บทที่ 3
วิธีการดำเนินการศึกษา

ในการดำเนินงานการศึกษา การออกแบบ สร้างและทดสอบเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้กำหนดขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1. การศึกษาความสามารถในการขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังด้วยวิธีที่เกษตรนิยมใช้โดยทั่วไป

2. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของพืชและดินที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชุดขุดเหง้ามันสำปะหลัง (Digging Unit) ชุดลำเลียงเหง้ามันสำปะหลัง (Conveying Unit) ขึ้นจากดินไปยังอุปกรณ์เก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลัง และอุปกรณ์เก็บรวบรวมและเทกองเหง้ามันสำปะหลัง

3. การวิเคราะห์รูปแบบการทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลัง เพื่อกำหนดกรอบการออกแบบ

4. การพัฒนาหลักการทำงานของชุดขุดเหง้ามันสำปะหลัง (Digging Unit) และชุดลำเลียงเหง้ามันสำปะหลัง (Conveying Unit) จากพื้นดินไปยังอุปกรณ์เก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลัง และกำหนดกรอบการออกแบบ

5. การออกแบบและสร้าง ชุดขุดเหง้ามันสำปะหลัง (Digging Unit) ชุดลำเลียงเหง้ามันสำปะหลัง (Conveying Unit) จากพื้นดินไปยังอุปกรณ์เก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลัง อุปกรณ์เก็บรวบรวมและเทกองเหง้ามันสำปะหลัง และสร้างเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ

6. การทดสอบ และประเมินความสามารถในการทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ

7. การเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ กับความสามารถในการขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังด้วยวิธีการที่เกษตรนิยมใช้โดยทั่วไป และการประเมินเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเบื้องต้น

3.1 การศึกษาความสามารถในการขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังด้วยวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้โดยทั่วไป

การศึกษาในหัวข้อนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังด้วยวิธีการที่เกษตรนิยมใช้โดยทั่วไป เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับเปรียบเทียบกับความสามารถในการทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบต่อไป

วิธีการเก็บเกี่ยวที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติโดยทั่วไปในช่วงการขุดและเก็บรวมกองเหง้ามันสำปะหลังประกอบด้วย วิธีที่ 1) จะใช้แรงงานคนในการขุดหรือถอนเหง้ามันสำปะหลังด้วยมือแล้วนำต้นมันสำปะหลังพร้อมกับเหง้าไปวางรวมกองรวมแถวจาก 3 – 4 แถวที่ถอนเป็น 1 แถว โดยวางตลอดความยาวแถว วิธีที่ 2)เกษตรกรใช้เครื่องมือจัดเหง้ามันสำปะหลังขึ้นจากดิน และเก็บเหง้ามันสำปะหลังเข้ารวมกอง ซึ่งการรวมกองเกษตรกรมักจะใช้วิธีเก็บเหง้ามันสำปะหลังที่วางรายไว้ตามแถวที่ขุดแล้วจำนวน 3 – 6 แถว โยนไปรวมกันเป็น 1 แถว และ วิธีที่ 3) เกษตรกรใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายแทรกเตอร์ขนาดเล็กช่วยขุด แล้วจึงใช้คนเก็บรวมกองเหง้ามันสำปะหลัง ในการศึกษาครั้งนี้จึงดำเนินการศึกษาโดยการสุ่มเก็บข้อมูลจากแปลงมันสำปะหลังที่เกษตรกรกำลังเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง รายละเอียดวิธีการศึกษามีดังนี้

3.1.1 การศึกษาความสามารถในการขุดหรือถอนเหง้ามันสำปะหลังด้วยวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้ทั่วไป

จากแปลงมันสำปะหลังที่เกษตรกำลังเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในแต่ละวิธีที่กล่าวมานั้น สุ่มเลือกแปลงย่อยสำหรับเก็บข้อมูลมีความยาวไม่น้อยกว่า 50 เมตร และมีความกว้างเท่ากับจำนวนแถวที่เกษตรกรนิยมใช้ในการรวมกอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความนิยมของเกษตรกรที่กำลังปฏิบัติงานในแปลงที่เก็บข้อมูลนั้น จำนวนแปลงย่อยสำหรับเก็บข้อมูลแต่ละครั้งจำนวนไม่ต่ำกว่า 3 แปลงย่อย โดยขณะที่เกษตรกรกำลังขุดหรือถอนมันสำปะหลังอยู่นั้นจะปักหมุดหมายจุดเริ่มต้นของแถวมันสำปะหลังที่จะเก็บข้อมูลแล้วเก็บข้อมูลเวลาการทำงานโดยไม่รบกวนหรือขัดจังหวะการทำงานของเกษตรกร จนกระทั่งเกษตรกรขุดได้ระยะทางไม่น้อยกว่า 50 เมตร จึงปักหมุดหมายเพื่อเป็นตำแหน่งสิ้นสุดพื้นที่เก็บข้อมูลและหยุดการจับเวลาการทำงาน โดยที่เกษตรกรจะทำงานต่อไปหรือไม่ก็ตาม แล้ววัดขนาดพื้นที่ที่ทำงานได้ และชั่งน้ำหนักเหง้ามันสำปะหลังที่เกษตรกรขุดหรือถอนได้

3.1.2 การศึกษาความสามารถในการเก็บรวบรวมกองเหง้ามันสำปะหลังด้วยวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้ทั่วไป

ในขณะที่เกษตรกรกำลังเก็บเหง้ามันสำปะหลังภายหลังการขุดมารวมกอง จะปักหมุดหมายแสดงจุดเริ่มต้นของพื้นที่ที่เก็บข้อมูลและเริ่มจับเวลาการทำงาน โดยไม่รบกวนหรือขัดจังหวะการทำงานของเกษตรกร จนกระทั่งเกษตรกรเก็บเหง้ามันสำปะหลังได้ระยะทางไม่น้อยกว่า 50 เมตร จึงปักหมุดหมายเป็นจุดสิ้นสุดพื้นที่เก็บข้อมูลและหยุดการจับเวลาการทำงาน โดยที่เกษตรกรจะทำงานต่อไปหรือไม่ก็ตาม แล้ววัดขนาดพื้นที่ และน้ำหนักเหง้ามันสำปะหลังที่เกษตรกรรวมกองไว้

3.1.3 การศึกษาความสูญเสียในการขุดหรือถอนเหง้ามันสำปะหลังด้วยวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้ทั่วไป

ในแปลงย่อยที่เก็บข้อมูลตามข้อ 3.1.1 สุ่มพื้นที่ขนาด 1 × 3 เมตร ตามแนวยาวของแปลง เพื่อเก็บข้อมูลความสูญเสียของมันสำปะหลังจากการขุดหรือถอน ซึ่งได้แก่น้ำหนักของมันสำปะหลังที่หลงเหลือใต้ดินไม่ถูกขุด

3.1.4 การศึกษาความสูญเสียในการเก็บรวมกองเหง้ามันสำปะหลังด้วยวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้ทั่วไป

ในแปลงย่อยที่เก็บข้อมูลตามข้อ 3.1.2 สุ่มพื้นที่ขนาด 1 × 3 เมตร ตามแนวยาวของแปลง เพื่อเก็บข้อมูลความสูญเสียของมันสำปะหลังจากการเก็บรวมกอง ซึ่งได้แก่น้ำหนักของมันสำปะหลังที่ตกค้างบนผิวดินที่ไม่ถูกเก็บไปรวมกอง

3.1.5 การวิเคราะห์ผลการศึกษา

หลังจากได้ข้อมูลการขุดและการรวมกองเหง้ามันสำปะหลังของเกษตรกรในแปลงเก็บเกี่ยวแล้ว นำมาวิเคราะห์ความสามารถในการขุดหรือถอนมันสำปะหลัง ความสามารถในการเก็บรวบรวมกองเหง้ามันสำปะหลัง และความสูญเสียจากการทำงานขุด และเก็บรวมกองเหง้ามันสำปะหลังของเกษตรกรดังนี้

3.1.5.1 ความสามารถในการขุดหรือถอนมันสำปะหลังของเกษตรกร คำนวณเป็นไร่/คน-ชั่วโมง โดยคำนวณจากสมการที่ 3.1

ความสามารถในการขุด/ถอน (ไร่/คน - ชั่วโมง)

$$= \frac{\text{พื้นที่ทดสอบ(ไร่)}}{\text{เวลาในการขุด/ถอนทั้งหมด(ชั่วโมง)} \times \text{จำนวนคนปฏิบัติงาน (คน)}} \quad \text{...(3.1)}$$

3.1.5.2 ความต้องการแรงงานในการขุดหรือถอนมันสำปะหลัง คำนวณเป็น คน-ชั่วโมง/ไร่ โดยคำนวณจากสมการที่ 3.2

ความต้องการแรงงานในการขุด/ถอน (คน - ชั่วโมง/ไร่)

$$= \frac{1}{\text{ความสามารถในการขุด/ถอน (ไร่/คน - ชั่วโมง)}} \quad \text{...(3.2)}$$

3.1.5.3 ความสามารถในการเก็บรวมกองเหง้ามันสำปะหลัง คำนวณเป็น ไร่/คน-ชั่วโมง โดยคำนวณจากสมการที่ 3.3

ความสามารถในการเก็บรวมกองเหง้าฯ (ไร่/คน - ชั่วโมง)

$$= \frac{\text{พื้นที่ทดสอบ(ไร่)}}{\text{เวลาในการเก็บเหง้ามันฯ รวมกองทั้งหมด(ชั่วโมง)} \times \text{จำนวนคนปฏิบัติงาน (คน)}} \quad \text{...(3.3)}$$

3.1.5.4 ความต้องการแรงงานในการเก็บรวมกองมันสำปะหลัง คำนวณเป็น คน-ชั่วโมง/ไร่ โดยคำนวณจากสมการที่ 3.4

ความต้องการแรงงานในการเก็บรวมกองฯ (คน - ชั่วโมง/ไร่)

$$= \frac{1}{\text{ความสามารถในการเก็บรวมกองเหง้ามันฯ (ไร่/คน - ชั่วโมง)}} \quad \text{...(3.4)}$$

3.1.5.5 ความสามารถในการขุดหรือถอนมันสำปะหลัง และเก็บรวมกองเหง้ามันสำปะหลัง คำนวณเป็น ไร่/คน-ชั่วโมง โดยใช้สมการที่ 3.5

ความสามารถในการขุด/ถอน และเก็บรวมกองเหง้าฯ (ไร่/คน - ชั่วโมง)

$$= \frac{1}{\text{ความต้องการแรงงานในการขุดหรือถอนฯ (คน - ชั่วโมง/ไร่)} + \text{ความต้องการแรงงานเก็บรวมกองฯ (คน - ชั่วโมง/ไร่)}}$$

...(3.5)

3.1.5.6 ความต้องการแรงงานในการขุดหรือถอนมันสำปะหลัง และเก็บรวมกองเหง้ามันสำปะหลัง คำนวณเป็น คน-ชั่วโมง/ไร่ โดยใช้สมการที่ 3.6

ความต้องการแรงงานในการขุดหรือถอนและเก็บรวมกองฯ (คน - ชั่วโมง/ไร่)

= ความต้องการแรงงานในการขุดหรือถอน(คน - ชั่วโมง/ไร่) + ความต้องการแรงงานในการเก็บรวมกองเหง้ามันฯ(คน - ชั่วโมง/ไร่)

...(3.6)

3.1.5.7 คำนวณร้อยละความสูญเสียของมันสำปะหลังจากการขุดหรือถอนมันสำปะหลัง ซึ่งได้แก่มันสำปะหลังที่หลงเหลืออยู่ในดินหลังการขุด/ถอนแล้ว โดยใช้สมการที่ 3.7

ร้อยละความสูญเสียมันสำปะหลังจากขุดหรือถอน

$$= \frac{\text{น้ำหนักมันสำปะหลังที่หลงเหลือใต้ดินหลังการขุด (กก.)}}{\text{น้ำหนักมันสำปะหลังทั้งหมดที่เกษตรกรขุดได้ (กก.)}} \times 100 \qquad \text{...(3.7)}$$

3.1.5.8 คำนวณร้อยละความสูญเสียของมันสำปะหลังจากการเก็บรวมกองเหง้ามันสำปะหลัง ได้แก่มันสำปะหลังที่หลงเหลืออยู่บนผิวดินหลังการเก็บรวมกองเหง้ามันสำปะหลังแล้ว โดยใช้สมการที่ 3.8

ร้อยละความสูญเสียมันสำปะหลังจากเก็บรวมกอง

$$= \frac{\text{น้ำหนักมันสำปะหลังที่หลงเหลืออยู่บนผิวดิน (กก.)}}{\text{น้ำหนักมันสำปะหลังทั้งหมดที่เกษตรกรขุดได้ (กก.)}} \times 100 \qquad \text{...(3.8)}$$

3.2 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของพืชและดินที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชุดขุดเหง้ามันสำปะหลัง (Digging Unit) ชุดลำเลียงเหง้ามันสำปะหลัง (Conveying Unit) ขึ้นจากดินไปยังอุปกรณ์เก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลัง และอุปกรณ์เก็บรวบรวมและเทกองเหง้ามันสำปะหลัง

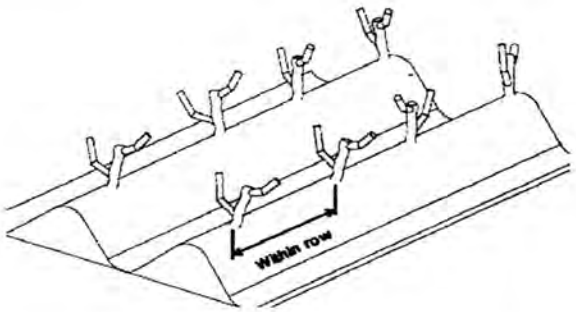
การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพมันสำปะหลังและดินที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชุดอุปกรณ์การทำงาน คุณสมบัติพื้นฐานทางกายภาพของพืชที่จะทำการศึกษาประกอบด้วย ระยะระหว่างต้น ระยะระหว่างแถว ระยะความเบี่ยงเบนของต้นมันสำปะหลังจากแนวกึ่งกลางแถวปลูก ความกว้างและความยาวของเหง้าฯ ความลึกการหยั่งหัวของมันสำปะหลัง น้ำหนักเหง้าฯ มุมเสียดทานสถิตของเหง้าฯ และความหนาแน่นปรากฏของเหง้ามันสำปะหลัง

สำหรับคุณสมบัติพื้นฐานทางกายภาพของดินในวันเก็บเกี่ยว ที่จะทำการศึกษาประกอบด้วย ชนิดเนื้อดิน ความชื้น ความหนาแน่น และแรงต้านการแทงทะลุของดิน ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพทั้งหมดนี้จะสุ่มศึกษาจากแปลงมันสำปะหลังในวันที่เกษตรกรทำการเก็บเกี่ยว รายละเอียดการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพแต่ละแปลงสุ่มประกอบด้วย

3.2.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของมันสำปะหลังเพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบชุดขุดเหง้ามันสำปะหลัง

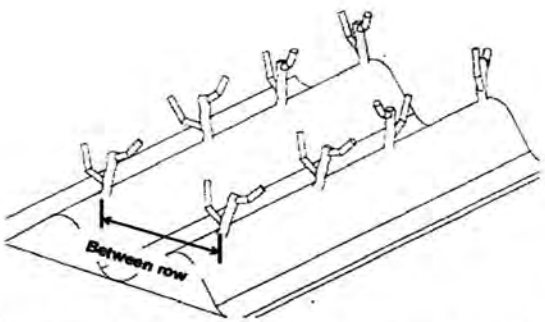
คุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของมันสำปะหลังต่างๆ และวิธีการศึกษาได้แก่

3.2.1.1 ระยะระหว่างต้นมันสำปะหลัง โดยวัดระยะจากแนวศูนย์กลางต้นถึงแนวศูนย์กลางต้นถัดไปที่อยู่ในแถวเดียวกันในแนวระนาบ (ภาพที่ 3.1)



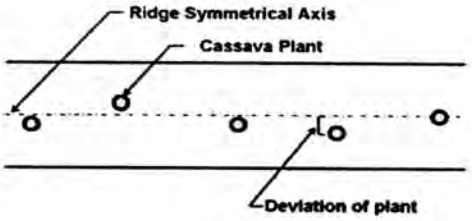
ภาพที่ 3.1 ภาพร่างการวัดระยะระหว่างต้นมันสำปะหลัง

3.2.1.2 ระยะระหว่างแถวของมันสำปะหลัง จะวัดระยะจากแนวกึ่งกลางสันร่องถึงแนวกึ่งกลางกลางสันร่องถัดไปที่อยู่บนแถวปลูกติดกันในแนวระนาบและตั้งฉากกับแถวมันสำปะหลัง (ภาพที่ 3.2)



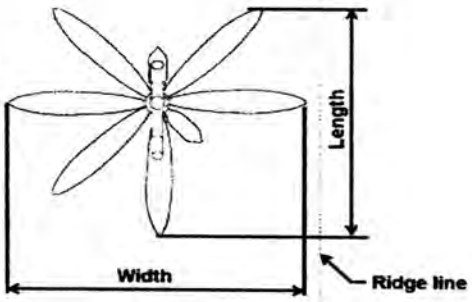
ภาพที่ 3.2 ภาพร่างการวัดระยะระหว่างแถวมันสำปะหลัง

3.2.1.3 ระยะความเบี่ยงเบนของต้นมันสำปะหลังจากแนวกึ่งกลางแถว โดยการขึงเส้นเอ็นไนล่อนในแนวกึ่งกลางสันร่อง แล้ววัดระยะจากแนวศูนย์กลางต้นมันสำปะหลังถึงเส้นเอ็นไนลอนในแนวระนาบตั้งฉากกับเส้นเอ็นไนลอน (ภาพที่ 3.3)



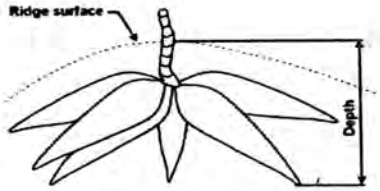
ภาพที่ 3.3 ภาพร่างการวัดระยะความเบี่ยงเบนของต้นมันสำปะหลังจากแนวกึ่งกลางแถว

3.2.1.4 ความกว้างและความยาวของเหง้ามันสำปะหลัง วัดความกว้างการแผ่ของเหง้ามันสำปะหลังในแนวตั้งฉากกับแถวปลูกโดยวัดในแนวระนาบจากปลายสุดของหัวมันสำปะหลังถึงปลายสุดของหัวมันสำปะหลังอีกด้านหนึ่ง และวัดความยาวการแผ่ของเหง้ามันสำปะหลังในแนวของแถวปลูก ซึ่งจะวัดจากปลายสุดของหัวมันสำปะหลังถึงปลายสุดของหัวมันสำปะหลังเช่นกัน (ภาพที่ 3.4)



ภาพที่ 3.4 ภาพร่างการวัดความกว้างและความยาวของเหง้ามันสำปะหลัง

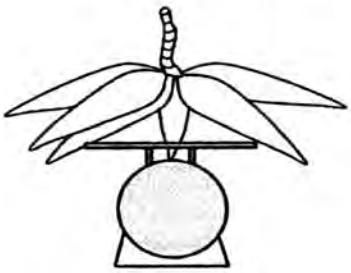
3.2.1.5 ความลึกการหยั่งหัวมันสำปะหลัง เป็นการวัดระยะความลึกที่สุดที่หัวมันสำปะหลังหยั่งหัวลงในดิน โดยวัดระยะจากสันร่องลงในแนวดิ่ง (ภาพที่ 3.5)



ภาพที่ 3.5 ภาพร่างการวัดความลึกการหยั่งหัวมันสำปะหลัง

3.2.2 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของมันสำปะหลัง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบชุดลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังขึ้นจากดินไปยังอุปกรณ์เก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลัง

ข้อมูลบางส่วนใช้ข้อมูลจากข้อ 3.2.1 และมีข้อมูลที่ต้องศึกษาเพิ่มเติมคือ น้ำหนักเหง้ามันสำปะหลังแต่ละเหง้า หลังจากขุดเหง้ามันสำปะหลังขึ้นจากดินและแยกเศษดินออกแล้วจะชั่งน้ำหนักของเหง้ามันสำปะหลังแต่ละเหง้า (ภาพที่ 3.6)

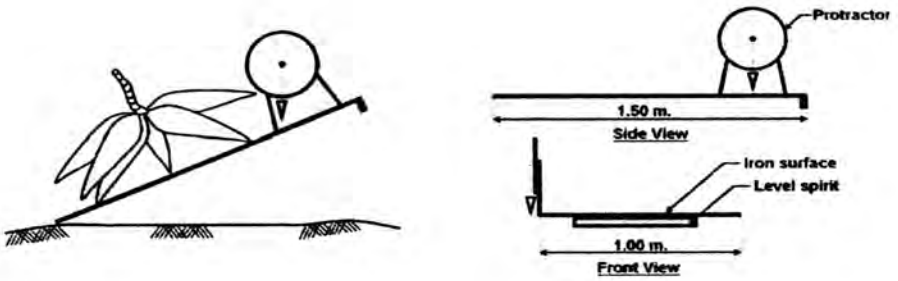


ภาพที่ 3.6 ภาพร่างการชั่งน้ำหนักเหง้ามันสำปะหลัง

3.2.3 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของมันสำปะหลัง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบอุปกรณ์เก็บรวบรวมและเทกองเหง้ามันสำปะหลัง

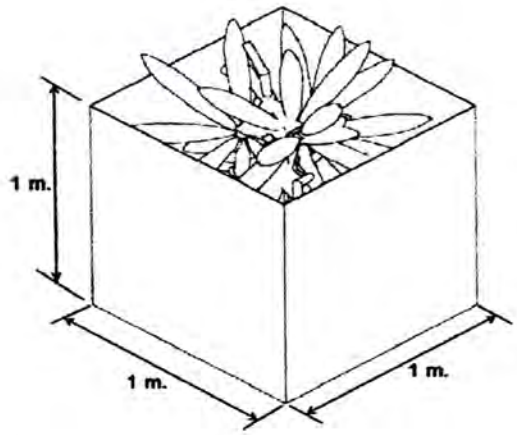
ข้อมูลบางส่วนใช้ข้อมูลจากข้อ 3.2.1 – 3.2.2 และมีข้อมูลที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม ดังนี้

3.2.3.1 มุมเสียดทานสถิตบนพื้นเหล็ก จะแบ่งด้านของเหง้ามันสำปะหลังเป็น 4 ด้านในแนวระนาบ ตั้งฉากกัน จากนั้นจึงทดสอบมุมเสียดทานสถิตย์ทีละด้านของแต่ละเหง้าบนพื้นเหล็ก โดยทุกเหง้าจะทดสอบด้วยการวางหันแต่ละด้านเข้าหาจุดหมุน เพื่อศึกษามุมเสียดทานสถิตแล้วค่อยๆ เอียงพื้นเหล็กจนกระทั่งเหง้ามันสำปะหลังเริ่มไถลลงจากพื้นจึงอ่านมุมเอียง (ภาพที่ 3.7)



ภาพที่ 3.7 ภาพร่างการวัดมุมเสียดทานสถิตของเหง้ามันสำปะหลัง (ซ้าย) และอุปกรณ์ที่ใช้ (ขวา)

3.2.3.2 ความหนาแน่นปรากฏของเหง้ามันสำปะหลัง ข้อมูลความหนาแน่นปรากฏของเหง้ามันสำปะหลังจะใช้สำหรับการออกแบบอุปกรณ์เก็บรวบรวมและเทกองเหง้ามันสำปะหลัง ซึ่งจะศึกษาโดยสร้างกล่องขนาด กว้าง × ยาว × สูง เท่ากับ 1 × 1 × 1 เมตร แล้วเลียนแบบการปล่อยเหง้าจากอุปกรณ์เก็บลำเลียงเหง้าจากดินขึ้นปล่อยลงกระบะรวบรวม โดยใช้คนโยนเหง้ามันสำปะหลังใส่กล่องจากระยะห่างจากกล่อง 1 เมตร เมื่อโยนเหง้ามันสำปะหลังลงเต็มกล่องแล้วจึงนำเหง้ามันสำปะหลังออกมาชั่งน้ำหนักทีละเหง้าเพื่อคำนวณความหาแน่นปรากฏของเหง้ามันสำปะหลัง (ภาพที่ 3.8)



ภาพที่ 3.8 ภาพร่างการศึกษาความหนาแน่นปรากฏของเหง้ามันสำปะหลังโดยการบรรจุกล่อง

3.2.4 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของดิน เพื่อใช้ในการออกแบบชุดขุดเหง้ามันสำปะหลัง

คุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของดินที่จะศึกษา จะเป็นการเก็บตัวอย่างดินจากสันร่องที่ปลูกมันสำปะหลังเท่านั้นไม่ศึกษาข้อมูลจากแนวท้องร่อง ข้อมูลที่จะศึกษาประกอบด้วย

3.2.4.1 ชนิดเนื้อดิน โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างเนื้อดินจากแนวสันร่องที่ปลูกมันสำปะหลัง จำนวน 3 ซ้ำ ต่อแปลงทดสอบ เพื่อวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ดินทราย (Sand) ตะกอนทราย (Silt) และดินเหนียว (Clay) ด้วยวิธีการตกตะกอน (Sammis T., 2007) แล้วจึงเทียบกับตารางสามเหลี่ยมเนื้อดินเพื่อระบุชนิดเนื้อดิน

3.2.4.2 ความชื้นดิน จะสุ่มเก็บตัวอย่างดินจากแนวสันร่องที่ปลูกมันสำปะหลัง จำนวน 3 ซ้ำ ต่อแปลงทดสอบโดยเก็บตัวอย่างลึกจากผิวดินประมาณ 10 เซ็นติเมตร เก็บรวบรวมใส่ถุงพลาสติกมัดปากถุงให้แน่นป้องกันการสูญเสียความชื้น แล้วจึงนำมาชั่งน้ำหนักและอบลดความชื้นในห้องปฏิบัติการตามวิธีแนะนำของ RNAM (RNAM Test Code and Procedure for Farm Machinery, 1995)

3.2.4.3 ความหนาแน่นของดิน จะสุ่มเก็บตัวอย่างดินจากแนวสันร่องที่ปลูกมันสำปะหลังจำนวน 3 ซ้ำ ต่อแปลงทดสอบ ซึ่งเก็บตัวอย่างลึกจากผิวดินประมาณ 10 เซนติเมตร โดยใช้จอบขุดเปิดหน้าดินแล้วใช้กระบอกเก็บตัวอย่างดินตอกเก็บตัวอย่าง เมื่อขุดเก็บกระบอกขึ้นมาแล้วจะใส่ถุงพลาสติกมัดปากถุงให้แน่นเพื่อป้องกันความชื้นสูญเสีย แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก อบลดความชื้น และคำนวณความหนาแน่นของดิน ในห้องปฏิบัติการตามวิธีแนะนำของ RNAM (RNAM Test Code and Procedure for Farm Machinery, 1995)

3.2.4.4 ค่าแรงต้านการแทงทะลุของดิน จะสุ่มวัดแรงต้านการแทงทะลุของดินบนแนวสันร่องที่ปลูกมันสำปะหลัง จำนวน 3 ซ้ำ ต่อแปลงทดสอบ โดยวัดจากผิวดินสันร่องจนถึงความลึกประมาณ 25 เซนติเมตร ด้วยเครื่องมือกดวัดแรงต้านการแทงทะลุของดิน ยี่ห้อ Eijkelkamp รุ่น 060126 ซึ่งวิธีการวัดจะอ้างอิงตาม ASAE S313.2 (ASAE STANDARD, 1994)

3.2.5 การวิเคราะห์ผลการศึกษา

เมื่อศึกษาข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของพืชและดินแล้วจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลเพื่อใช้สำหรับการออกแบบต่อไป โดยการวิเคราะห์ดังนี้

3.2.5.1 ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของพืช จะวิเคราะห์ค่าตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ของแต่ละชุดข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบอุปกรณ์การทำงานในขั้นตอนต่อไป

3.2.5.2 ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของดิน จะคำนวณค่าเฉลี่ย แล้วเก็บไว้เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบ และใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ทำงานต่อไป

3.3 การวิเคราะห์รูปแบบการทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังเพื่อกำหนดกรอบการออกแบบ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการทำงาน ซึ่งประกอบด้วย การเคลื่อนที่ทางตรงระหว่างการขุดและการเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังลงในกระบะ การเทกองเหง้ามันสำปะหลัง และการเลี้ยวหัวแปลง ผลการวิเคราะห์รูปแบบการทำงานที่เป็นไปได้จะนำไปใช้ในการกำหนดกรอบการออกแบบต่อไป

วิธีการวิเคราะห์ดำเนินการโดยใช้วิธีการวิเคราะห์แผนผัง ซึ่งประกอบด้วยสองส่วนหลัก ได้แก่

3.3.1 การวิเคราะห์แผนผังรูปแบบการกองเหง้ามันสำปะหลัง

การวิเคราะห์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการรวมกองเหง้ามันสำปะหลังหลังจากการขุดแล้วที่จะช่วยลดจำนวนเที่ยวการเดินเข้าทำงานในขั้นตอนการตัดเหง้า และขั้นตอนการรวบรวมขึ้นรถบรรทุก ซึ่งเป็นการหารูปแบบแผนผังการรวมกองเหง้ามันสำปะหลังในแปลงเพื่อลดการทำงานซ้ำซ้อนลง

3.3.2 การวิเคราะห์แผนผังรูปแบบการทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลัง

การวิเคราะห์แผนผังรูปแบบการทำงานของเครื่องขุดฯ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางในการทำงานของขบวนเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันฯ และความสัมพันธ์ของรูปแบบการทำงานกับขนาดภาพรวมของขบวนเครื่องขุดและรวบรวมเหง้ามันฯ เพื่อเป็นแนวคิดและกรอบในการออกแบบเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันฯ ต่อไป สำหรับข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย

1) ขนาดรถแทรกเตอร์ต้นกำลัง ใช้ขนาดของรถแทรกเตอร์ขนาด 80 – 90 แรงม้า

2) ขนาดของไถขุด ใช้ขนาดของไถขุดมันสำปะหลัง มข. 46

3) ขนาดของรถบรรทุกเหง้ามันสำปะหลังภายหลังการขุด ใช้ขนาดของรถสาลี่พ่วงรถไถเดินตาม รถเทรลเลอร์สำหรับพ่วงรถแทรกเตอร์ รถเกษตรกร(รถอีแต๋น) รถบรรทุก 6 ล้อ และรถบรรทุก 10 ล้อ

โดยการสมมติรูปแบบการทำงานแบบต่างๆ ที่คาดว่าจะเป็นไปได้ จากนั้นจึงวิเคราะห์แผนผังการทำงานแต่ละรูปแบบ เพื่อประเมิน

1) ขนาดความกว้างและความยาวของขบวน

2) ขนาดความยาวแปลง

3) ระยะเลี้ยวหัวแปลง

เพื่อให้ได้ขนาดของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังที่กะทัดรัดที่สุดที่เป็นไปได้ และรูปแบบการทำงานที่เป็นไปได้ ข้อมูลดังกล่าวนี้จะใช้เป็นกรอบในการออกแบบอุปกรณ์ของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังในขั้นตอนต่อไป

3.4 การพัฒนาหลักการทำงานของชุดขุดเหง้ามันสำปะหลัง (Digging Unit) และชุดลำเลียงเหง้ามันสำปะหลัง (Conveying Unit) จากพื้นดินไปยังอุปกรณ์เก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลัง และกำหนดกรอบการออกแบบ

จากปัญหาการลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังภายหลังการขุดที่เคยเกิดขึ้นกับเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังซึ่งพัฒนาโดย Odigboh และ Moreira (2002a) จนทำให้ต้องหยุดการพัฒนาเครื่องฯ รวมถึงการเสนอให้เปลี่ยนหลักการทำงานของเครื่องฯ Odigboh และ Moreira (2002b) ดังรายละเอียดที่รายงานแล้วในบทที่ 2 ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น โดยการพัฒนาหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้สามารถลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังภายหลังการขุด จากพื้นดินไปยังอุปกรณ์เก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังได้ ซึ่งประกอบด้วยชุดขุดเหง้ามันสำปะหลัง และชุดลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังฯ โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

3.4.1 การพัฒนาหลักการทำงานชุดขุดเหง้ามันสำปะหลัง

จากเป้าหมายของการออกแบบเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบที่ต้องการให้มีความยาวน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อลดเวลาในการเลี้ยวหัวงาน ดังนั้นจึงเลือกใช้กระพ้อลำเลียงเป็นอุปกรณ์เก็บลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังจากพื้นดินไปยังอุปกรณ์เก็บรวบรวมเหง้ามันฯ อย่างไรก็ตาม เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่เคยเกิดขึ้นกับเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังซึ่งพัฒนาโดย Odigboh และ Moreira (2002a) การศึกษาในขั้นตอนนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเตรียมเหง้ามันสำปะหลังภายหลังการขุดให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการตักด้วยกระพ้อลำเลียง โดยจัดเตรียมเหง้ามันสำปะหลังภายหลังการขุดให้วางอยู่บนผิวดินที่ถูกย่อยให้ร่วนจนเหมาะสำหรับตักด้วยกระพ้อ เพื่อให้เกิดสภาพดังกล่าวจึงจำเป็นต้องพัฒนาหลักการทำงานของชุดขุด ซึ่งปกติทำ

หน้าที่ขุดอย่างเดียวให้มาทำหน้าที่เพิ่มขึ้นอีก 2 ประการ คือ ทำหน้าที่ย่อยดินขณะที่ขุดให้แตกร่วนเป็นก้อนเล็กๆ และทำหน้าที่ลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังภายหลังการขุดไปวางบนดินที่ถูกย่อยแล้วดังกล่าว โดยมีวิธีศึกษาดังนี้

3.4.1.1 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผาลขุด เพื่อเลือกรูปแบบของผาลขุด รวมทั้งพัฒนารูปแบบของผาลขุด ให้สามารถขุดและย่อยดินรอบๆ เหง้ามันสำปะหลังให้แตกร่วน แล้วปล่อยดินที่ย่อยแล้วลงที่ด้านหลังผาล จากนั้นจึงลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังภายหลังการขุดไปวางไว้บนผิวดินที่ย่อยแล้วโดยวางที่แนวกึ่งกลางผาลเพื่อช่วยให้กระพ้อลำเลียงสามารถตักเก็บเหง้ามันสำปะหลังได้ตรงตำแหน่งเหง้าตลอดเวลา และป้องกันไม่ให้กระพ้อกระแทกเข้ากับดินก้อนใหญ่จนสะดุด ไม่สามารถทำงานต่อไปดังเช่นที่เคยเกิดกับเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังซึ่งพัฒนาโดย Odigboh และ Moreira (2002a)

3.4.1.2 การทดสอบหาขนาดความยาวผาลขุดที่เหมาะสม เพื่อให้ดินบนผาลขุดยังคงสามารถไหลข้ามผาลขุดได้สะดวกและต่อเนื่อง ไม่เกิดปัญหาดินกองอยู่บนผาลขุด ซึ่งการทดสอบหาความยาวผาลขุดที่เหมาะสมนี้ ใช้วิธีทดสอบในรางดิน

3.4.2 การพัฒนาหลักการทำงานของชุดลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังจากพื้นดินไปยังอุปกรณ์เก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลัง

จากเป้าหมายของการออกแบบเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังดังกล่าวมาข้างต้น จึงเลือกใช้กระพ้อลำเลียงเป็นอุปกรณ์สำหรับลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังจากพื้นดินไปยังอุปกรณ์เก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลัง ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบค่าที่เหมาะสมของตัวแปรสำคัญของกระพ้อลำเลียง เพื่อใช้ค่าที่เหมาะสมดังกล่าวเป็นกรอบในการออกแบบกระพ้อให้สามารถลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังภายหลังการุดได้ทันและสอดคล้องกับการทำงานของชุดขุด โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

3.4.2.1 การออกแบบขนาดลูกกระพ้อ และระยะห่างระหว่างลูกกระพ้อ โดยออกแบบให้เหมาะสมกับคุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของมันสำปะหลังในข้อ 3.2

3.4.2.2 การทดสอบหาความเร็วที่เหมาะสมของกระพ้อ จากปัญหาการตักเก็บเหง้ามันสำปะหลังของกระพ้อลำเลียงที่พัฒนาโดย Odigboh และ Moreira (2002a) เนื่องจากความเร็วกระพ้อสูงจนเกิดการกระแทกนั้น จึงจะศึกษาความเร็วที่เหมาะสมของลูกกระพ้อใน 3 ประเด็น ได้แก่ การทดสอบเพื่อหาความเร็วที่เหมาะสมของลูกกระพ้อ การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเร็วการตักของลูกกระพ้อ และการวิเคราะห์หาความเร็วการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องขุดฯ เมื่อต้องทำงานร่วมกับกระพ้อ ดังนี้

1) การทดสอบหาความเร็วที่เหมาะสมของกระพ้อ โดยการทดสอบความสามารถในการตักเหง้าแต่ละครั้ง เมื่อกระพ้อทำงานที่ความเร็ว 6 ระดับ ได้แก่ 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 และ 3.0 เมตร/วินาที ดำเนินการทดสอบโดยให้กระพ้อทำงานจากนั้นสุ่มวางเหง้ามันสำปะหลังทีละเหง้าบนพื้นดินด้านหลังผาลขุด ที่ตำแหน่งสำหรับตักเก็บเหง้ามันสำปะหลัง แล้วบันทึกผลการตักเก็บเหง้าฯ โดยแต่ละความเร็วทำการทดสอบ 30 ซ้ำ หรือ 30 เหง้า ซึ่งเทียบเท่าระยะทางขุดไม่น้อยกว่า 25 เมตร ภายหลังการทดสอบ คำนวณร้อยละของเหง้ามันสำปะหลังที่ลูกกระพ้อสามารถตักได้ตามสมการที่ 3.9 เพื่อแสดงความสามารถในการตักของเหง้ามันสำปะหลังของกระพ้อ

$$\text{ร้อยละของเหง้ามันสำปะหลังที่สามารถตักเก็บได้} = \frac{\text{จำนวนเหง้ามันสำปะหลังที่ตักเก็บได้ (เหง้า)}}{\text{จำนวนเหง้ามันสำปะหลังที่ทดสอบทั้งหมด (เหง้า)}} \times 100 \qquad ...(3.9)$$

2) การวิเคราะห์ดัชนีความเร็วของกระพ้อในการตักเก็บเหง้ามันสำปะหลังเมื่อมีระยะห่างระหว่างต้นระดับต่างๆ เนื่องจากการขุดมันสำปะหลังและการลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังจะต้องทำงานต่อเนื่องกันไปตลอดเวลาของการทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลัง โดยมีความสัมพันธ์ดังสมการที่ 3.10

$$\frac{\text{ความเร็วของลูกกระพ้อ (เมตร/วินาที)}}{\text{ความเร็วการทำงานของเครื่องขุดฯ (เมตร/วินาที)}} = \frac{\text{ระยะห่างระหว่างลูกกระพ้อ (เมตร)}}{\text{ระยะห่างระหว่างต้นมันสำปะหลัง (เมตร)}} \qquad ...(3.10)$$

จากความสัมพันธ์ข้างต้น ค่าสัดส่วนระหว่างความเร็วของลูกกระพ้อกับความเร็วของการทำงานเครื่องขุดฯ หรือค่าดัชนีการตักของกระพ้อลำเลียง จะมีค่าคงที่เมื่อมีระยะระหว่างต้นมันสำปะหลังคงที่ อย่างไรก็ตามระยะระหว่างต้นมันสำปะหลังในแต่ละพื้นที่ที่ปลูกมีค่าแตกต่างกัน ดังนั้นความเร็วที่เหมาะสมของกระพ้อ หรือค่าดัชนีการตักเหง้าของกระพ้อลำเลียง จะแปรตามระยะห่างระหว่างต้นมันสำปะหลัง ในการศึกษานี้จึงจะแสดงความเร็วที่เหมาะสมของลูกกระพ้อในรูปของค่าดัชนีการตักเหง้าของกระพ้อลำเลียงตามสมการที่ 3.11

$$\text{ค่าดัชนีการตักของกระพ้อ} = \frac{\text{ระยะห่างระหว่างลูกกระพ้อ (เมตร)}}{\text{ระยะห่างระหว่างต้นมันสำปะหลัง (เมตร)}} \qquad ...(3.11)$$

3) การวิเคราะห์หาความเร็วที่เหมาะสมในการทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังเมื่อทำงานร่วมกับกระพ้อลำเลียง จากผลการออกแบบและผลการ

ทดสอบหาความเร็วที่เหมาะสมของลูกกระพ้อดังกล่าวข้างต้น สามารถวิเคราะห์หาความเร็วที่เหมาะสมในการขุดมันสำปะหลังด้วยสมการที่ 3.12 ดังนี้

$$\text{ความเร็วในการทำงานของเครื่องขุดฯ (เมตร//วินาที)} = \frac{\text{ระยะห่างระหว่างต้นมันฯ (เมตร)} \times \text{ความเร็วลูกกระพ้อ (เมตร/วินาที)}}{\text{ระยะระหว่างลูกกระพ้อ (เมตร)}} \quad ...(3.12)$$

3.4.3 การกำหนดกรอบการออกแบบ

จากผลการศึกษาตามข้อ 3.4.1 – 3.4.2 กำหนดกรอบการออกแบบ ชุดขุด (Digging Unit) และ ชุดลำเลียงเหง้ามันสำปะหลัง (conveying Unit) ของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ

3.5 การออกแบบและสร้าง ชุดขุดเหง้ามันสำปะหลัง (Digging Unit) ชุดลำเลียงเหง้ามันสำปะหลัง (Conveying Unit) จากพื้นดินไปยังอุปกรณ์เก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลัง อุปกรณ์เก็บรวบรวมและเทกองเหง้ามันสำปะหลัง และสร้างเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ

การออกแบบและสร้างอุปกรณ์การทำงาน และสร้างเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ แล้วนำมาทดสอบการทำงานภาคสนามเพื่อยืนยันผลของแนวคิดและผลการวิเคราะห์ข้างต้น สำหรับการออกแบบจะนำแนวคิดและกรอบการออกแบบที่ได้วิเคราะห์ข้างต้นเป็นแนวทางในการออกแบบสร้าง ซึ่งการออกแบบจะออกแบบเชิงการทำงานโดยไม่เน้นการออกแบบชิ้นส่วน การออกแบบเครื่องต้นแบบฯ ครั้งนี้จะออกแบบให้ขนาดของอุปกรณ์ทำงานต่างๆ ครอบคลุมขนาดมันสำปะหลังที่ตำแหน่ง 90 เปอร์เซ็นต์ไทล์ เพื่อให้ประหยัดงบประมาณในการศึกษา ซึ่งส่วนประกอบที่จะออกแบบและสร้างประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนได้แก่

3.5.1 การออกแบบชุดขุดเหง้ามันสำปะหลัง

การออกแบบชุดขุดเหง้ามันสำปะหลัง มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้างอุปกรณ์ขุดและเตรียมเหง้ามันฯ ที่จะสามารถขุดเหง้ามันสำปะหลังขึ้นจากดินแล้วสามารถวางเหง้ามันสำปะหลังบนผิวดินเพื่อเตรียมเหง้ามันสำปะหลังให้ชุดลำเลียงสามารถเก็บลำเลียงได้สะดวกมี

ประสิทธิภาพ โดยใช้ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของมันสำปะหลัง และข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของดินจากผลการศึกษาในข้อ 3.2 และผลการวิเคราะห์ในข้อ 3.4

3.5.2 การออกแบบชุดลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังขึ้นกระบะรวบรวม

การออกแบบชุดลำเลียงเหง้ามันฯ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบกระพ้อเก็บลำเลียงเหง้ามันฯ จากพื้นดินขึ้นกระบะรวบรวมเหง้ามันฯ ที่สามารถตักเหง้ามันฯ ได้ต่อเนื่อง ไม่ทำให้เหง้ากระเด็นหลุดจากลูกกระพ้อในจังหวะการตัก มีน้ำหนักเบา และสามารถลำเลียงได้ต่อเนื่องไม่เกิดการบิดตัวของโซ่กระพ้อจากน้ำหนักลูกกระพ้อและวัสดุในกระพ้อในขณะลำเลียง โดยใช้ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของมันสำปะหลังและข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของดินจากผลการศึกษาในข้อ 3.2 และผลการวิเคราะห์ในข้อ 3.4

3.5.3 การออกแบบรถพ่วงสำหรับการรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังและการเทกอง

มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบส่วนประกอบของเครื่องขุดและเก็บรวบรบวมเหง้ามันฯ อื่นๆ ตลอดทั้งกระบะรวบรวมเหง้ามันฯ ให้สามารถทำงานในภาคสนาม โดยการใช้แทรกเตอร์ขนาด 70 – 80 แรงม้าเป็นต้นกำลัง ซึ่งอิงกรอบการวิเคราะห์ในข้อ 3.3 และ 3.4 และกระบะรวบรวมเหง้ามันฯ นั้นจะออกแบบให้สามารถรวบรวมและนำเหง้าฯ ไปเทรวมกองที่ตำแหน่งเทรวมกองที่วิเคราะห์ตามข้อ 3.3 ได้

3.5.4 การสร้างเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบและทดสอบการทำงานเบื้องต้น

มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างอุปกรณ์การทำงาน และเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ ตามที่ได้ออกแบบในข้อ 3.5.1 – 3.5.3 ข้างต้น เมื่อสร้างเสร็จแล้วจะทดสอบการทำงานเบื้องต้นและปรับปรุงเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ ที่อาจพบ

3.6 การทดสอบ และประเมินความสามารถในการทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาสมรรถนะในทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบในสภาพแปลง โดยมีรายละเอียดวิธีการทดสอบดังนี้

3.6.1 การทดสอบสมรรถนะในทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ

ฤดูการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของเกษตรกรส่วนใหญ่อยู่ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวดินมีความชื้นไม่เท่ากัน ในการทดสอบครั้งนี้จะสุ่มทดสอบในช่วงเวลาดังกล่าวจำนวน 5 ซ้ำ (5 ครั้ง) และการทดสอบแต่ละซ้ำจะใช้พื้นที่ไม่น้อยกว่า 400 ตารางเมตร โดยมีรายละเอียดในการทดสอบแต่ละซ้ำดังนี้

3.6.1.1 เก็บข้อมูลพืชและดินเพื่อเป็นข้อมูลประกอบได้แก่ พันธุ์มันสำปะหลัง อายุเก็บเกี่ยว ระยะระหว่างต้น ระยะระหว่างแถว ความชื้นดิน ความหนาแน่นของดิน ค่าแรงต้านการแทงทะลุของดิน

3.6.1.2 ทดสอบความสามารถในการทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ โดยจับเวลาเฉพาะการขุด จับเวลาเฉพาะการเลี้ยว จับเวลาเฉพาะการเทกองและจับเวลารวมในการทำงานทั้งหมดในแปลง

3.6.1.3 ภายหลังการทดสอบสุ่มพื้นที่ขนาด 1 × 3 เมตร ตามแนวยาวของแปลงเพื่อเก็บข้อมูลความสูญเสียของมันสำปะหลัง จากการทำงานของเครื่องขุดฯ ต้นแบบ

3.6.2 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

การวิเคราะห์ผลการทดสอบในประเด็นต่อไปนี้

3.6.2.1 ความสามารถทางทฤษฎีในการขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ เป็น ไร่/คน-ชั่วโมง โดยใช้สมการที่ 3.13

$$\text{ความสามารถทางทฤษฎีในการขุดและเก็บรวบรวมเหง้าฯของเครื่องต้นแบบ (ไร่/คน - ชั่วโมง)} = \frac{\text{พื้นที่ที่ทำงานได้ทั้งหมด (ไร่)}}{\text{(เวลาเฉพาะในการขุด (ชั่วโมง))} \times \text{จำนวนคนทำงาน (คน)}} \quad \text{...(3.13)}$$

3.6.2.2 ความสามารถจริงในการขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ เป็น ไร่/คน-ชั่วโมง โดยใช้สมการที่ 3.14

$$\text{ความสามารถจริงในการขุดและเก็บรวบรวมเหง้าฯของเครื่องต้นแบบ (ไร่/คน - ชั่วโมง)} = \frac{\text{พื้นที่ที่ทำงานได้ทั้งหมด (ไร่)}}{\text{(เวลาในการขุด + เวลาในการเลี้ยวหัวแปลง + เวลาในการเทกองเหง้า (ชั่วโมง))} \times \text{จำนวนคนทำงาน (คน)}} \quad \text{..(3.14)}$$

3.6.2.3 ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ คำนวณจากสมการที่ 3.15

$$\text{ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้าฯ (ร้อยละ)} = \frac{\text{ความสามารถจริงในการขุดและเก็บรวบรวมเหง้าฯ ของเครื่องต้นแบบ (ไร่/ชั่วโมง)}}{\text{ความสามารถทางทฤษฎีในการขุดและเก็บรวบรวมเหง้าฯ ของเครื่องต้นแบบ (ไร่/ชั่วโมง)}} \times 100 \quad \text{...(3.15)}$$

3.6.2.4 ความสูญเสียของมันสำปะหลังจากการทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ คำนวณจากสมการที่ 3.16

$$\text{ร้อยละความสูญเสียของมันสำปะหลังจากการทำงาน} = \frac{\text{น้ำหนักมันสำปะหลังที่ตกค้างไม่ถูกลำเลียงขึ้นกระบะบรรทุก (ก.ก.)}}{\text{น้ำหนักมันสำปะหลังที่เครื่องขุดฯ ต้นแบบเก็บได้ (กก.) + น้ำหนักมันสำปะหลังตกค้างบนผิวดินและใต้ดิน (ก.ก.)}} \times 100 \quad \text{...(3.16)}$$

3.7 การเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ กับความสามารถในการขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังด้วยวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้ทั่วไป และการประเมินเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเบื้องต้น

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังต้นแบบ กับความสามารถในการขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังด้วยวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้ทั่วไป ที่ได้ศึกษาเป็นข้อมูลพื้นฐานไว้ในข้อที่ 3.1 ตลอดทั้งประเมินเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการทำงานเบื้องต้น เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพและความเหมาะสมในการพัฒนาเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้าฯ ต้นแบบต่อไป โดยมีรายละเอียดการเปรียบเทียบในประเด็นต่อไปนี้

3.7.1 การเปรียบเทียบอัตราการขุดและเก็บรวมกองเหง้ามันสำปะหลัง

มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบความสามารถในการขุดและเก็บรวบรวมกองเหง้าฯ ระหว่างการใช้เครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันฯ ต้นแบบ เมื่อเปรียบเทียบกับการขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันด้วยวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้งานทั่วไปแต่ละวิธี โดยการเปรียบเทียบอัตราการขุดและเก็บรวมกองเหง้ามันสำปะหลังเชิงพื้นที่ในหน่วย ไร่/คน-ชั่วโมง

3.7.2 การเปรียบเทียบร้อยละความสูญเสียในการทำงาน

มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบร้อยละความสูญเสียในการทำงานระหว่างการใช้เครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันฯ กับการใช้วิธีการขุดและเก็บรวบรวมเหง้าฯ โดยวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้ทั่วไป โดยการเปรียบเทียบร้อยละความสูญเสียในการทำงานของเครื่องขุดเปรียบเทียบกับร้อยละความสูญเสียในการขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังด้วยแรงงานคนของเกษตรกร

3.7.3 การประเมินเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการทำงานเบื้องต้น

มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการทำงานระหว่างการใช้เครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันกับการขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันฯ ด้วยวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้ทั่วไป ซึ่งการประเมินครั้งนี้จะใช้ตัวเลขที่สมมติขึ้นโดยยึดความน่าที่จะเป็นไปได้มาประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นในประเมินเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการทำงานของทั้งสองวิธีดังกล่าว

ผลการศึกษาเปรียบเทียบ จะใช้ประโยชน์ต่อการประเมินศักยภาพการทำงานของเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลัง รวมถึงเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องขุดและเก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังให้เป็นที่ยอมรับและนำไปใช้งานระดับเกษตรกรต่อไป