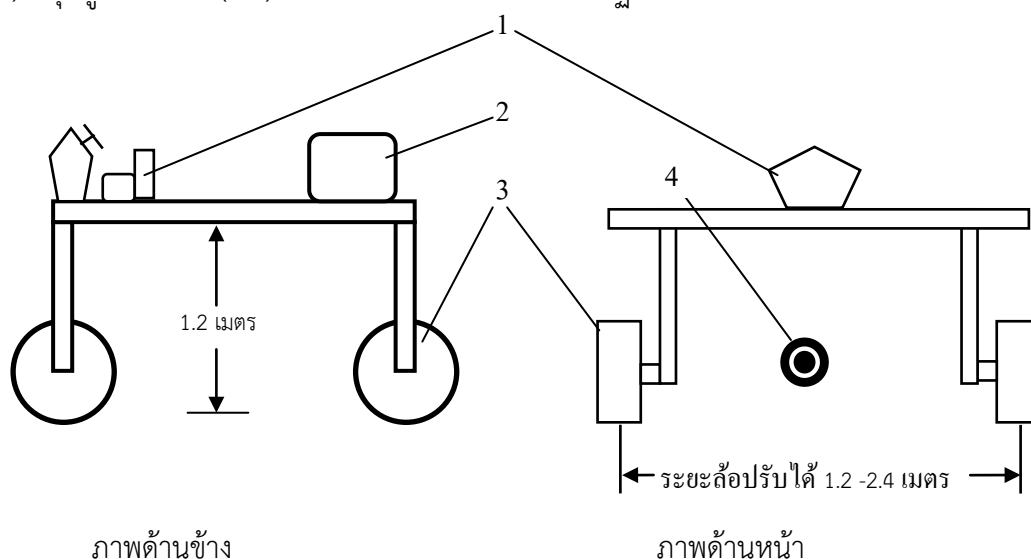
1. โครงสร้างตัวถังรถ ออกแบบเป็นแบบนั่งขับสี่ล้อ ใช้ผู้ควบคุมการทำงาน 1 คน สามารถปรับความสูงและความกว้างของระยะล้อได้

2. ระบบขับเคลื่อนล้อยาง โดยใช้ระบบไฮดรอลิก ร่วมกับชุดเฟืองแพลนเนตารี และใช้เครื่องยนต์ขนาดเล็ก 11 แรงม้า ที่เกษตรกรมีใช้งานอย่างแพร่หลาย เป็นต้นกำลัง

3. อุปกรณ์กำจัดวัชพืชระหว่างแถวมันสำปะหลัง ต้องพัฒนาเพื่อลดแรงที่ใช้จุดลากให้เหมาะสมกับการติดตั้งกับรถยกสูงที่พัฒนาขึ้น โดยมีแนวคิดที่จะใช้ผลจากงานมาเป็นอุปกรณ์กำจัดวัชพืช

4. อุปกรณ์ใส่ปุ๋ยต้องมีการพัฒนาให้เหมาะสมกับการติดตั้งรถยกสูงที่พัฒนาขึ้น และสามารถปรับอัตราการใส่ปุ๋ยให้สอดคล้องกับสภาพดินและแร่ธาตุที่เกษตรกรปลูกมันในแต่ละท้องที่

แนวคิดการออกแบบรูปร่างตัวรถต้องสามารถเข้าทำงานในแปลงมันสำปะหลังครอบคลุมอายุตั้งแต่เริ่มปลูกจนมีอายุ 4 เดือน ท้องรถมีความสูง 120 เซนติเมตร ความเร็วสูงสุด 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพื่อให้มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงานสภาพไร่ (ภาพที่ 1) มีองค์ประกอบหลัก 4 ส่วนคือ (1) ระบบควบคุมการทำงานของรถ (2) ต้นกำลังดีเซลขนาด 8-11 แรงม้า และนำมาต่อกับปั๊มไฮดรอลิก เพื่อเป็นต้นกำลังให้มอเตอร์ไฮดรอลิกทำหน้าที่ขับล้อรถ (3) ล้อรถปรับระยะเข้ากับร่องมันได้ 1.20-2.40 เมตร เพื่อให้สามารถเข้าทำงานในแปลงมันที่มีระยะห่างระหว่างแถว 80-120 เซนติเมตร ตามพื้นที่ปลูกของเกษตรกร (4) มีจุดศูนย์ถ่วงต่ำ (CG) เพื่อให้รถมีความมั่นคงขณะปฏิบัติงาน



ภาพที่ 1 แนวคิดการออกแบบ

สรุปแนวความคิดการทำวิจัยรถกำจัดวัชพืชในแปลงมันสำปะหลังต้นแบบ คือ สามารถปรับระยะฐานล้อให้เหมาะสมกับแปลงปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทย มีจุดศูนย์ถ่วงที่ปลอดภัยต่อการปฏิบัติงาน กลไกการทำงานไม่ซับซ้อน สามารถสร้างจากคู่มือหรือผู้ประกอบการเครื่องจักรกลเกษตรขนาดเล็กในท้องถิ่น ขับเคลื่อนด้วยตัวเองโดยใช้เครื่องยนต์ 8-11 แรงม้า เป็นต้นกำลัง มีอุปกรณ์กำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยในแปลงมันสำปะหลัง ครอบคลุมอายุต้นมันตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงเดือนที่ 4

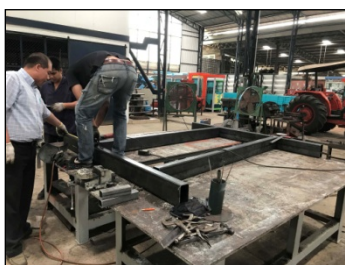
## 2.สร้าง ทดสอบ ในโรงปฏิบัติการของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และในแปลงของเกษตรกร

### 2.1 วิธีกรออกแบบ

ออกแบบให้มีรูปแบบการทำงานให้ใส่ปุ๋ยและกำจัดวัชพืชแบบกล ในขั้นตอนเดียวกันเพื่อประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน โดยชิ้นส่วนต่างๆ มีกลไกไม่ซับซ้อน สามารถทำภายในประเทศ และอยู่ขนาดเล็กหรือช่างท้องถิ่น สามารถสร้างและซ่อมแซมได้

### 2.2 ขั้นตอนการสร้าง

ดำเนินการจัดหาวัสดุ และส่วนประกอบต่าง ๆ (ภาพที่ 2) ได้แก่ เครื่องยนต์ต้นกำลัง อุปกรณ์ขับเคลื่อนไฮดรอลิก ถึงเก็บน้ำมันไฮดรอลิก ปัม และมอเตอร์ รวมทั้งระบบหยุดปุ๋ย และผานงานสำหรับกำจัดวัชพืช แล้วดำเนินการสร้าง โดยวัสดุใช้เหล็กกล่องเหนียวประกอบจากโครงสร้างหลักก่อน (ภาพที่ 3) แล้วติดตั้งเครื่องยนต์ต้นกำลัง และหาตำแหน่งที่นั่งผู้ควบคุมรถให้เหมาะสม สามารถมองเห็นการเคลื่อนที่ของล้อได้ง่าย ขณะปฏิบัติงานในไร่มันสำปะหลัง แล้วติดตั้งถังบรรจุปุ๋ยที่ด้านท้ายรถ และประกอบขาของล้อเข้ากับโครงสร้างหลัก โดยประกอบขาของล้อเข้ากับล้ออย่างก่อน ทั้ง 4 ล้อ แล้วใช้รอกโพลีพลีคียกโครงสร้างหลักให้ลอยจากพื้น และประกอบขาล้อทั้ง 4 จุด หลังจากนั้นเชื่อมต่อปั๊มไฮดรอลิกเข้ากับเครื่องยนต์ และระบบขับเคลื่อนทั้ง 4 ล้อ



โครงสร้างหลัก



เครื่องยนต์ต้นกำลัง



ถังเก็บน้ำมันไฮดรอลิก



ปั๊มไฮดรอลิก



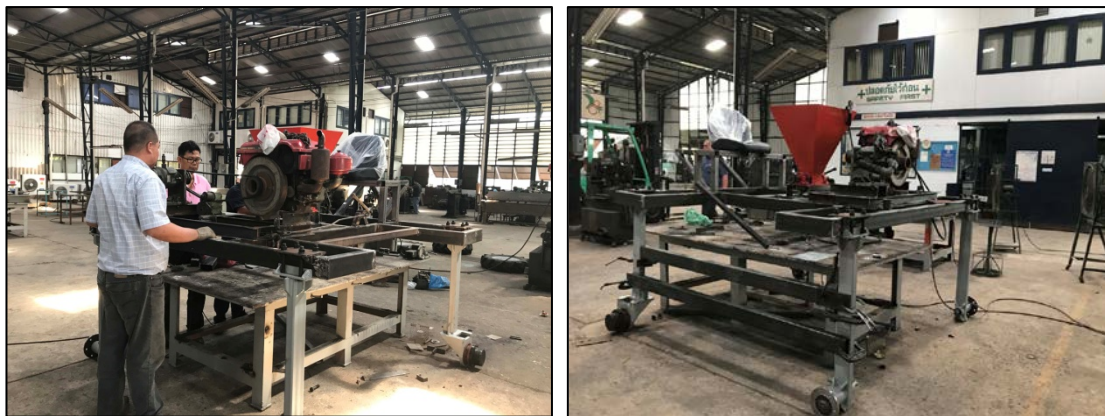
มอเตอร์



ระบบหยุดปุ๋ย และผานงาน

ภาพที่ 2 ส่วนประกอบของรถยกสูง

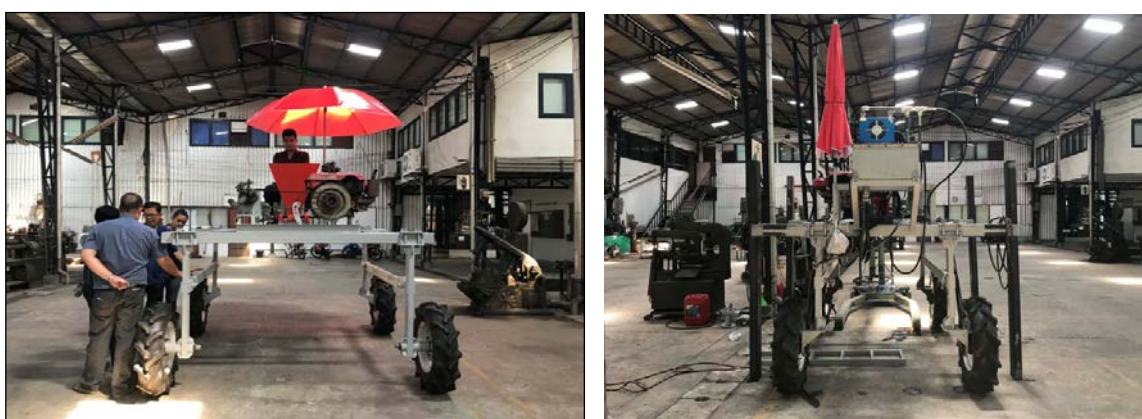




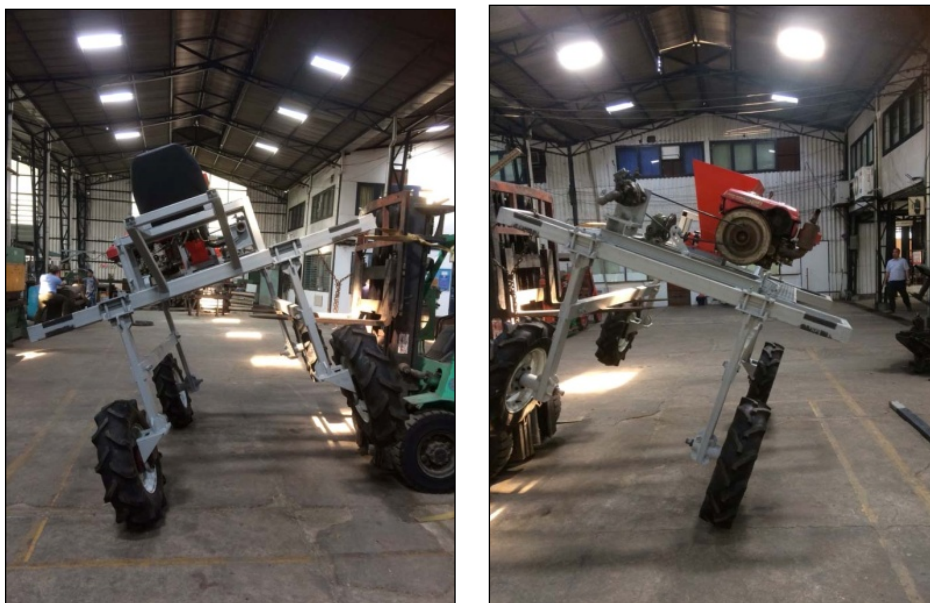
ภาพที่ 3 ติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับโครงสร้างหลัก

### 2.3 การทดสอบในโรงปฏิบัติการ

ผลการทดสอบในโรงปฏิบัติการ ได้ประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของรถยกสูง (ภาพที่ 4) และทดสอบการเคลื่อนที่ เดินหน้า-ถอยหลัง เป็นแนวเส้นตรงได้ ใช้ความเร็วเครื่องยนต์ 1,200 รอบ/นาที โดยการควบคุมวาล์วไฮดรอลิคควบคุมทิศทาง ได้ผลตามตารางที่ 1 หลังจากนั้นได้ทดสอบระบบส่งกำลังของชุดหยอดปุ๋ย ซึ่งรับกำลังจากเครื่องยนต์ผ่านเกียร์ทดส่งกำลังขับให้แกนหยอดปุ๋ยหมุน เพื่อจ่ายปุ๋ยในอัตรา 30-75 กิโลกรัม/ไร่ โดยมีวาล์วไฮดรอลิคตัด-ต่อการส่งกำลัง สำหรับจ่ายปุ๋ยขณะรถยกสูงอยู่ในร่องมันสำปะหลัง และทดสอบหามุมเอียงที่ปลอดภัยของตัวรถ เพื่อให้มีความปลอดภัยในการทำงาน มีมุมเอียงสูงสุด 30 องศา กับแนวระนาบ ซึ่งเป็นมุมเอียงที่ตัวจะไม่พลิกคว่ำ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 4 รถยกสูง ที่ประกอบชิ้นส่วนแล้ว ด้านหน้า และ ด้านหลัง



ภาพที่ 5 การทดสอบมุมเอียงที่ปลอดภัย ด้านซ้าย และด้านขวา



ภาพที่ 6 การทดสอบเคลื่อนที่ เดินหน้า-ถอยหลัง

ตารางที่ 1 ผลทดสอบ เดินหน้า - ถอยหลัง - หยุด บนพื้นผิวคอนกรีต ระยะ 10 เมตร

ครั้งที่	เดินหน้า (กม/ชม)	ถอยหลัง (กม/ชม)	หยุด	หมายเหตุ
1	1	1	ตรงตำแหน่ง	ขณะถอยหลัง ล้อหลังมีอาการ ลื่นไถล ช่วงออกตัว
2	1.5	1.5	ตรงตำแหน่ง	
3	1.5	1.5	ตรงตำแหน่ง	
4	2	2	ตรงตำแหน่ง	
5	2	2	ตรงตำแหน่ง	



## 2.4 การทดสอบเบื้องต้นในภาคสนาม

นำขึ้นรถบรรทุกไปที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี และสำรวจวิธีใส่ปุ๋ยของเกษตรกร ใกล้เคียงศูนย์ฯ จะหว่านไถบนผิวดิน โดยไม่กลบซึ่งเป็นสาเหตุของการสูญเสียปุ๋ย (ภาพที่ 7) ผลการทดสอบสมรรถนะ โดยวิ่งและหยุดที่ความเร็ว 2 กิโลเมตร/ชั่วโมง ใช้ความเร็วเครื่องยนต์ 1,800 รอบ/นาที บนพื้นผิวดินคอนกรีต พื้นผิวสนามหญ้า พื้นผิวดินลูกรัง และพื้นผิวสภาพแปลงมันสำปะหลังภายใน ศูนย์ฯ (ภาพที่ 8 และ 9) พบว่ากำลังเครื่องยนต์ขนาด 15 แรงม้า ไม่เพียงพอจึง นำกลับกรุงเทพฯ เพื่อวิเคราะห์หาต้นกำลังที่เหมาะสม



ภาพที่ 7 การเคลื่อนย้ายลงจากรถบรรทุก และลักษณะการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร



ภาพที่ 8 ทดสอบเคลื่อนที่บนพื้นผิวคอนกรีต และ สนามหญ้า



ภาพที่ 9 ทดสอบเคลื่อนที่บนพื้นผิวดินลูกรัง และในไร่มันสำปะหลัง



ภายหลังวิเคราะห์ ด้านราคา ความคุ้มค่า และความเหมาะสมในการใช้งาน จึงเปลี่ยนเป็น เครื่องยนต์ดีเซล 3 สูบ ขนาด 24 แรงม้า โดยทำการติดตั้งและเชื่อมต่อบระบบไฮดรอลิกและนำกลับมา ทดสอบศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรี โดยปรับความกว้างของล้อให้เหมาะกับร่องมัน ซึ่งปลูกพันธุ์ ระยะของ 72 อายุปลูก 2 เดือน ความสูงของต้นมันเฉลี่ย 38 เซนติเมตร ระยะห่างร่องปลูก 145 เซนติเมตร (ภาพที่ 10,11) แล้วทดสอบเปรียบเทียบการทำงานด้วยระบบขับเคลื่อนแบบ 2 ล้อ และ 4 ล้อ เพื่อ สมรรถนะการเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2 กิโลเมตร/ชั่วโมง พบว่าแบบ 4 ล้อทำงานได้ดีกว่า ขณะวิ่งในแปลง มันล้อลื่นไถลบางช่วงและทำงานได้อย่างต่อเนื่อง แต่พบปัญหาขาของผลาจนฝักขาดจึงเชื่อมเสริมให้ แข็งแรง และนำไปทดสอบ ในสภาพไร่มันสำปะหลังของเกษตรกร ที่บ้านเขาแหลม ตำบลเขาขุ้ม อำเภอบึงสามพัน จังหวัดราชบุรี (ภาพที่ 12,13,14) ซึ่งปลูกพันธุ์ระยะของ 72 อายุปลูก 2.5 เดือน ระยะห่างร่องปลูก 120 เซนติเมตร ความสูงต้นมันเฉลี่ย 33 เซนติเมตร เกษตรกรปลูกมาแล้ว 20 กว่าปี ปกติการทำไร่จะใช้ ยาฆ่าหญ้าฉีด และพบปัญหาวัชพืชตื้อยา ต้องเพิ่มปริมาณและเปลี่ยนสูตรยาทุกปี เมื่อทางราชการมี เครื่องจักรกลแบบใหม่ ๆ จึงสนใจให้ทดลองใช้งานในแปลงของตนเอง และให้ข้อเสนอแนะว่าควรออกแบบ ให้ซ่อมแซมง่าย มีอะไหล่ในท้องถิ่นใกล้บ้าน การทดสอบใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ 2 และ 3 กิโลเมตร/ ชั่วโมง ผู้ควบคุมรถยังทำงานได้สะดวก เมื่อเพิ่มความเร็ว 4 กิโลเมตร/ชั่วโมง จะเริ่มควบคุมรถได้ยากขึ้น อาจเป็นเพราะยังไม่คุ้นเคยกับสภาพการปฏิบัติงาน



ภาพที่ 10 แปลงมันพันธุ์ระยะของ 72 อายุ 2 เดือน และปรับความกว้างของล้อ



ภาพที่ 11 เปรียบเทียบการขับเคลื่อนแบบ 2 และ 4 ล้อ





ภาพที่ 12 การวัดความกว้างร่องปลูก และความสูงต้นมัน



ภาพที่ 13 ผ่านกำจัดวัชพืช รังคล่อมร่องปลูก



ภาพที่ 14 แปลงเกษตรกร บ้านเขาแหลม  
พันธุ์ระยอง 72 อายุปลูก 2.5 เดือน ใช้น้ำฝน

### 3.ปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ผลทดสอบที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสีกี้ว แปลงที่ 1 พื้นที่ 11 ไร่ ความยาวแปลง 100 เมตร สภาพเป็นดินทราย (ภาพที่ 15,16) ปลูกพันธุ์ระยะยง 11 อายุปลูก 1.5 เดือน มีวัชพืชเล็กน้อย ความสูงต้นมันเฉลี่ย 28 ซม.ระยะห่างร่องเฉลี่ย 140 ซม. จึงปรับความกว้างล้อ และความกว้างพาดกำจัดวัชพืชให้เหมาะกับร่องปลูก ปรับเครื่องยนต์ที่ความเร็ว 2,200 รอบ/นาที อัตราหยอดปุ๋ย 50 กิโลกรัม/ไร่ กำหนดความเร็วเคลื่อนที่ 2, 3, 4 และ 5 กิโลเมตร/ชั่วโมง ความสามารถในการทำงาน 3-4 ไร่/ชั่วโมง หรือประมาณ 30 ไร่/วัน มีประสิทธิภาพกำจัดวัชพืช 80-90 % ได้ผลดังตารางที่ 2



ภาพที่ 15 แปลงมันสำปะหลัง อำเภอสีกี้ว จังหวัดนครราชสีมา



ภาพที่ 16 วิธีปรับความกว้างของพาด ให้เหมาะสมกับร่องปลูก



แปลงที่ 2 สภาพพื้นที่เป็นดินมีหินปนทราย พันธุ์ระยอง 11 ความกว้างร่องปลูก 120 เซนติเมตร ใช้น้ำฝน ปลูกแล้ว 2 เดือน 20 วัน ความสูงเฉลี่ยต้นมัน 42 เซนติเมตร มีวัชพืชขึ้นหนาแน่น ใช้ความเร็ว 4 กิโลเมตร/ชั่วโมง (ภาพที่ 17) หากดินแข็งล้อจะมีการลื่นไถล ต้องยกผลเป็นบางช่วง



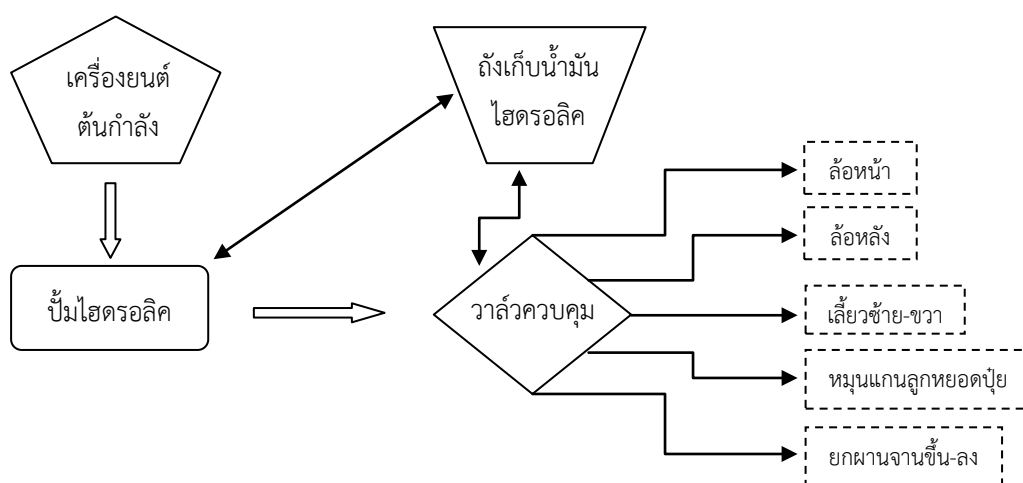
ภาพที่ 17 เปรียบเทียบ ก่อน และหลังกำจัดวัชพืช

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ความสามารถในการทำงาน (ไร่/ชั่วโมง)			เฉลี่ย (ไร่/ชั่วโมง)
	1	2	3	
2	1.61	1.97	1.84	1.80 ± 0.18
3	2.71	2.47	2.54	2.67 ± 0.18
4	3.42	3.16	3.28	3.28 ± 0.13
5	4.06	4.22	4.28	4.18 ± 0.11

#### 4. ไดอะแกรมระบบไฮดรอลิก

สำหรับวิธีควบคุมให้รถยกสูงทำงานตามวัตถุประสงค์มีองค์ประกอบดังนี้ (1) เครื่องยนต์ต้นกำลัง 24 แรงม้า ทำหน้าที่ขับเคลื่อน (2) ปั๊มไฮดรอลิก 63 ลิตร/นาที แรงดันสูงสุด 180 บาร์ ผ่าน (3) วาล์วควบคุมทิศทาง 4/3 แบบมือโยกจำนวน 5 ตัว โดยวาล์วตัวที่ 1 และ 2 ควบคุมการเคลื่อนที่ เดินหน้า-ถอยหลัง วาล์วตัวที่ 3 ควบคุมการเลี้ยวซ้าย-ขวา วาล์วตัวที่ 4 ควบคุมแกนลูกหยอดปุ๋ย วาล์วตัวที่ 5 ควบคุมการยกขึ้น-ลง ของผลจางานกำจัดวัชพืช ซึ่งจะมี (4) ถังเก็บน้ำมันไฮดรอลิก ปตท. เกรด HLP AW ISO VC 68 ความจุ 80 ลิตร และ (5) มีพัดลมระบายความร้อนขนาด 305 มิลลิเมตร ขับด้วยไฟฟ้า กระแสตรง 12 โวลต์ 1 ตัว ช่วยทำให้ระบบไฮดรอลิกทำงานได้อย่างต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง/วัน (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 18 ไดอะแกรมวงจรไฮดรอลิก

#### 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปได้รถต้นแบบมีขนาดมิติโดยรวม (กว้างxยาวxสูง) 230x300x250 เซนติเมตร ใช้เครื่องยนต์ดีเซล 24 แรงม้า ติดตั้งชุดหยอดปุ๋ยมีความจุของถัง 50 กิโลกรัม มีท่อนำเม็ดปุ๋ยลงพื้นดินสามารถปรับอัตราหยอดตามความต้องการของเกษตรกร 30-75 กิโลกรัม/ไร่ และที่ปลายท่อนำเม็ดปุ๋ยสามารถติดตั้งทำมุม 40 องศา กับแนวเคลื่อนที่ของรถ ทำหน้าที่เกลี่ยดินกลบเม็ดปุ๋ยพร้อมกำจัดลูกหญ้าหรือวัชพืชไปพร้อมกัน ส่วนการวัดประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืชได้สุ่มพื้นที่ 10 จุด/ไร่ จุดละ 1 ตารางเมตร และนับจำนวนต้นวัชพืช ก่อนและหลังการกำจัด แล้วประเมิน ผลร่วมกับนักวิชาการด้านวัชพืช สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช ผลการทดสอบรถต้นแบบมีความสามารถในการทำงาน 3-4 ไร่/ชั่วโมง หรือ 30 ไร่/วัน ประสิทธิภาพกำจัดวัชพืช 80-90 % ใช้ น้ำมันดีเซล 1.3-1.5 ลิตร/ไร่ ผู้ปฏิบัติงาน 1-2 คน

## การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการใช้งาน

**กรณีตัวของเกษตรกร** เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายทำร่นมัน แบบของเกษตรกร และแบบใช้รถยกสูง โดยอ้างอิงข้อมูลจากการสอบถามเกษตรกร เดือน มีนาคม พ.ศ. 2561 ณ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ด้วยวิธีจ้างแรงงานคน กำจัดวัชพืชและหยอดปุ๋ยไม่กลบดิน

### ค่าใช้จ่ายทำร่น แบบของเกษตรกร (ประมาณ 1,100 บาท/ไร่)

1. ค่าแรงงานฉีดยา 120 บาท/ไร่
2. ค่ายาฆ่าหญ้า 80 บาท/ไร่
3. ค่าหยอดปุ๋ย 2 บาท/กก. ใช้อัตรา 50 กก./ไร่ เป็นเงิน 100 บาท/ไร่
4. รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด  $120 + 80 + 100 + 800$  เท่ากับ 1,100 บาท/ไร่

หมายเหตุ: การหยอดปุ๋ยบนผิวดินทำให้ปุ๋ยระเหยไปในอากาศสูญเสียราว 50 % (โชคชัย:2558) ถ้าใช้ปุ๋ยอัตรา 50 กก./ไร่ หรือ 1 กระสอบราคาตั้งแต่ 800-1,600 บาท หากคิด 800 จะสูญเสีย  $800 \times 0.5$  เท่ากับ 400 บาท/ไร่

จุดด้อย: ใช้ยาฆ่าหญ้า + สูญเสียปุ๋ย 400 บาท/ไร่

### ค่าใช้จ่ายทำร่น แบบใช้รถยกสูง (ประมาณ 800 บาท/ไร่ ประหยัดกว่าอย่างน้อย 30 %)

เมื่อคิดที่ผลลัพธ์ของการทำร่น คือกำจัดวัชพืช+ใส่ปุ๋ยแบบกลบดิน ซึ่งไม่สูญเสียปุ๋ย มีค่าใช้จ่ายดังนี้

1. ค่าปุ๋ย คัด 400 บาท/ไร่
2. ค่าจ้างรถยกสูง 400 บาท/ไร่
3. รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด  $400 + 400$  เท่ากับ 800 บาท/ไร่ ซึ่งประหยัดกว่าวิธีเกษตรกรราว

30 % หรือคิดเป็นเงิน 1,100-800 เท่ากับ 300 บาท/ไร่

จุดเด่น: ประหยัดเงินค่าทำร่นมันราว 30 % + ไม่ใช้ยาฆ่าหญ้า

### กรณีผู้ที่ซื้อรถยกสูงมารับจ้าง

1. ราคารถยกสูง 300,000 บาท ประเมินอายุใช้งาน 5-10 ปี หากคิดจะลงทุนซื้อไปรับจ้าง โดยกู้เงินธนาคารเพื่อการเกษตร (ธกส.) คิดดอกเบี้ยร้อยละ 7 ต่อปี เป็นเงิน 21,000 รวมเงินต้น  $(300,000 + 21,000)$  เท่ากับ 321,000 บาท

2. นำไปรับจ้าง 400 บาท/ไร่ เครื่องสามารถทำงานได้ 30 ไร่/วัน และหักค่าน้ำมันที่อัตรา 50 บาท/ไร่ เหลือเป็นรายได้ 350 บาท/ไร่

2.1 ทำงาน 10 ไร่/วัน จะมีรายได้  $(10 \times 350)$  เท่ากับ 3,500 บาท/วัน

คิดจุดคุ้มทุน  $(321,000 / 3,500)$  เท่ากับ 92 วัน หรือ 3 เดือน

2.2 ทำงาน 20 ไร่/วัน จะมีรายได้  $(20 \times 350)$  เท่ากับ 7,000 บาท/วัน มีจุดคุ้มทุน เท่ากับ 46 วัน

2.3 ทำงาน 30 ไร่/วัน จะมีรายได้  $(30 \times 350)$  เท่ากับ 10,500 บาท/วัน มีจุดคุ้มทุนเท่ากับ 31 วัน

เมื่อประเมินว่าขณะปฏิบัติงานจริงคนขับจะมีวันหยุดพัก หรืออยู่ระหว่างรอลงทำงานในไร่มันสำปะหลัง จุดคุ้มทุนอาจนานถึง 1 ปี อย่างไรก็ตาม การประเมินนี้แสดงให้เห็นเป็นแนวทางเท่านั้น ในทางปฏิบัติจุดคุ้มทุน อาจช้าหรือเร็ว ขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นจริงในการใช้งาน

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลงานวิจัยที่คาดว่าจะนำไปใช้ประโยชน์ คือต้นแบบ รถยกสูงแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเองสำหรับกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยมันสำปะหลัง ที่พร้อมเผยแพร่ในปี 2562 โดยผลงานที่ได้อยู่ในด้านวิชาการและด้านเศรษฐกิจ ซึ่งจะนำไปเผยแพร่แก่กลุ่มเกษตรกรในจังหวัดนครราชสีมา 5 กลุ่มเกษตรแปลงใหญ่ ที่กำหนดโดยกรมส่งเสริมการเกษตร รอบปี 2560 คือ (1) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมันสำปะหลังแปลงใหญ่ ตำบลบ้านเก่า อำเภอด่านขุนทด (2) แปลงใหญ่มันสำปะหลัง ตำบลพันดุง อำเภอขามทะเลสอ (3) แปลงใหญ่มันสำปะหลัง ตำบลหนองบัวศาลา อำเภอเมือง (4) กลุ่มมันสำปะหลังแปลงใหญ่ ตำบลแะ อำเภอครบุรี (5) แปลงใหญ่มันสำปะหลัง ตำบลกุดโบสถ์ อำเภอเสิงสาง และโรงงานแปรรูปมันสำปะหลังเป็นพลังงานเอทานอล ในอำเภอครบุรี 1 แห่ง

กลุ่มเป้าหมายคือ เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดนครราชสีมา กลุ่มโรงงานแปรรูปแป้งมันสำปะหลัง และผู้ประกอบการผลิตเครื่องจักรกลเกษตรภายในประเทศ

## 11. คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณ เพื่อนข้าราชการ ช่างฝีมือโรงงาน และพนักงานราชการ ของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และผู้บริหารกรมวิชาการเกษตร ที่ให้ความสนับสนุนในทุกๆ ด้าน จนทำให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี

## 12. เอกสารอ้างอิง

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2532. มันสำปะหลัง การปลูก อุตสาหกรรมแปรรูปและการใช้ประโยชน์.

ภาควิชาไร่ นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 439 หน้า.

จำลอง เจียมจันรรจา. 2531. ระยะเวลาที่เหมาะสมในการกำจัดวัชพืชในไร่มันสำปะหลัง.

วิทยาสารเกษตรศาสตร์ 22(3) : 185-188.

จำลอง เจียมจันรรจา ปิยวุฒิ พูลสงวน สมยศ พุทธเจริญ เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์

และวิทยา แสงสิงแก้ว. 2537. ระยะเวลาในการควบคุมวัชพืชในมันสำปะหลัง.

วารสารวัชพืช 2(3) : 144-147.

โชคชัย วนภู สิริมา พิณเพียงจันทร์. 2558. การควบคุมการสูญเสียปุ๋ยยูเรียโดยการเคลือบสาร

ไบโอพอลิเมอร์. สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. สืบค้นจาก: <http://sutir.sut.ac.th/> [พ.ศ. 2559].

บริษัทสามมิตรโอโตพาร์ท. จานไถสามมิตร.

สืบค้นจาก: <http://www.sammitrauto.com> [พ.ศ. 2558].

ประสาท และคณะ. 2558. วิจัยและพัฒนาเครื่องกำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยในไร่มันสำปะหลัง แบบพวงท้ายรถ

แทรกเตอร์. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สืบค้นจาก: <http://doa.go.th/> [มี.ค. 2559].

ปัญญาประดิษฐ์จักรกล. จังหวัดอุดรธานี. สืบค้นจาก: <http://www.Panyapradit.com> [พ.ศ. 2558].



พัคตร์วิภา สุทธิวารีย์ อัครคพล เสนาณรงค์ ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์ อนุชิต ฉ่ำสิงห์ ขนิษฐ หว่านณรงค์  
 ประสาท แสงพันธุ์ตา สากล วีรยานันท์ คุรุวรรณ ภามัตย์ และนิติ อาระวิน. 2553.  
 วิจัยและพัฒนาคราดสปริงติดพวงรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กสำหรับกำจัดวัชพืชในไร่อ้อย.  
 วารสารวิชาการเกษตร 28(2) :157-169.

พัคตร์วิภา สุทธิวารีย์ อัครคพล เสนาณรงค์ ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์ อนุชิต ฉ่ำสิงห์ ขนิษฐ หว่านณรงค์  
 ประสาท แสงพันธุ์ตา สากล วีรยานันท์ คุรุวรรณ ภามัตย์ และวุฒิปล จันทรสระคู. 2553.  
 ทดสอบและพัฒนาคราดสปริงแบบต่อพวงท้ายรถแทรกเตอร์สำหรับกำจัดวัชพืชในไร่มัน  
 สำปะหลัง.สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.

มูลนิธิชีววิถี. ดัดแปลงจาก Roy Bateman (2008) Environmental Impact of Pesticides  
 สืบค้นจาก: <http://www.biothai.net/> Wikipedia.org [พ.ศ. 2558].

ระบบไฮโดลลิก. สืบค้นจาก: <http://www.oilservethai.com> [พ.ศ. 2558].

วุฒิปล และคณะ. 2558. วิจัยและพัฒนาเครื่องมือกำจัดวัชพืชพร้อมยกทรงกลบปุ๋ยในร่องมันสำปะหลัง  
 แบบติดรถไถเดินตาม. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.  
 สืบค้นจาก: <http://doa.go.th/> [มี.ค. 2559].

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2559/60.  
 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สืบค้นจาก: <http://www.oae.go.th> [ธ.ค. 2561].

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน. 2556. ดิน น้ำ และการจัดการปลูกมันสำปะหลัง.  
 กรมวิชาการเกษตร.

สุรพงษ์ เจริญรัต, นันทวรรณ สโรบล, กุลศิริ กลั่นนุรักษ์, อาภาณี โภคประเสริฐ, เสาวรี ตั้งสกุล,  
 จรุงสิทธิ์ ลิ้มศิลา และอุดม เสียววัน. 2550. กิจกรรมการศึกษาโอกาสและข้อจำกัดของการผลิต  
 พืชไร่เศรษฐกิจสำคัญงานทดลองประเมินความคุ้มค่าการลงทุนและสถานะความเสี่ยงของ  
 เกษตรกรจากความแปรปรวนด้านการผลิตและราคาของผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อย, น.135-  
 139. เอกสารสัมมนาเรื่องแนวทางการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมัน  
 สำปะหลัง. 159 น.

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

สำนักควบคุมพืชและวัสดุทางการเกษตร. 2557. รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายปี 2557.  
 กรมวิชาการเกษตร. สืบค้นจาก: <http://www.doa.go.th/ard/> [พ.ศ. 2558].

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ  
 สืบค้นจาก:<http://www.thaihealth.or.th/Content/> [พ.ศ. 2558].

สาคร ศรีมุข. 2556. สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภาชั้น 26 อาคารสุขประพฤติ. ถนนประชาชื่น กรุงเทพฯ.  
 สืบค้นจาก: <http://library.senate.go.th/document/Ext6409/> [พ.ศ. 2558].

Alternative Cultivators for Organic Production:

from [In%20row%20weeder%20in%20lettuce.jpg 2015.](#)

Equipment for improving crops and pastures. from <http://www.tinedweeder.com> 2015.

Garden organic. from <http://www.gardenorganic.org> 2015.

High-Clearance Tractors. from <https://www.leeagra.com> 2015.

Plant Disease. from <http://www.uppices.com/images/73426606406443717495.jpg> 2015.

Planetary Gear Sets. from <https://wikis.engage.com/planetarygearsetsoperati> 2015.

RNAM Test Codes & Procedures for Farm Machinery :1995. Printed in the Philippines

The University of Nebraska Tractor Test Laboratory (NTTL) .USA.

from <http://tractortestlab.unl.edu> 2015.