บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงวางแผนการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลัง
2. ศึกษาหาค่าที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบส่วนประกอบหลักของเครื่องปลูกมันสำปะหลัง
3. การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ
4. ทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบ

3.1 การศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกมันสำปะหลัง

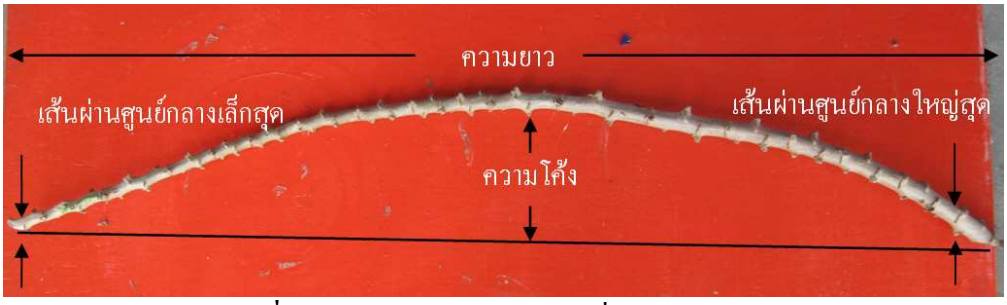
การศึกษาในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อมูลที่จำเป็นต่อการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องต้นแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลัง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการศึกษาโดยตรงของผู้วิจัย ได้แก่ วิธีการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรในปัจจุบัน และลักษณะทางกายภาพของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่จะนำไปปลูก

ก) วิธีการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรในปัจจุบัน

การศึกษาในขั้นตอนนี้เพื่อให้ทราบถึงวิธีการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกร และนำข้อมูลเหล่านี้ไปออกแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบให้ปลูกได้ในลักษณะเดียวกันกับการปลูกของเกษตรกร

ข) ลักษณะทางกายภาพ

การศึกษาในขั้นตอนนี้จะทำโดยการสุ่มวัดต้นพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดในประเทศได้แก่ พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 5 และพันธุ์ระยอง 90 พันธุ์ละ 100 ต้น ซึ่งจะศึกษาหาขนาดต่างๆ ของต้นพันธุ์มันสำปะหลัง เช่น เส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สุดและเล็กสุด ความยาวและความโค้งของต้นพันธุ์ ดังรูปที่ 3.1 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ ช่องป้อนท่อนพันธุ์ ชุดยิงท่อนพันธุ์ และระยะห่างของลูกยางสำหรับชุดปลูก



รูปที่ 3.1 ต้นพันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้สำหรับปลูก

3.2 ศึกษาหาค่าที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบของเครื่องปลูกมันสำปะหลัง

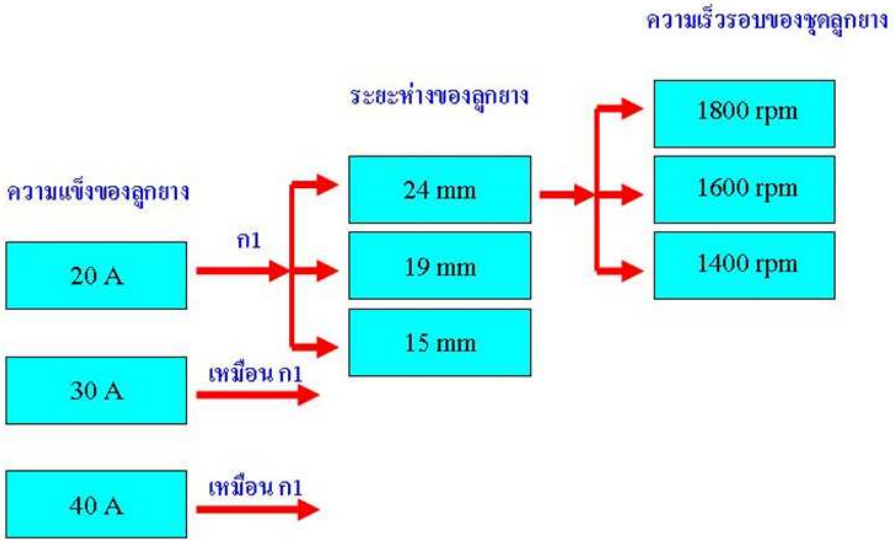
3.2.1 ศึกษาหาค่าที่เหมาะสมของชุดปลูก

วัตถุประสงค์ในการศึกษาขั้นตอนนี้ เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการออกแบบ ชุดปลูกของเครื่องต้นแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลัง ได้แก่ ค่าความแข็งของลูกยาง ความเร็วรอบและระยะห่างระหว่างลูกยาง ที่ไม่ทำให้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเสียหาย ชุดปลูกที่สร้างขึ้นประกอบด้วย ชุดลูกยางยิงท่อนพันธุ์ พู่เลย์ สายพาน ช่องป้อนท่อนพันธุ์ และใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง แสดงดังรูปที่ 3.2 ซึ่งจัดการทดสอบแบบแฟคทอเรียลแบบสุ่มในบล็อก (RCBD) โดยทดสอบที่ความแข็งลูกยาง 3 ระดับความแข็ง (20A, 30A และ 40A) แสดงดังรูปที่ 3.3 และที่ 3 ระดับของระยะห่างชุดลูกยาง (15, 19 และ 24 mm) ซึ่งตั้งให้ใกล้เคียงกับค่าน้อยที่สุด ค่าเฉลี่ยและค่ามากที่สุดของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนพันธุ์ และที่ 3 ระดับความเร็วรอบของชุดลูกยาง (1,400, 1,600 และ 1,800 rpm) แสดงดังรูปที่ 3.4 แต่ละการทดลองจะทำซ้ำ 3 ซ้ำ และใช้วิธีการทางสถิติวิเคราะห์ผลการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

รูปที่ 3.2 ชุดปลูกของเครื่องปลูกมันสำปะหลัง

20 Shore A 30 Shore A 40 Shore A

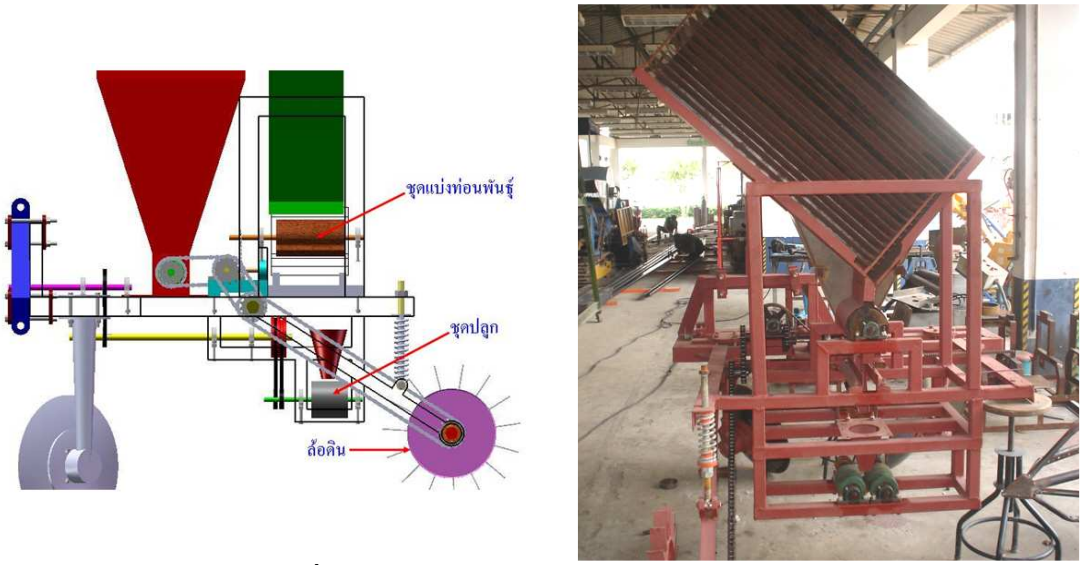
รูปที่ 3.3 แผนการทดสอบชุดปลูกท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง



รูปที่ 3.4 แผนการทดสอบชุดปลูกท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

3.2.2 ศึกษาความเป็นไปได้ในการออกแบบเครื่องปลูกมันแบบอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์ในการศึกษาขั้นตอนนี้ เพื่อหาความเป็นไปได้ในการออกแบบเครื่องปลูกมันแบบอัตโนมัติ ซึ่งอาศัยแนวคิดที่จะให้เครื่องปลูกมันสำปะหลังทำงานอัตโนมัติ ไม่ต้องมีผู้ควบคุมการทำงาน หลักการทำงานของเครื่องจะบรรจุท่อนพันธุ์ที่ถูกตัดแล้วลงในถังบรรจุท่อนพันธุ์ แล้วปล่อยให้ท่อนพันธุ์ไหลผ่านชุดแบ่งท่อนพันธุ์ลงสู่ชุดปลูก โดยการศึกษาจะสร้างชุดทดสอบที่ประกอบด้วย ถังบรรจุท่อนพันธุ์ ชุดแบ่งท่อนพันธุ์ ชุดปลูก ระบบส่งกำลัง และใช้เพลา PTO ของรถแทรกเตอร์เป็นต้นกำลัง แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ชุดทดสอบเครื่องปลูกมันแบบอัตโนมัติ

3.3 ออกแบบและสร้างเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบ

จากการศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบเรียบร้อยแล้ว จึงได้ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องปลูกมันสำปะหลังขึ้น ซึ่งกำหนดเกณฑ์และรายละเอียดในการออกแบบเครื่องต้นแบบ ดังต่อไปนี้

3.3.1 เกณฑ์ในการออกแบบ

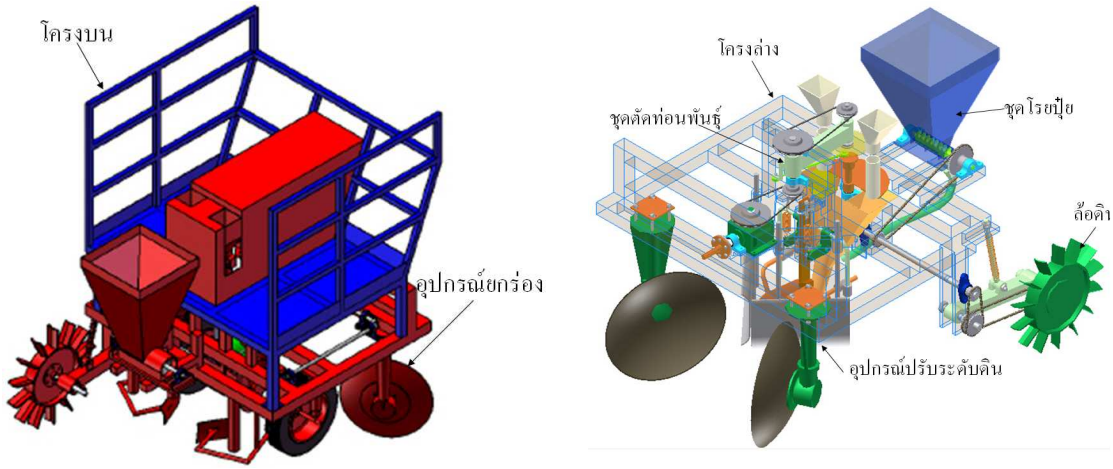
เกณฑ์ในการออกแบบเครื่องต้นแบบที่ข้อกำหนดที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

- สามารถยกร่อง ใส่ปุ๋ย และปลูกท่อนพันธุ์มันสำปะหลังที่มีความยาว 20-30 เซนติเมตร ได้ในเครื่องเดียว
- กลไกการทำงานของเครื่อง ทำงานง่ายๆไม่ซับซ้อนมากเกินไป และผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติได้สะดวกและมีความปลอดภัย
- การบำรุงรักษาง่าย อุปกรณ์ชิ้นส่วนหากชำรุด สามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย และมีจำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาด
- ใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1-2 คน
- ใช้รถแทรกเตอร์ขนาด 60-70 แรงม้า เป็นต้นกำลัง

3.3.2 รายละเอียดในการออกแบบ

ในการออกแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลังได้ออกแบบให้มีส่วนประกอบหลัก คือ โครงสร้างของเครื่อง ชุดยกร่อง ถังโรยปุ๋ย ชุดตัดท่อนพันธุ์ ชุดปลูก และระบบส่งกำลัง แสดงดังรูปที่ 3.6 ซึ่งวิธีการออกแบบนั้นจะดำเนินการโดยการรวบรวมข้อมูล จากการศึกษาหัวข้อที่ 3.3.1 และ 3.3.2 รวมถึง

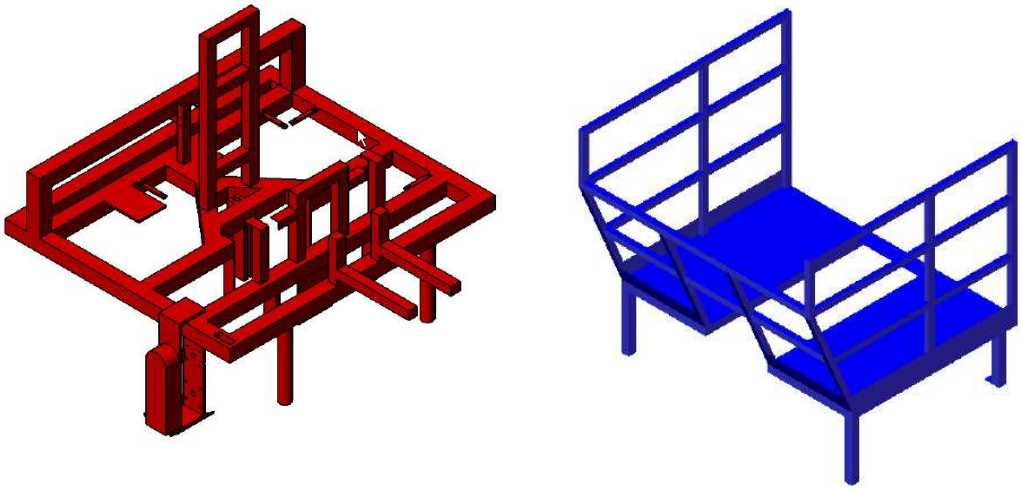
การประยุกต์ใช้ความรู้ และหลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้เครื่องต้นแบบทำงานได้บรรลุตามวัตถุประสงค์โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดในการออกแบบดังนี้



รูปที่ 3.6 ส่วนประกอบหลักของเครื่องต้นแบบที่ได้ออกแบบ

1) โครงสร้างของเครื่อง

โครงสร้างของเครื่องต้นแบบประกอบด้วยโครงสร้างล่างและโครงสร้างบน ซึ่งทำจากเหล็กกล่องขนาด 4 นิ้ว และเหล็กกล่อง 2 นิ้ว ทำการเชื่อมประกอบเป็นโครงสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องต้นแบบโดยใช้สกูรและนัต ดังรูปที่ 3.7



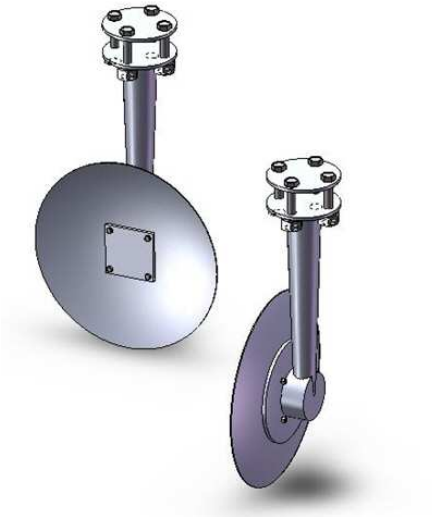
โครงล่าง โครงบน

รูปที่ 3.7 โครงสร้างเครื่องปลูกมันสำปะหลัง

2) ชุดยกร่อง

จากการศึกษาข้อมูลการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังแบบยกร่อง เมื่อเกษตรกรเตรียมดินสำหรับปลูกแล้ว จะทำการยกร่องโดยความสูงของสันร่องจะอยู่ประมาณ 30-40

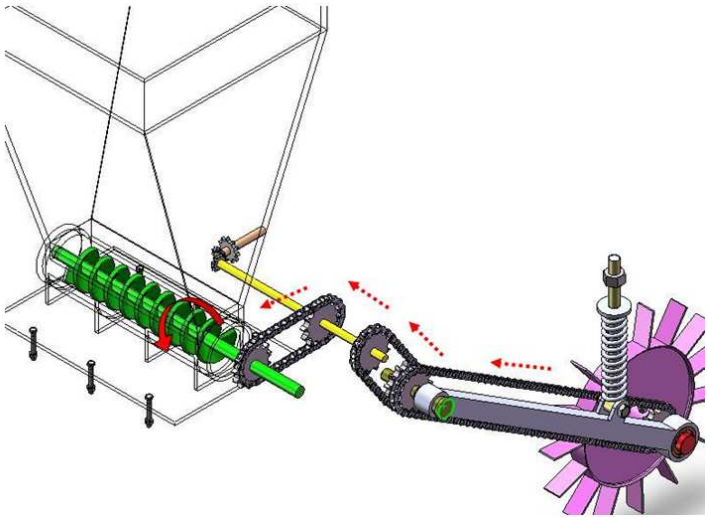
เซนติเมตร ระยะระหว่างร่องจะอยู่ประมาณ 80-120 เซนติเมตร ซึ่งเกษตรกรใช้ผานไถในการยกร่อง เนื่องจากสะดวกและช่วยลดการใช้แรงงานคน ผู้วิจัยจึงใช้ผานไถที่เกษตรกรใช้ยกร่องโดยทั่วไปอยู่แล้วมาเป็นอุปกรณ์ยกร่องของเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบเพราะว่าเป็นที่ยอมรับของเกษตรกรและหาซื้อได้ง่าย ลักษณะของชุดผานแสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ชุดยกร่อง

3) ชุดโรยปุ๋ยและระบบส่งกำลัง

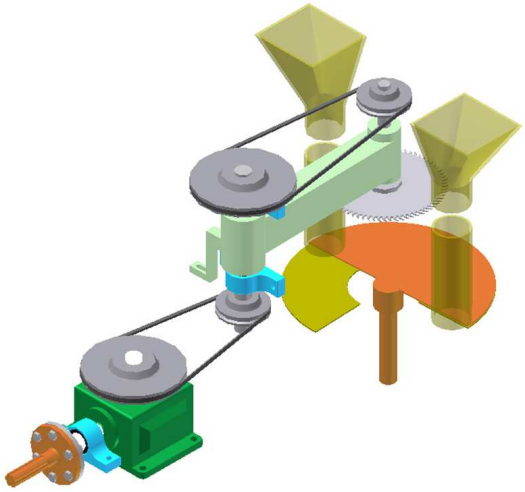
ชุดโรยปุ๋ยแบบใช้เกลียวเป็นชุอุปกรณ์โรยปุ๋ยที่นิยมใช้ในเครื่องจักรกลเกษตรต่างๆ เช่น เครื่องปลูกอ้อย ซึ่งสามารถผลิตได้ง่ายโดยโรงงานเครื่องจักรกลเกษตรที่ตั้งอยู่ตามพื้นที่การเกษตรในจังหวัดต่างๆ ทำให้เกษตรกรสามารถที่จะนำไปซ่อมบำรุงได้ง่าย เหมาะสมสำหรับปุ๋ยเม็ดที่เกษตรกรใช้ในไร่มันในปัจจุบัน ดังนั้นจึงได้เลือกถังปุ๋ยแบบนี้มาใช้กับเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบ สามารถบรรจุปุ๋ยได้ประมาณ 50-60 กิโลกรัม โดยชุดโรยปุ๋ยนี้จะรับกำลังจากล้อดินผ่านโซ่และเฟืองแสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ชุดโรยปุ๋ยและระบบส่งกำลัง

4) ชุดตัดท่อนพันธุ์

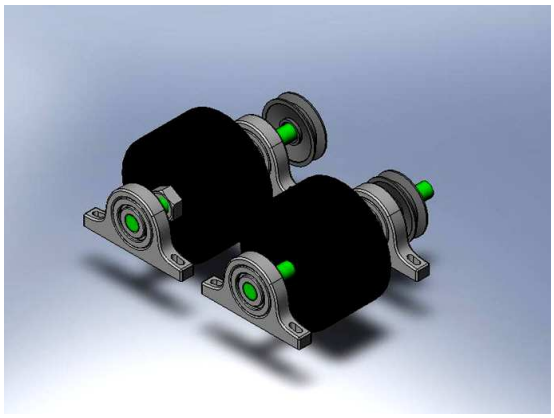
ชุดตัดท่อนพันธุ์เป็นชุดอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการตัดต้นพันธุ์มันสำปะหลังให้มีความยาว 20-30 มิลลิเมตร แล้วปล่อยลงสู่ชุดลูกยางยิงท่อนพันธุ์ของชุดปลูก โดยชุดตัดท่อนพันธุ์จะประกอบด้วย ใบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว (100 ฟัน) แผ่นแบ่งท่อนพันธุ์ ช่องป้อนท่อนพันธุ์ และใช้เพลา PTO ของรถแทรกเตอร์เป็นต้นกำลัง โดยส่งกำลังผ่านพู่เล่ย์และสายพานแสดงดังรูปที่ 3.10



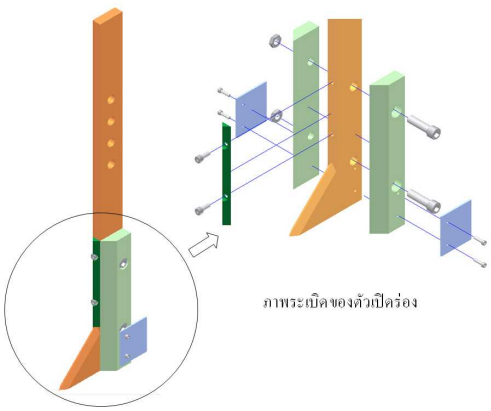
รูปที่ 3.10 ชุดปลูกและภาพส่งกำลังของชุดปลูก

5) ชุดปลูก

ชุดปลูกเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปิดร่องดินแล้วปักท่อนพันธุ์ลงไปบนร่องปลูกในเวลาเดียวกัน ซึ่งชุดปลูกที่ออกแบบจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักคือ อุปกรณ์เปิดร่องดิน และชุดลูกยางยิงท่อนพันธุ์ แสดงดังรูปที่ 3.10 โดยการเลือกลูกยางจะใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในหัวข้อที่ 3.3.2 มาออกแบบดังนี้



ชุดลูกยางยิงท่อนพันธุ์



อุปกรณ์เปิดร่องดิน

รูปที่ 3.10 ชุดปลูกและภาพส่งกำลังของชุดปลูก

3.3.3 การสร้างเครื่องต้นแบบ

หลังจากที่ได้ออกแบบเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบแล้ว จึงได้สร้างเครื่องต้นแบบ ณ อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.4 ทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบ

หลังจากการทดสอบเบื้องต้นและแก้ไขข้อบกพร่อง เครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบ จะถูกทดสอบและประเมินผล เพื่อหาสมรรถนะในการทำงาน และคุณภาพในการปลูกมันสำปะหลัง โดยมีขั้นตอนในการทดสอบและเป็นค่าชี้ผลการศึกษาดังนี้

3.4.1 ขั้นตอนการทดสอบเครื่องปลูกมันสำปะหลังต้นแบบ

1. ไถเตรียมดินเพื่อเตรียมทำการทดสอบ
2. บันทึกค่าการต้านทานการทะลุของดินที่ระดับความลึกต่างๆ
   - เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปหาค่าความชื้น
   - ค่าการแทงทะลุของดิน
3. ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ
4. เติมน้ำมันให้เต็มถังเพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
5. ทดสอบเครื่องโดยทดสอบความเร็วรถแทรกเตอร์เกียร์ 1 ต่ำ และบันทึกผลการทดสอดังต่อไปนี้

   ก) บันทึกเวลาในการทำงานโดยแบ่งดังนี้
   - เวลาในการทำงานทั้งหมด
   - เวลาในการเลี้ยวหัวแปลง
   - เวลาที่ใช้ในการปรับแต่งเครื่อง
   - เวลาที่ใช้ในการซ่อมแซม
   - เวลาสูญเสียอื่นๆ

   ข) บันทึกมุมเอียงของท่อนมันสำปะหลังหลังจากการปลูก

   ค) บันทึกคุณภาพของต้นมันสำปะหลังหลังจากการปลูกโดยบันทึกค่าต่างๆดังนี้
   - จำนวนท่อนพันธุ์ที่ปักตั้ง
   - จำนวนท่อนพันธุ์ที่ล้ม
   - จำนวนท่อนพันธุ์ที่เสียหาย
   - จำนวนท่อนพันธุ์ที่ขาดหายระหว่างแถว
   - จำนวนต้นมันที่ฝังในดิน

- ระยะห่างระหว่างแถว
- ความกว้างในการทำงาน
- ระยะห่างระหว่างต้น
- ความลึกของการปลูก

ง) บันทึกเวลาที่รถแทรกเตอร์เคลื่อนที่ในระยะทาง 20 เมตร

จ) บันทึกระยะทางในการเคลื่อนที่เมื่อล้อหมุนได้ 5 รอบ

6) ทดสอบที่ความเร็วรถแทรกเตอร์เกียร์ 2 และ 3 ตามลำดับต่ำโดยทำเช่นเดียวกับข้อที่ 4 และ 5

3.4.2 ค่าชี้ผลในการศึกษา

1. ความสามารถในการทำงานจริง (Effective Field Capacity)

$$C_a = \frac{A}{T_t} \tag{3.1}$$

เมื่อ C_a = ความสามารถในการทำงานจริง (ไร่/ชั่วโมง)

A = พื้นที่ในการทำงาน (ไร่)

T_t = เวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมด (ชั่วโมง)

2. ประสิทธิภาพในการทำงาน (Field Efficiency)

$$E_f = \frac{T_e}{T_t} \times 100 \tag{3.2}$$

เมื่อ E_f = ประสิทธิภาพในการทำงาน (%)

T_e = เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานจริง (ชั่วโมง)

T_t = เวลาที่เครื่องจักรใช้ในการปฏิบัติงานทั้งหมด รวมทั้งเวลาที่สูญเสียเนื่องจากการเลี้ยว การหยุด และการปรับตั้งเครื่องจักร (ชั่วโมง)

3. อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง = ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมด/พื้นที่ในการทำงานจริง (3.3)

เมื่อ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ไร่)

4. คุณภาพของการปลูก ได้แก่

- ท่อนพันธุ์ที่ปลูกตั้ง (%)
- ท่อนพันธุ์ที่ล้ม (%)
- ท่อนพันธุ์ที่เสียหาย (%)
- ท่อนพันธุ์ที่ขาดหาย 1 ต้นระหว่างแถวปลูก (%)
- ท่อนพันธุ์ที่ขาดหายมากกว่า 1 ต้นระหว่างแถวปลูก (%)
- ท่อนพันธุ์ที่ถูกปลูกในแนวนอน (%)
- มุมของท่อนพันธุ์ในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ (องศา)
- มุมของท่อนพันธุ์ในทิศทางตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ (องศา)