

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัย ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นในบทที่ 1 จึงวางแผนดำเนินการออกแบบ สร้าง ทดสอบ และประเมินผลเครื่องชุดมันสำปะหลัง ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

อนึ่งเกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังส่วนใหญ่ มีพื้นที่มากคือตั้งแต่ 10 ไร่ขึ้นไปจนถึง 100 ไร่และเครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมดินส่วนใหญ่เป็นรถแทรกเตอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่เกษตรกรมีการใช้อยู่แล้วนอกจากจะใช้ในการเตรียมดิน เกษตรกรบางรายก็นำไปใช้รับจ้าง ฉะนั้นการออกแบบเครื่องชุดมันสำปะหลังจึงใช้รถแทรกเตอร์เป็นเครื่องต้นกำลัง ดังนั้นการใช้งานเครื่องชุดมันสำปะหลังจึงมีเป้าหมายให้รถแทรกเตอร์เข้าไปใช้งานโดยไม่เกิดความเสียหายต่อหัวมันสำปะหลังทั้งที่ถูกชุดแล้วและยังไม่ได้ชุด และการชุดมันสำปะหลังของเครื่องชุดมันสำปะหลังควรให้มีการชุดได้ทั้งหมด หัวมันสำปะหลังที่ชุดได้ไม่ควรมีการแตก หัก ขาด และ/หรือ หลงเหลือในดิน หรือถ้ามีการสูญเสียและเสียหายควรมีเกิดขึ้นน้อยที่สุด

3.1 การศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับมันสำปะหลังเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องชุดมันสำปะหลัง

การศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับมันสำปะหลังนี้เป็นการศึกษาข้อมูลเพื่อนำมาเป็นเกณฑ์ในการออกแบบเครื่องชุดมันสำปะหลัง พันธุ์มันสำปะหลังที่แนะนำให้ปลูกมีหลายพันธุ์ เนื่องจากมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 1 (พันธุ์พื้นเมือง) ซึ่งนิยมปลูกกันแพร่หลาย และปลูกแบบขร่งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงหาข้อมูลเฉพาะมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 1 ที่ทำการปลูกแบบขร่งเท่านั้น สถานที่ศึกษาได้กระทำใน 2 พื้นที่ โดยการทดสอบเพื่อหาข้อมูลเบื้องต้นเพื่อนำมาใช้ออกแบบเครื่องได้กระทำที่จังหวัดชัยภูมิ 1 พื้นที่ คือที่บ้านดงน้อย ตำบลลาดใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดขอนแก่น 1 พื้นที่ คือที่บ้านดง ตำบลโคกสำราญ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

ข้อมูลเกี่ยวกับมันสำปะหลังที่ใช้ในการออกแบบเครื่องชุดมันสำปะหลัง ได้แก่

1. ระยะระหว่างแถวและระยะระหว่างต้นของการปลูก

2. ความกว้างที่หัวมันสำปะหลังแพร่กระจายทางด้านข้าง

3. ความลึกของหัวมันสำปะหลังในแนวดิ่ง

3.1.1 การศึกษาระยะห่างระหว่างแถวและระยะห่างระหว่างต้นของการปลูก

จากข้อมูลที่กรมส่งเสริมการเกษตรแนะนำให้เกษตรกรปลูกมันสำปะหลังมีระยะห่างระหว่างแถวและระยะห่างระหว่างต้น คือ 80 x 80, 80 x 100, 100 x 100 และ 100 x 120 เมตร (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2519) การศึกษาระยะปลูกมันสำปะหลังมีวัตถุประสงค์ เพื่อหาค่าความหนาแน่นของต้นมันสำปะหลัง กำหนดการใช้งานของรถแทรกเตอร์ และออกแบบความกว้างของหัวขุดมันสำปะหลังเนื่องจาก ล้อรถแทรกเตอร์อาจเหยียบหัวมันสำปะหลังทั้งที่ขุดแล้วและยังไม่ได้ขุด การศึกษาเป็นการวัดระยะห่างระหว่างแถวและระยะห่างระหว่างต้นจากที่เกษตรกรใช้ปฏิบัติในการเพาะปลูกทั่ว ๆ ไปในพื้นที่ จังหวัดชัยภูมิ 1 พื้นที่คือที่บ้านดงน้อย ตำบลลาดใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ และที่จังหวัดขอนแก่น 1 พื้นที่คือที่บ้านดง ตำบลโคกสำราญ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น ทำการวัดระยะระหว่างต้นจำนวน 25 ตัวอย่าง ทำการวัดระยะระหว่างแถวจำนวน 25 ตัวอย่าง

3.1.2 การศึกษาความกว้างที่หัวมันสำปะหลังแพร่กระจายรอบโคนต้น

การศึกษความกว้างที่หัวมันสำปะหลังแพร่กระจายทางด้านข้าง มีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการออกแบบความกว้างของอุปกรณ์ขุด การศึกษากระทำโดยการขุดดินออกจากดินในบริเวณที่มีหัวมันสำปะหลังอยู่โดยรอบแล้วนำดินออกจากบริเวณที่ขุด ทำการวัดขนาดของหัวมันสำปะหลังในทิศทางตั้งฉากกับร่อง จะได้ความกว้างของหัวมันสำปะหลังที่แพร่กระจายทางด้านข้าง ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำไปออกแบบขนาดความกว้างของหัวขุดมันสำปะหลัง และทำการวัดระยะที่หัวมันสำปะหลังแพร่กระจายในแนวนานกับร่องจะได้ความยาวของหัวมันสำปะหลังการปลูกลักษณะนี้จะทำให้หัวมันสำปะหลังกระจายหัวมันในแนวยาวตามความยาวของร่อง การเก็บตัวอย่างทำการวัดทั้งหมด 25 ตัวอย่างโดยวัดในพื้นที่เช่นเดียวกับข้อ 3.1.1

3.1.3 การศึกษาความลึกของหัวมันสำปะหลังในแนวดิ่ง

การศึกษความลึกของหัวมันสำปะหลังในแนวดิ่ง มีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลมาใช้ออกแบบหัวขุดให้สามารถปรับขุดลึกได้ ถึงบริเวณที่หัวมันสำปะหลังยังลึกในแนวดิ่ง ซึ่งความลึกที่ใช้ขุดหัวมันสำปะหลังควรออกแบบให้ขุดลึก ได้ลึกมากกว่าบริเวณปลายหัวมันสำปะหลัง เพื่อไม่ให้อุปกรณ์ขุดหัวมันสำปะหลังตัดหัวมันสำปะหลังในดิน การออกแบบเครื่องขุดมันสำปะหลังให้มีการปรับลึกได้ จึงเป็นสิ่งที่ควรพิจารณา การศึกษาทำการศึกษาเช่นเดียวกับข้อ 3.1.2 สถานที่ทำการวัดเช่นเดียวกับข้อ 3.1.1 การเก็บตัวอย่างทำการเก็บทั้งหมด 25 ตัวอย่าง

3.2 การศึกษารูปแบบอุปกรณ์ขุดมันสำปะหลังเบื้องต้น

การศึกษารูปแบบอุปกรณ์ชุดมันสำปะหลัง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหารูปแบบอุปกรณ์ชุดมันสำปะหลังเบื้องต้น แบบใดเหมาะสมที่จะนำมาประกอบ ติดตั้งทางด้านหน้าหรือด้านหลังของรถแทรกเตอร์ และแบบใดมีแนวโน้มเพื่อการนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ชุดมันสำปะหลังได้ เกณฑ์การพิจารณาเบื้องต้น ใช้การดูหัวมันสำปะหลังขาดและหลงเหลืออยู่ในดินน้อย ความยากง่ายในการชุด รวมทั้งความยากง่ายในการบังคับรถแทรกเตอร์ที่ใช้งาน การศึกษาได้ทำการทดลองที่แปลงทดลองปลูกมันสำปะหลังของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2536 การเตรียมพื้นที่ จะต้องตัดต้นมันสำปะหลังก่อนที่จะนำรถแทรกเตอร์เข้าไปทำงานจึงจะทำงานได้สะดวกซึ่งจะต้องตัดต้นก่อนในทุกกรณีที่ใช้เครื่องชุดมันสำปะหลังทำการทดสอบรูปแบบของเครื่องชุดมันสำปะหลังที่นำมาทดลอง มีการใช้รูปแบบจากการนำอุปกรณ์ที่เคยมีการใช้ รูปแบบที่ปรับเปลี่ยนจากอุปกรณ์อื่นโดยนำมาสร้างแล้วทดสอบ เนื่องจากการศึกษาหัวข้อ 3.1.2 การแพร่กระจายหัวมันสำปะหลังทางด้านข้าง พบว่าการแพร่กระจายจากโคนต้นไปด้านข้างมีค่าในช่วง 35 - 100 เซนติเมตร (รายละเอียดตามผลการทดสอบข้อ 4.1.2) จึงได้ใช้ความกว้างอุปกรณ์ชุดมันสำปะหลัง 100 เซนติเมตร เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่การแพร่กระจายด้านข้างของหัวมันสำปะหลัง และลดความเสียหายเนื่องจากหัวมันสำปะหลังถูกตัดขาด

รูปแบบของอุปกรณ์ชุดมันสำปะหลังที่นำมาพิจารณาออกแบบใช้รูปแบบของอุปกรณ์ชุดมันสำปะหลังที่มีอยู่เดิมมาทำการปรับปรุง แก้ไขปัญหาที่พบจากการนำไปทดลองใช้งาน และรูปแบบที่ออกแบบใหม่ นำไปทดลองชุดแล้วปรับปรุงจากปัญหาที่พบ ในสภาพพื้นที่การทำงานจริง อุปกรณ์ชุดมันสำปะหลังแบบใดที่นำไปทดลองแล้วไม่สามารถใช้งานได้ก็จะทำการรีออกแบบปรับปรุงออกแบบสร้างอุปกรณ์ชุดมันสำปะหลังแบบใหม่ ซึ่งพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ที่จะนำมาใช้ชุดมันสำปะหลังได้ อุปกรณ์ชุดหัวมันสำปะหลังที่ได้รับการพิจารณามี 4 แบบคือ

1. แบบผานหัวหมู
2. แบบรูปตัวยู
3. แบบรูปสี่เหลี่ยม
4. แบบรูปสามเหลี่ยม

3.2.1 การศึกษาอุปกรณ์ชุดมันสำปะหลังแบบผานหัวหมู

การศึกษอุปกรณ์ชุดมันสำปะหลังแบบผานหัวหมู มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้อุปกรณ์ชุดแบบผานหัวหมูชุดมันสำปะหลัง อุปกรณ์ชุดมันสำปะหลังแบบนี้เป็นอุปกรณ์ที่ทำการสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ทดสอบโดยสร้างที่ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น มีหน้ากว้างในการทำงาน 100 เซนติเมตร ใช้ติดด้านหลังรถแทรกเตอร์ชิดติดกับ 3 จุดของรถแทรกเตอร์ การปรับความลึกในการชุดใช้ไฮดรอลิก ปรับขึ้นลง การศึกษาเป็นการ

ทดสอบเบื้องต้นทำการทดสอบที่แปลงทดลองปลูกมันสำปะหลังของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2536 ก่อนการทดสอบจะต้องทำการตัดต้นมันสำปะหลังออกเพื่อให้รถแทรกเตอร์เข้าไปทำงานได้โดยสะดวกและต้องขนต้นมันสำปะหลังออกจากพื้นที่ เพื่อไม่ให้กีดขวางการทำงานของรถแทรกเตอร์ การพิจารณาผลการทดสอบจากการสังเกตหัวมันสำปะหลังที่ถูกขุดขึ้นมาว่ามีหัวมันสำปะหลังขาดและหลงเหลืออยู่ในดินเป็นลักษณะอย่างไร อุปกรณ์ขุดมันสำปะหลังแบบผานหัวหมู (ดังแสดงในภาพที่ 3.1)



ภาพที่ 3.1 แสดงอุปกรณ์ขุดมันสำปะหลังแบบผานหัวหมู

3.2.2 การศึกษาหัวขุดมันสำปะหลังรูปตัวยู

จากผลการทดลองในข้อ 4.2.1 พบปัญหาการทำงานของหัวขุดแบบผานหัวหมูจึงได้ปรับปรุงมาเป็นรูปตัวยู การศึกษาหัวขุดมันสำปะหลังรูปตัวยูมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำหัวขุดมันสำปะหลังลักษณะดังกล่าวมาใช้ขุดมันสำปะหลัง หัวขุดมันสำปะหลังรูปตัวยูจะมีรูปร่างคล้ายตัวยู (U) มีความกว้าง 100 เซนติเมตร เป็นหัวขุดมันสำปะหลังที่เคยมีการใช้งานอยู่ที่สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนครราชสีมา ใช้ติดเข้ากับ 3 จุด ติดด้านหลังรถแทรกเตอร์ แต่ไม่นิยมใช้ เนื่องจากเมื่อใช้งานมีหัวมันสำปะหลังขาดหลงเหลือในดินมากและต้องใช้รถแทรกเตอร์ที่มีกำลังมาก มีการถ่ายโอนกำลังของแทรกเตอร์สูง ทำให้ล้อหน้าของรถแทรกเตอร์ยก

ในการศึกษาได้ปรับปรุง ให้ใช้ประกอบเข้าทางด้านหน้ารถแทรกเตอร์ โดยติดเข้ากับ แขนยึดซึ่งออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้ยึดติดอุปกรณ์หัวชุดดังกล่าว การปรับความลึกเพื่อใช้งานใช้ อุปกรณ์ไฮดรอลิคสำหรับควบคุมแขนยกใบมีดเกรดดิน การทดสอบได้ทำการทดสอบในพื้นที่ เดียวกันกับการทดสอบในหัวข้อ 3.2.1 ทำการทดสอบในเดือน มกราคม พ.ศ. 2537 และประเมิน ผลโดยการสังเกตหัวมันสำปะหลังที่ถูกขุดขึ้นมาว่ามีหัวมันสำปะหลังขาด และหลงเหลืออยู่ในดิน เป็นลักษณะอย่างไร หัวชุดรูปตัวยู (ดังแสดงในภาพที่ 3.2)



ภาพที่ 3.2 แสดงหัวชุดมันสำปะหลังรูปตัวยู

3.2.3 การศึกษาหัวชุดมันสำปะหลังรูปสี่เหลี่ยม

จากผลการทดลองในหัวข้อ 4.2.2 พบปัญหาการทำงานของหัวชุดมันสำปะหลังรูปตัวยูมี ปัญหาไม่สามารถนำมาขุดมันสำปะหลังได้ จึงได้ออกแบบหัวชุดมันสำปะหลังรูปสี่เหลี่ยม โดย ประยุกต์จากรูปแบบหัวชุดรูปตัวยู ให้มีรูปแบบคล้ายรูปตัวยูขึ้นมาใช้ทดสอบ การศึกษาหัวชุดมัน สำปะหลังรูปสี่เหลี่ยมมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำหัวชุดมันสำปะหลัง ลักษณะดังกล่าวมาใช้ขุดมันสำปะหลัง หัวชุดมันสำปะหลังรูปสี่เหลี่ยมจะมีลักษณะรูปร่างเป็นรูปสี่ เหลี่ยม มีความกว้าง 100 เซนติเมตร เป็นหัวชุดมันสำปะหลังที่ออกแบบขึ้นมาใหม่ สร้างที่ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น ใช้ติดเข้ากับแขนยึดแบบเดียวกับหัวชุดรูปตัวยู ติดด้านหน้ารถแทรกเตอร์ การปรับความลึกเพื่อใช้งานใช้อุปกรณ์ไฮดรอลิค สำหรับควบคุมแขน ยกใบมีดเกรดดิน ปรับให้หัวชุดรูปสี่เหลี่ยมขึ้นหรือลง การศึกษาได้กระทำในพื้นที่เดียวกันกับการ

ทดลองในหัวข้อ 3.2.1 การประเมินผลใช้การสังเกตลักษณะของหัวมันสำปะหลังที่ถูกขุดขึ้นมาว่ามีหัวมันสำปะหลังขาด และหลงเหลือในดินเป็นลักษณะเช่นใด หัวขุดรูปสี่เหลี่ยม (ดังแสดงในภาพที่ 3.3)



ภาพที่ 3.3 แสดงหัวขุดมันสำปะหลังรูปสี่เหลี่ยม

3.2.4 การศึกษาหัวขุดมันสำปะหลังรูปสามเหลี่ยม

การศึกษาหัวขุดมันสำปะหลังรูปสามเหลี่ยม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำหัวขุดมันสำปะหลังรูปแบบดังกล่าวมาใช้ขุดมันสำปะหลังหัวขุดมันสำปะหลังรูปสามเหลี่ยมจะมีลักษณะรูปร่างเป็นรูปสามเหลี่ยม คล้ายใบเปิดร่อน มีความกว้าง 100 เซนติเมตร เป็นหัวขุดมันสำปะหลังที่ออกแบบขึ้นมาใหม่สำหรับการสร้างดินแบบเบื่องต้นที่ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น ใช้ติดตั้งบนรถแทรกเตอร์โดยยึดติดกับแขนยึดใบมีดเกรดดิน การปรับความลึกเพื่อใช้งานใช้อุปกรณ์ไฮดรอลิก สำหรับควบคุมแขนยกใบมีดเกรดดิน ปรับให้หัวขุดรูปสามเหลี่ยมขึ้นหรือลง การทดสอบได้ทำการทดสอบ และประเมินผลเช่นเดียวกับข้อ 3.2.1 หัวขุดแบบสามเหลี่ยม (ดังแสดงในภาพที่ 3.4)



ภาพที่ 3.4 แสดงหัวขุดมันสำปะหลังรูปสามเหลี่ยม

3.3 การกำหนดเงื่อนไขการออกแบบและสร้างเครื่องขุดมันสำปะหลัง

จากการทดสอบอุปกรณ์ขุดมันสำปะหลัง 4 แบบในหัวข้อ 3.2 ซึ่งให้ผลการทดสอบดังข้อ 4.2 เมื่อเปรียบเทียบอุปกรณ์ขุดมันสำปะหลังทั้ง 4 แบบ พบว่าอุปกรณ์ขุดมันสำปะหลังแบบสามเหลี่ยมให้ข้อดีกว่าอุปกรณ์ขุดมันสำปะหลังแบบตัวยู แบบสี่เหลี่ยม และแบบไถหัวหมู ในด้านความสามารถขุดลึกลงในดิน หัวมันสำปะหลังขาด เมื่อเปรียบเทียบความสะดวกในการควบคุมรถแทรกเตอร์ พบว่าการนำหัวขุดประกอบเข้ากับแขนยกใบมีดเกรดดิน ซึ่งนำมาติดตั้งไว้ด้านหน้าให้ผลดีกว่า แต่การขุดมันสำปะหลังที่มีอุปกรณ์ขุดมันสำปะหลังอยู่ด้านหน้า หัวมันสำปะหลังที่ถูกขุดแล้วมีโอกาสที่ล้อรถแทรกเตอร์เหยียบ ซึ่งอุปกรณ์ขุดมันสำปะหลังที่วางไว้ด้านหลังไม่มีปัญหาเรื่องล้อรถแทรกเตอร์เหยียบ ในการทดสอบอุปกรณ์ขุดมันสำปะหลังทั้ง 4 แบบ หากมีอุปกรณ์ลำเลียงหัวมันสำปะหลังที่ถูกขุดออกพ้นจากแนวการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ นำจะแก้ปัญหาเรื่องล้อรถแทรกเตอร์เหยียบเมื่อหัวขุดอยู่ด้านหน้า และแก้ปัญหารถแทรกเตอร์เหยียบในการขุดแถวต่อไป จึงจำเป็นต้องสร้างชุดอุปกรณ์ลำเลียงหัวมันสำปะหลังต่อไป

จากการศึกษาที่ผ่านมาในหัวข้อ 3.1 พบว่าหัวมันสำปะหลังมีการแพร่กระจายทางด้านข้างของร่องตามความกว้างปลูกสูงสุด 100 เซนติเมตรจากดินมันสำปะหลัง (รายละเอียดข้อ 4.1.2)

การใช้ความกว้างของอุปกรณ์ชุดมันสำปะหลังไม่ควรน้อยกว่า 100 เซนติเมตร จึงไม่ทำให้มีการตัดหัวมันสำปะหลังที่แพร่กระจายทางด้านข้าง

การศึกษาความลึกหัวมันสำปะหลังในแนวดิ่ง (ข้อ 3.1.3) พบว่าความลึกของหัวมันสำปะหลังมากที่สุด 35 เซนติเมตร การออกแบบอุปกรณ์ชุดจึงควรให้มีการปรับความลึกได้ไม่น้อยกว่า 35 เซนติเมตร

ดังที่ได้กล่าวมาจึงกำหนดเงื่อนไขการออกแบบเครื่องชุดมันสำปะหลังดังนี้

1. อุปกรณ์ชุดมันสำปะหลังมีความกว้างในการชุด 100 เซนติเมตร
2. อุปกรณ์ชุดมันสำปะหลังปรับลึกลงไปดินได้ไม่น้อยกว่า 35 เซนติเมตร
3. อุปกรณ์ชุดมันสำปะหลังที่ใช้ชุดเป็นแบบรูปสามเหลี่ยมติดด้านหน้ารถแทรกเตอร์โดยรถแทรกเตอร์ที่นำมาใช้งานจะต้องเป็นรถแทรกเตอร์ที่ติดตั้งใบมีดเกรดดินทางด้านหน้า
4. ให้มีอุปกรณ์ลำเลียงหัวมันสำปะหลังที่ถูกชุดออกทางด้านข้าง
5. อุปกรณ์ลำเลียงหัวมันสำปะหลังออกด้านข้าง ต้องให้สามารถ ทำหน้าที่แยกดินหรือทรายออกจากหัวมันสำปะหลังได้
6. ออกแบบให้อุปกรณ์ชุดมันสำปะหลังเข้ากับระยะปลูกที่แตกต่างกัน
7. ดันกำลังอุปกรณ์ลำเลียงกำหนดให้แยกส่วนจากรถแทรกเตอร์ เพื่อประโยชน์ในการทดสอบเครื่องชุดมันสำปะหลัง
8. วัสดุที่ใช้สร้างควรทำการซ่อมบำรุงรักษาได้ง่าย มีกลไกการทำงานไม่สลับซับซ้อน

3.4 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องชุดมันสำปะหลัง

จากเงื่อนไขการออกแบบดังที่ได้กล่าวมา ได้กำหนดให้เครื่องชุดมันสำปะหลังมีส่วนประกอบหลัก 4 ส่วนคือ

1. หัวชุดมันสำปะหลัง
2. อุปกรณ์ลำเลียงหัวมันสำปะหลัง
3. ระบบถ่ายทอดกำลังพร้อมเครื่องยนต์ดันกำลังที่ใช้กับอุปกรณ์ลำเลียง
4. โครงรองรับเครื่องชุดมันสำปะหลัง

3.4.1 หัวชุดมันสำปะหลัง

ออกแบบให้มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมรูปร่างคล้ายใบเปิดร่อน มีสันนูนตรงกลาง มีซี่เหล็กสำหรับขยหัวมันสำปะหลัง เพื่อแยกดินออกจากหัวมันสำปะหลัง หัวชุดจะอยู่ด้านหน้าของเครื่องชุดมันสำปะหลัง โดยยึดติดกับแขนยึดใบมีดเกรดดินของรถแทรกเตอร์ การปรับหัวชุดให้

ยกสูงขึ้น และให้กดลงทำได้โดยเลื่อนรูน็อตที่แขนข้างของหัวชุด การออกแบบให้ปรับมุมปลายหัวชุดให้ยกขึ้นและกดลงได้

เงื่อนไขในการออกแบบหัวชุดมันสำปะหลังคือ

1. ให้มีซี่เหล็ก 3 ซี่ทำหน้าที่ยกและแยกดินออกจากหัวมันสำปะหลัง
2. มีจุดหมุนปรับให้หัวชุดยกปลายขึ้นและกดลงได้
3. มีที่ปรับจุดหมุน โดยการเปลี่ยนตำแหน่ง รูปรับระดับด้านข้างแขนหัวชุด กับโครงเครื่องชุดมันสำปะหลัง

การออกแบบใช้แบบเดียวกับหัวชุดทดลองข้อ 3.2.4 หลังจากออกแบบสร้างนำเครื่องออกไปทดลองแล้ว นำมาปรับปรุงจนกระทั่งใช้งานได้จึงนำออกไปทดสอบที่ ตำบลท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

3.4.2 อุปกรณ์ลำเลียงหัวมันสำปะหลัง

จากข้อกำหนดเงื่อนไขในการออกแบบเครื่องชุดมันสำปะหลัง ข้อ 3.3 กำหนดให้มีอุปกรณ์ลำเลียงหัวมันสำปะหลังที่ถูกชุดออกทางด้านข้าง โดยมีชุดอุปกรณ์ลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นซึ่งมีมุมที่ได้ทำการทดลองยกหัวมันสำปะหลังพบว่า หัวมันสำปะหลังสามารถลำเลียงขึ้นได้เป็นมุม 30 องศา มีชุดอุปกรณ์ลำเลียงออกด้านข้าง เพื่อให้หัวมันสำปะหลังตกออกนอกแนวของล้อรถแทรกเตอร์ทำให้รถแทรกเตอร์ไม่เหยียบหัวมันสำปะหลังเมื่อเข้าสู่ชุดมันสำปะหลังในแถวต่อไป

เงื่อนไขการออกแบบอุปกรณ์ชุดลำเลียง

1. การจับอุปกรณ์ชุดลำเลียง ใช้โซ่ชุดลำเลียงหลายชนิดทำการทดลอง โดยใช้โซ่ถ่ายทอดกำลังเบอร์ 60 และโซ่ถ่ายทอดกำลังเบอร์ 80 โซ่ชุดลำเลียง Pulton c 2060 มีระยะพิทช์ 1.5 เป็นโซ่ชุดลำเลียง

2. ความกว้างของอุปกรณ์ลำเลียงขึ้น 80 เซนติเมตร ความยาว 120 เซนติเมตร ใช้แยกดินออกจากหัวมันสำปะหลัง และใช้ยกหัวมันสำปะหลังขึ้น

3. ความกว้างของอุปกรณ์ลำเลียงออก 60 เซนติเมตร ความยาว 200 เซนติเมตร ใช้สำหรับลำเลียงหัวมันสำปะหลังออกด้านข้าง ความกว้างของหัวชุดออกแบบกว้าง 60 เซนติเมตร เพื่อลดความยาวไม่ให้หัวชุดยื่นยาวมากเกินไป

4. วัสดุที่นำมาใช้ทำเหล็กตะแกรงแยกดินสำหรับลำเลียงมันสำปะหลัง โดยเหล็กตะแกรงนี้สามารถแยกดินออกจากหัวมันสำปะหลังได้ ซึ่งได้ทำการทดลองใช้วัสดุหลายชนิดเช่น เหล็กทอกลมขนาด 18.75 มิลลิเมตร เหล็กฉากแนวตั้งและเหล็กฉากคว่ำขนาด 25 มิลลิเมตร เหล็กดาข่ายประดู่เหล็กม้วน

3.4.3 ระบบถ่ายทอดกำลังพร้อมเครื่องยนต์ต้นกำลังที่ใช้กับอุปกรณ์ลำเลียง

ใช้เครื่องยนต์เล็กเป็นเครื่องยนต์ต้นกำลังในการลำเลียงเพื่อไม่ต้องใช้ PTO ของรถแทรกเตอร์เพราะหากใช้ PTO ของรถแทรกเตอร์ จะไม่สามารถควบคุมความเร็วของชุดลำเลียงกับความเร็วของรถแทรกเตอร์ให้เป็นอิสระต่อกันได้ ความเร็วรอบเครื่องยนต์เมื่อรอบสูงสุด 3,600 รอบต่อนาที แต่ความเร็วรอบที่ทดลองใช้งานที่เหมาะสมใช้ความเร็วรอบ 2,000 2,200 2,400 และ 2,600 รอบต่อนาทีเป็นความเร็วขับเคลื่อนชุดลำเลียง การหาอัตราทดของอุปกรณ์ลำเลียงหาได้จากสมการต่อไปนี้ (สมนึก ชุติปป์, 2526)

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{Z_2}{Z_1} \dots\dots\dots(3.1)$$

i = อัตราทด

N_1 = จำนวนรอบของเพลาเครื่องต้นกำลัง (รอบต่อนาที)

N_2 = จำนวนรอบของเพลาตาม (รอบต่อนาที)

Z_1 = จำนวนฟันของเฟืองโซ่เพลาขับ หรือฟันของเฟืองดอกจอก (ฟัน)

Z_2 = จำนวนฟันของเฟืองโซ่เพลาตาม หรือฟันของเฟืองดอกจอก (ฟัน)

D_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางของพูลเลย์เพลาขับ (มิลลิเมตร)

D_2 = เส้นผ่าศูนย์กลางของพูลเลย์เพลาตาม (มิลลิเมตร)

3.4.4 โครงรองรับเครื่องชุดมันสำปะหลัง

เป็นตัวรองรับหัวชุดมันสำปะหลัง เป็นตัวรองรับอุปกรณ์ลำเลียงขึ้นและอุปกรณ์ลำเลียงออกซึ่งประกอบไปด้วยโซ่ชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นและโซ่ชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลังออก นอกจากนั้นยังเป็นที่สำหรับทำฐานยึดเครื่องยนต์เล็กที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องต้นกำลังชุดขับเคลื่อนชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลัง ที่ตัวโครงยึดนี้มีรูยึดสลักทำให้เยื้องกันได้ 20 เซนติเมตรเมื่อต้องการเลื่อนเครื่องชุดมันไปทางด้านข้าง การนำมายึดกับรถแทรกเตอร์ยึดเข้ากับแขนยึดใบมีดเกรดดินของรถแทรกเตอร์

3.5 การทดสอบสมรรถนะเครื่องชุดมันสำปะหลังเปรียบเทียบกับคน

การทดสอบสมรรถนะเครื่องชุดมันสำปะหลังมีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราการทำงานเชิงพื้นที่ในพื้นที่ที่ต่างกัน ส่วนการทดสอบในพื้นที่เดียวกัน เพื่อหาปัญหาอุปสรรคในการทำงานระยะยาวโดยมีวิธีการทดสอบดังต่อไปนี้คือ

1. ทดสอบเครื่องชุดมันสำปะหลังในพื้นที่ต่างกัน
2. การทดสอบการชุดมันสำปะหลังของคนในพื้นที่ต่างกัน
3. การทดสอบเครื่องชุดมันสำปะหลังในพื้นที่เดียวกัน
4. การทดสอบการชุดมันสำปะหลังของคนในพื้นที่เดียวกัน
5. ศึกษาปัญหาที่พบจากการชุดมันสำปะหลังในพื้นที่เดียวกัน

3.5.1 วิธีการทดสอบเครื่องชุดมันสำปะหลังในสภาพพื้นที่แตกต่างกัน

มีวัตถุประสงค์คือ ต้องการทดสอบในพื้นที่ต่างกัน มันสำปะหลังอายุต่างกันสภาพพื้นที่ต่างกันดินต่างกัน การทดสอบเครื่องชุดมันสำปะหลังมีวิธีการทั้งก่อนการทดสอบ ขณะทดสอบเครื่องชุดมันสำปะหลัง และภายหลังการทดสอบเครื่องชุดมันสำปะหลัง การทดสอบในพื้นที่ต่างกันได้ทำการทดสอบที่จังหวัดขอนแก่น 3 พื้นที่ คือที่ตำบลท่าพระ อำเภอเมือง ที่บ้านลาดนาเพียง อำเภอเมือง และที่บ้านท่อน้อย ตำบลบ้านค้อ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จังหวัดศรีสะเกษ 1 พื้นที่ คือที่บ้านศรีสมบูรณ์ ตำบลภูเงิน อำเภอกันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ ในปี พ.ศ. 2535 - 2536 ได้ยึดแนวการทดสอบของ (RNAM, 1983) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. วัดความกว้าง ความยาวของพื้นที่ที่จะทดสอบ เพื่อหาขนาดพื้นที่ที่ทดสอบ
2. ทำการตัดดินมันสำปะหลังให้เหลือสูงจากพื้นดินประมาณ 5 เซนติเมตร และขนออกจากพื้นที่
3. ทำการวัดระยะระหว่างคันมันสำปะหลังระยะระหว่างแถวของคันมันสำปะหลังเพื่อหาความหนาแน่นของคันมันสำปะหลัง
4. ทำการวัดหาความแข็งของดินโดยใช้ Cone penetrometer วัดหาความแข็งของดินในพื้นที่ทำการทดสอบ เพื่อทราบคุณสมบัติด้านความแข็งของดิน โดยวัดที่ตำแหน่งจากผิวดินลงไปดิน 10 และ 20 เซนติเมตร หัวมันสำปะหลังส่วนใหญ่แพร่กระจายในระดับความลึกเฉลี่ย 20 เซนติเมตร
5. ทำการเก็บตัวอย่างดินไปทำการอบเพื่อนำไปหาความชื้น โดยวัดที่ตำแหน่งจากพื้นลงไปดิน 10 และ 20 เซนติเมตร
6. หาความหนาแน่นของดิน ที่ระดับ 10 และ 20 เซนติเมตร

7. ทำการทดสอบ โดยใช้เครื่องขุดมันสำปะหลังเข้าไปขุดหัวมันสำปะหลัง ตามแนวของแถวที่มีหัวมันสำปะหลัง จับเวลาการทำงานจริงเวลาในการเลี้ยว เวลาที่สูญเสียจากการติดขัดของเครื่องขุดมันสำปะหลังในพื้นที่ที่กำหนด

8. ทำการสุ่มหาจำนวนหัวมันสำปะหลังที่ขุดได้ นำหัวมันสำปะหลังที่ขุดได้ในระยะ 10 เมตร ทำการเก็บข้อมูล 3 ซ้ำ ไปชั่งหาน้ำหนักหัวมันสำปะหลังที่เครื่องขุดขึ้นมาได้

9. ทำการหามันสำปะหลังที่ขาด และหลงเหลือในดิน เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ในการขาดและการหลงเหลือในดินตามระยะที่กำหนดไว้ ทำเช่นเดียวกับข้อ 8

10. จับเวลาคนคัดต้นมันสำปะหลัง เวลาในการขนขึ้นรถบรรทุก เวลาในการทำการขุดของคนในพื้นที่ที่กำหนด ทำเช่นเดียวกับข้อ 8

3.5.2 การทดสอบการขุดมันสำปะหลังโดยใช้แรงงานคนในสภาพพื้นที่แตกต่างกัน

วัตถุประสงค์ในการทดสอบ เพื่อศึกษาการขุดมันสำปะหลังในพื้นที่ต่างกัน อายุต่างกัน สภาพพื้นที่ต่างกันดินต่างกัน การทดสอบแรงงานคนเบื้องต้น มีวิธีการทั้งก่อนการทดสอบ ขณะทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลัง และภายหลังการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลัง มีขั้นตอนดังนี้

1. วัดความกว้าง ความยาว เพื่อหาปริมาณพื้นที่ที่ทดสอบ
2. จับเวลาที่ใช้ การทำงานของคนขุดมันสำปะหลังในพื้นที่ที่กำหนดไว้
3. เก็บข้อมูลเกี่ยวกับมันสำปะหลัง ระยะระหว่างแถว ระยะระหว่างต้น เพื่อหาความหนาแน่นของต้นมันสำปะหลัง
4. การเก็บข้อมูลอื่นเช่นเดียวกับการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลัง
5. สุ่มหาจำนวนมันสำปะหลังที่ขุดได้ในระยะ 10 เมตร ทำการเก็บข้อมูล 3 ซ้ำ นำหัวมันสำปะหลังที่ขุดได้ชั่งน้ำหนัก
6. ขุดหาหัวมันสำปะหลังที่ขาดและหลงเหลือในดินในระยะ 10 เมตร ทำการเก็บข้อมูล 3 ซ้ำ เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การขาดและหลงเหลือในดิน
7. จับเวลาในการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากต้น

3.5.3 วิธีการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังเพื่อหาค่าความเร็วการเคลื่อนที่ที่เหมาะสมในสภาพพื้นที่เดียวกัน

วัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องขุดมันสำปะหลังในสภาพพื้นที่เดียวกันดินชนิดเดียวกัน คือดินร่วนปนทราย มันสำปะหลังพันธุ์เดียวกันอายุเท่ากัน คือพันธุ์ระยอง 1 การปลูกแบบเดียวกันเป็นการปลูกแบบยกร่อง นอกจากนั้นก็ดูผลการทำงานของเครื่องในระยะเวลาการทำงานที่นานขึ้น และหาความเร็วการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ ให้มีความสัมพันธ์กับความเร็วในการเคลื่อนที่ของชุดลำเลียง ทำการทดสอบที่ จังหวัดนครราชสีมา 1 พื้นที่ คือที่บ้านหนอง

ขามนาดี ตำบลโคกสี อำเภอแก่งสนามนาง จังหวัดนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2539 การทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลัง มีวิธีการทั้งก่อนการทดสอบ ขณะทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลัง และภายหลังการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังจึงกำหนดตัวแปรที่จะทำการศึกษาซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ (RNAM, 1983)

1. ความเร็วการลำเลียง จากการทดสอบเบื้องต้นพบความเร็วเชิงเส้นการลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นซึ่งเครื่องทำงานได้ดีที่ความเร็ว 35 - 46 เมตรต่อนาที ถ้าความเร็วต่ำกว่า 35 เมตรต่อนาทีจะทำให้ดินขึ้นมากับหัวมันสำปะหลังมากทำให้เครื่องไม่สามารถทำงานต่อไปได้ และถ้าความเร็วสูงเกินไปสูงกว่า 46 เมตรต่อนาทีจะทำให้หัวมันสำปะหลังเกิดความเสียหายจากการแตกหักและเป็นรอยแผลมาก ในการทดสอบจึงแปรค่าความเร็วเชิงเส้นลำเลียงขึ้นอยู่ในช่วงดังกล่าวเป็น 4 ระดับ คือ 35, 39, 42 และ 46 เมตรต่อนาที

2. ความเร็วในการเคลื่อนที่ จากการทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่เบื้องต้นของเครื่องขุดมันสำปะหลัง พบว่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องขุดมันสำปะหลังจะทำงานได้ดีที่ 26 - 32 เมตรต่อนาที จึงแปรค่าความเร็วในการเคลื่อนที่เป็น 4 ระดับคือ 26, 28, 30 และ 32 เมตรต่อนาที

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาตัวแปร 2 ตัวแปร คือความเร็วเชิงเส้นการลำเลียงขึ้นและความเร็วการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์ จึงจัดแผนการทดลองเป็น 4×4 แฟกทอเรียล (Factorial) แบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ สำหรับค่าชี้ผลในการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังได้แก่ เปอร์เซ็นต์ของหัวมันสำปะหลังที่ขุดได้ เปอร์เซ็นต์ของหัวมันสำปะหลังขาดที่ขุดได้ เปอร์เซ็นต์ของหัวมันสำปะหลังที่หลงเหลือในดิน และอัตราการทำงานเชิงพื้นที่เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. วัดความกว้าง ความยาวของพื้นที่ที่จะทดสอบ เพื่อหาปริมาณพื้นที่ที่ทดสอบ แบ่งแปลงทดสอบเป็นแปลงย่อย ๆ ขนาด 8×50 เมตรจำนวน 3 บล็อก ๆ ละ 16 แปลง รวมเป็น 48 แปลง พื้นที่แต่ละแปลงย่อยมีขนาด 400 ตารางเมตร รวมพื้นที่ทั้งหมดเท่ากับ 12 ไร่

2. ทำการตัดดินมันสำปะหลังให้เหลือสูงจากพื้นดินประมาณ 5 เซนติเมตร และขนออกจากพื้นที่

3. ทำการวัดระยะระหว่างดินมันสำปะหลังระยะระหว่างแถวของดินมันสำปะหลังเพื่อหาความหนาแน่นของดินมันสำปะหลัง

4. ทำการวัดหาความแข็งของดินโดยใช้ Cone penetrometer วัดหาความแข็งของดินในพื้นที่ทำการทดสอบ โดยวัดที่ตำแหน่งจากพื้นลงไปในดิน 10 และ 20 เซนติเมตร

5. ทำการเก็บตัวอย่างดินไปทำการอบเพื่อนำไปหาความชื้น โดยวัดที่ตำแหน่งจากพื้นลงไป
ไปในดิน 10 และ 20 เซนติเมตร

6. หาความหนาแน่นของดิน ที่ระดับ 10 และ 20 เซนติเมตร

7. ทำการทดสอบ โดยปรับค่าตัวแปรต่าง ๆ ตามกำหนดใช้เครื่องชุดมันสำปะหลังเข้าไป
ชุดหัวมันสำปะหลัง ตามแนว ของแถวที่มีหัวมันสำปะหลังอยู่จับเวลาการทำงานจริง เวลาในการ
เกี่ยว เวลาที่สูญเสียจากการติดขัดของเครื่องชุดมันสำปะหลังในพื้นที่ที่กำหนด

8. ทำการสุ่มหาจำนวนหัวมันสำปะหลังที่ชุดได้ นำหัวมันสำปะหลังที่ชุดได้ในระยะ 50
เมตร ทำการเก็บข้อมูล 3 ซ้ำ ไปชั่งหาน้ำหนักหัวมันสำปะหลังที่เครื่องชุดขึ้นมาได้

9. ทำการหามันสำปะหลังที่ขาด และหลงเหลือในดิน เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ในการขาดและ
การหลงเหลือในดินตามระยะที่กำหนดไว้

10. จับเวลาคนตัดต้นมันสำปะหลัง เวลาในการขนขึ้นรถบรรทุก เวลาในการทำการชุด
ของคนในพื้นที่ที่กำหนด

3.5.4 วิธีการทดสอบและประเมินผลเครื่องชุดมันสำปะหลังในสภาพพื้นที่เดียวกัน

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องชุดมันสำปะหลังในระยะเวลาการทำงานที่ยาว
นานขึ้น จากการทดสอบเบื้องต้นพบว่าเครื่องชุดมันสำปะหลังทำงานได้ดีที่ความเร็วการเคลื่อนที่
28 เมตรต่อนาที ความเร็วเชิงเส้นการถ่วง 42 เมตรต่อนาที จึงใช้ความเร็วดังกล่าวในการ
ทดสอบการทำงานของเครื่องในสภาพพื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อดูการทำงานของเครื่องในสภาพ
พื้นที่เดียวกันที่ทำงานในระยะเวลาที่นานขึ้น โดยดูผลกระทบของวัสดุที่นำมาออกแบบเครื่อง
สามารถทนต่อสภาพการทำงานของเครื่องที่ทำงานอย่างต่อเนื่องในพื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้นได้หรือไม่
อันจะนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงเครื่องให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การพิจารณาเลือกปัจจัยที่จะศึกษา ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องชุดมันสำปะหลัง
ประกอบด้วยปัจจัยที่เกี่ยวกับมันสำปะหลัง ได้แก่สภาพพื้นที่แปลงเพาะปลูก ความชื้นของดิน
ความแข็งของดิน อายุของมันสำปะหลัง ขนาดของหัวมันสำปะหลัง พันธุ์ของมันสำปะหลัง
ปริมาณวัชพืช ปัจจัยที่เกี่ยวกับเครื่องชุดมันสำปะหลังได้แก่ความเร็วในการเคลื่อนที่ ใช้ความเร็ว
28 เมตรต่อนาที ความเร็วเชิงเส้นอุปกรณ์ถ่วงขึ้น 42 เมตรต่อนาทีเป็นความเร็วที่ใช้ศึกษา

แผนการทดสอบ ทำการวัดขนาดพื้นที่ทดสอบแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 แปลง แต่ละแปลงมี
ขนาด 4,800 ตารางเมตร (3 ไร่) ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ ใช้พื้นที่รวมทั้งสิ้น 9 ไร่ เพื่อทดสอบ
การทำงานของเครื่องในพื้นที่ที่ใหญ่ขึ้น วิธีการทดสอบทำเช่นเดียวกับข้อ 3.5.3

3.5.5 การทดสอบการชุดมันสำปะหลังโดยใช้แรงงานคนในสภาพพื้นที่เดียวกัน

มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องขุดมันสำปะหลังกับการทำงานของคนในการขุดมันสำปะหลังซึ่งมีวิธีการในการทดสอบดังต่อไปนี้

1. วัดความกว้าง ความยาว เพื่อหาปริมาณพื้นที่ที่ทดสอบ โดยแบ่งพื้นที่เป็นแปลงขนาด 1,600 ตารางเมตร (1ไร่) ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ ใช้พื้นที่ทดสอบ 3 ไร่

2. จับเวลาที่ใช้ การทำงานของคนที่ขุดมันสำปะหลังในพื้นที่ที่กำหนดไว้

3. เก็บข้อมูลเกี่ยวกับมันสำปะหลัง ระยะระหว่างแถว ระยะระหว่างต้น เพื่อหาความหนาแน่นของต้นมันสำปะหลัง

4. การเก็บข้อมูลอื่นเช่นเดียวกับการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลัง

5. สุ่มหาจำนวนมันสำปะหลังที่ขุดได้ในระยะ 50 เมตร ทำการเก็บข้อมูลจำนวน 3 ซ้ำ นำหัวมันสำปะหลังที่ขุดได้ชั่งน้ำหนักหาเปอร์เซ็นต์การขุดมันสำปะหลังได้

6. ขุดหาหัวมันสำปะหลังที่ขาดและหลงเหลือในดินในระยะ 50 เมตร ทำการเก็บข้อมูลจำนวน 3 ซ้ำ เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การขาดและหลงเหลือในดิน

7. จับเวลาในการตัดหัวมันสำปะหลังออกจากต้น

3.5.6 ค่าชี้ผลในการศึกษา

ผลการทำงานของเครื่องขุดมันสำปะหลัง พิจารณาในด้านจำนวนหัวมันสำปะหลังที่ถูกขุดขึ้นมาได้ จำนวนหัวมันสำปะหลังขาดและหลงเหลือในดิน ความสามารถในการทำงานเป็นค่าชี้ผลในการศึกษา

รายละเอียดของค่าชี้ผลในการประเมินสมรรถนะเครื่องขุดมันสำปะหลัง ได้แก่

1. เปอร์เซ็นต์ของหัวมันสำปะหลังที่ถูกขุดและถูกทำลายโดยเครื่อง คืออัตราส่วนของน้ำหนักหัวมันสำปะหลังที่ขุดได้กับน้ำหนักของหัวมันสำปะหลังทั้งหมดเป็นกิโลกรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์สามารถเขียนในรูปของสมการได้ดังสมการนี้

$$P_V(\%) = \left(\frac{W_V}{T_V} \right) \times 100 \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

P_V = เปอร์เซ็นต์ของมันสำปะหลังที่ถูกขุดและถูกทำลายโดยเครื่อง (%)

W_V = น้ำหนักของหัวมันสำปะหลังที่ขุดได้ (กิโลกรัม)

T_V = น้ำหนักของหัวมันสำปะหลังทั้งหมด (กิโลกรัม)

2. เปอร์เซ็นต์ของหัวมันสำปะหลังขาดที่ขุดได้ คืออัตราส่วนของน้ำหนักของหัวมันสำปะหลังที่ขาดกับน้ำหนักของหัวมันสำปะหลังทั้งหมดเป็นกิโลกรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์สามารถเขียนในรูปของสมการได้ดังสมการนี้

$$S_V(\%) = \left(\frac{W_S}{T_V} \right) \times 100 \quad \dots\dots\dots(3.3)$$

S_V = เปอร์เซ็นต์ของหัวมันสำปะหลังขาดที่ขุดได้ (%)

W_S = น้ำหนักของหัวมันสำปะหลังที่ขาด (กิโลกรัม)

T_V = น้ำหนักของหัวมันสำปะหลังทั้งหมด (กิโลกรัม)

3. เปอร์เซ็นต์ของหัวมันสำปะหลังที่หลงเหลือในดิน ได้แก่อัตราส่วนของน้ำหนักของหัวมันสำปะหลังที่หลงเหลือในดินกับน้ำหนักของหัวมันทั้งหมดเป็นกิโลกรัมคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สามารถเขียนในรูปของสมการได้ดังสมการนี้

$$L_V(\%) = \left(\frac{W_L}{T_V} \right) \times 100 \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

L_V = เปอร์เซ็นต์ของหัวมันสำปะหลังที่หลงเหลือในดิน (%)

W_L = น้ำหนักของหัวมันสำปะหลังที่หลงเหลือในดิน (กิโลกรัม)

T_V = น้ำหนักของหัวมันสำปะหลังทั้งหมด (กิโลกรัม)

4. อัตราการทำงานในพื้นที่ (ไร่/ชั่วโมง) คือพื้นที่ที่เครื่องขุดมันสำปะหลังทำงานได้ต่อหน่วยเวลาเขียนในรูปของสมการได้ดังสมการนี้

$$C_V = \frac{F_C}{T_F} \quad \dots\dots\dots(3.5)$$

C_V = อัตราการทำงานเชิงพื้นที่ (ไร่ / ชั่วโมง)

F_C = พื้นที่ที่ถูกเครื่องขุด (ไร่)

T_F = เวลาที่ใช้ในการขุดทั้งหมด (ชั่วโมง)

3.5.7 วิเคราะห์ผลการทดสอบ

การวิเคราะห์ผลการทดสอบ ใช้หลักการทางสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามรูปแบบแผนการทดลอง โดยทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์ และ 1 เปอร์เซ็นต์ และหากผลการวิเคราะห์แสดงความแตกต่างทางสถิติ จะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบโดยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์

3.5.8 การศึกษาปัญหาที่พบในการทดสอบเครื่องชุดมันสำปะหลังในพื้นที่เดียวกัน

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาที่พบและอุปสรรคต่าง ๆ ที่ได้จากการชุดมันสำปะหลังด้วยเครื่อง และปัญหาจากการชุดด้วยคน วิธีการศึกษาได้จากการ

1. สังเกตดูการทำงานของเครื่อง และการชุดด้วยคน
2. ดูสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. ดูผลกระทบจากการชุดในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น
4. ดูอุปสรรคต่าง ๆ ที่ทำให้เครื่องไม่สามารถทำงานอย่างต่อเนื่องได้