

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ด
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ต
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาในการดำเนินการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัยและพัฒนา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	3
2.2 พันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้ปลูกในประเทศไทย	4
2.2.1 การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง	4
2.2.2 พันธุ์มันสำปะหลังที่เกษตรกรใช้ปลูก	4
2.3 การผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทย	8
2.3.1 การใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลัง	10
2.3.2 การส่งออกมันสำปะหลัง	11
2.4 การเพาะปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทย	11
2.4.1 การเตรียมดินปลูกมันสำปะหลัง	11
2.4.2 วิธีการปลูกมันสำปะหลัง	11
2.5 ฤดูปลูกที่เหมาะสมของมันสำปะหลัง	12
2.6 อายุเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง	12
2.7 วิธีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังโดยใช้แรงงานคน	13
2.8 การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องจักร	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	18

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.1 การศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับมันสำปะหลังเพื่อใช้ในการออกแบบ เครื่องขุดมันสำปะหลัง	18
3.1.1 การศึกษาระยะห่างระหว่างแถวและระยะห่างระหว่างต้นของการปลูก	19
3.1.2 การศึกษาความกว้างที่หัวมันสำปะหลังแพร่กระจายรอบโคนต้น	19
3.1.3 การศึกษาความลึกของหัวมันสำปะหลังในแนวตั้ง	19
3.2 การศึกษารูปแบบอุปกรณ์ขุดมันสำปะหลังเบื้องต้น	19
3.2.1 การศึกษาอุปกรณ์ขุดมันสำปะหลังแบบผานหัวหมู	20
3.2.2 การศึกษาหัวขุดมันสำปะหลังรูปตัวยู	21
3.2.3 การศึกษาหัวขุดมันสำปะหลังรูปสี่เหลี่ยม	22
3.2.4 การศึกษาหัวขุดมันสำปะหลังรูปสามเหลี่ยม	23
3.3 การกำหนดเงื่อนไขการออกแบบเครื่องขุดมันสำปะหลัง	24
3.4 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องขุดมันสำปะหลัง	25
3.4.1 หัวขุดมันสำปะหลัง	25
3.4.2 อุปกรณ์ลำเลียงหัวมันสำปะหลัง	26
3.4.3 ระบบถ่ายทอดกำลังพร้อมด้วยเครื่องย่นดัดต้นกำลังที่ใช้กับอุปกรณ์ลำเลียง	27
3.4.4 โครงรองรับเครื่องขุดมันสำปะหลัง	27
3.5 การทดสอบสมรรถนะเครื่องขุดมันสำปะหลังเปรียบเทียบกับคน	27
3.5.1 วิธีการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังในสภาพพื้นที่แตกต่างกัน	28
3.5.2 การทดสอบการขุดมันสำปะหลังโดยใช้แรงงานคนในสภาพพื้นที่ แตกต่างกัน	29
3.5.3 วิธีการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังเพื่อหาค่าความเร็วการเคลื่อนที่ ที่เหมาะสมในสภาพพื้นที่เดียวกัน	29
3.5.4 วิธีการทดสอบและประเมินผลเครื่องขุดมันสำปะหลังในสภาพพื้นที่เดียวกัน	31
3.5.5 การทดสอบการขุดมันสำปะหลังโดยใช้แรงงานคนในสภาพพื้นที่เดียวกัน	31
3.5.6 ค่าชี้ผลในการศึกษา	32
3.5.7 วิธีวิเคราะห์ผลการทดสอบ	34
3.5.8 การศึกษาปัญหาที่พบในการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลังในพื้นที่เดียวกัน	34
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปราย	35

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.1 ผลการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับมันสำปะหลัง	35
4.1.1 ผลการศึกษาระยะห่างระหว่างแถวและระยะห่างระหว่างต้นของการปลูก	35
4.1.2 ผลการศึกษากาแฟกระจายรอบโคนต้น	36
4.1.3 ผลการศึกษาความลึกของหัวมันสำปะหลังในแนวตั้ง	36
4.2 ผลการศึกษารูปแบบอุปกรณ์ขุดมันสำปะหลัง	36
4.2.1 ผลการทดสอบอุปกรณ์ขุดมันสำปะหลังแบบหัวหมู	37
4.2.2 ผลการทดสอบหัวขุดมันสำปะหลังรูปตัวยู	37
4.2.3 ผลการทดสอบหัวขุดมันสำปะหลังรูปสี่เหลี่ยม	37
4.2.4 ผลการทดสอบหัวขุดมันสำปะหลังรูปสามเหลี่ยม	37
4.3 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องขุดมันสำปะหลัง	38
4.3.1 ผลการออกแบบหัวขุดมันสำปะหลัง	38
4.3.2 ผลการออกแบบอุปกรณ์ลำเลียงหัวมันสำปะหลัง	40
4.3.3 ผลการออกแบบระบบถ่ายทอดกำลังพร้อมเครื่องขับเคลื่อนกำลังที่ใช้กับ อุปกรณ์ลำเลียง	44
4.3.4 ผลการออกแบบโครงรองรับเครื่องขุดมันสำปะหลัง	47
4.3.5 ผลการสร้างเครื่องขุดมันสำปะหลัง	47
4.4 ผลการทดสอบการขุดมันสำปะหลังในพื้นที่แตกต่างกัน 4 แปลง	48
4.4.1 ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องขุดมันสำปะหลังในพื้นที่ต่างกัน	48
4.4.2 ผลการทดสอบการขุดมันสำปะหลังโดยใช้แรงงานคนในพื้นที่ต่างกัน	52
4.4.3 การเปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานของเครื่องกับคน	54
4.5 ผลการทดสอบและประเมินผลเพื่อหาความเร็วการลำเลียงกับความเร็วการเคลื่อนที่ เดียวกัน	55
4.5.1 ผลของความเร็วเชิงเส้นการลำเลียงและความเร็วในการเคลื่อนที่ที่มีผลต่อ เปอร์เซ็นต์การขุดได้โดยเครื่อง	55
4.5.2 ผลของความเร็วเชิงเส้นการลำเลียงและความเร็วในการเคลื่อนที่ที่มีผลต่อ เปอร์เซ็นต์การขาดของหัวมันสำปะหลังที่ขุดโดยเครื่อง	57
4.5.3 ผลของความเร็วเชิงเส้นการลำเลียงและความเร็วในการเคลื่อนที่ที่มีผลต่อ เปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของหัวมันสำปะหลังที่ขุดโดยเครื่อง	59

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.5.4 ผลของความเร็วการลำเลียงและความเร็วในการเคลื่อนที่ที่มีผลต่ออัตรา การทำงานเชิงพื้นที่	61
4.6 ผลการทดสอบการชุดมันสำปะหลังในพื้นที่เดียวกัน	63
4.6.1 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องชุดมันสำปะหลังในพื้นที่เดียวกัน	63
4.6.2 ผลการทดสอบสมรรถนะของคนในการชุดมันสำปะหลัง	65
4.6.3 ผลการเปรียบเทียบระหว่างเครื่องชุดมันสำปะหลังกับคนในการชุ ม้นสำปะหลัง	67
4.7 ปัญหาที่พบจากการชุดมันสำปะหลัง	69
4.7.1 ปัญหาที่พบจากการชุด้้วยคน	69
4.7.2 ปัญหาในการตัดเหง้า	70
4.7.3 ปัญหาในการตัดต้นมันสำปะหลัง	71
4.7.4 ปัญหาการชุคโดยใช้เครื่องชุดมันสำปะหลัง	71
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	73
5.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาต่อไป	74
เอกสารอ้างอิง	75
ภาคผนวก	77
ภาคผนวก ก. แบบแสดงเครื่องชุดมันสำปะหลังแบบหัวสามเหลี่ยม	78
ภาคผนวก ข. ราววัสดุที่ใช้สร้างเครื่องชุดมันสำปะหลังแบบหัวสามเหลี่ยม	89
ภาคผนวก ค. ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวกับมันสำปะหลังในแปลงต่าง ๆ	93
ภาคผนวก ง. ตารางการทดสอบสมรรถนะของเครื่องชุดมันสำปะหลัง แบบหัวสามเหลี่ยมในแปลงต่าง ๆ ทั้งหมด 4 แห่ง	96
ภาคผนวก จ. ตารางแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับมันสำปะหลังในแปลงต่าง ๆ	99
ภาคผนวก ฉ. ตารางการหาสมรรถนะการทำงานของคนในการชุดมันสำปะหลัง	114
ภาคผนวก ช. ผลการทดสอบและวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการทดสอบ และประเมินผล	117
ประวัติผู้เขียน	126

3

5

6

2

1

•

สารบัญตาราง(ต่อ)

	หน้า
ตารางภาคผนวก ง 2 แสดงผลการทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องชุด มันสำปะหลังในพื้นที่เดียวกัน	98
ตารางภาคผนวก จ 1 ระยะห่างคันมันสำปะหลัง ทดสอบที่ บ้านคองน้อย ตำบลลาด ใหญ่ อำเภอมือง จังหวัดชัยภูมิ	100
ตารางภาคผนวก จ 2 ระยะห่างคันมันสำปะหลัง ทดสอบที่ บ้านโคกสำราญ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น	101
ตารางภาคผนวก จ 3 ระยะห่างคันมันสำปะหลัง ทดสอบที่ ตำบลท่าพระ อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น	102
ตารางภาคผนวก จ 4 ระยะห่างคันมันสำปะหลัง ทดสอบที่ บ้านลาดนาเพียง อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น	103
ตารางภาคผนวก จ 5 ระยะห่างคันมันสำปะหลัง ทดสอบที่ ตำบลบ้านค้อ อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น	104
ตารางภาคผนวก จ 6 ระยะห่างคันมันสำปะหลัง ทดสอบที่ ตำบลภูเงิน อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ	105
ตารางภาคผนวก จ 7 ระยะห่างคันมันสำปะหลัง ทดสอบที่ บ้านหนองขามนาดี ตำบลโคกสี อำเภอมือง จังหวัดนครราชสีมา	106
ตารางภาคผนวก จ 8 ขนาด และน้ำหนักต่อคันมันสำปะหลัง ทดสอบที่บ้านคองน้อย ตำบลลาดใหญ่ อำเภอมือง จังหวัดชัยภูมิ	107
ตารางภาคผนวก จ 9 ขนาด และน้ำหนักต่อคันมันสำปะหลัง ทดสอบที่บ้านคอง ตำบลโคกสำราญ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น	108
ตารางภาคผนวก จ 10 ขนาด และน้ำหนักต่อคันมันสำปะหลัง ทดสอบที่ตำบลท่าพระ อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น	109
ตารางภาคผนวก จ 11 ขนาด และน้ำหนักต่อคันมันสำปะหลัง ทดสอบที่บ้านลาดนาเพียง อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น	110
ตารางภาคผนวก จ 12 ขนาด และน้ำหนักต่อคันมันสำปะหลัง ทดสอบที่บ้านท่อน้อย ตำบลบ้านค้อ อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น	111
ตารางภาคผนวก จ 13 ขนาด และน้ำหนักต่อคันมันสำปะหลัง ทดสอบที่บ้านศรีสมบูรณ์ ตำบลภูเงิน อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ	112

สารบัญตาราง(ต่อ)

	หน้า
ตารางภาคผนวก จ 14 ขนาด และน้ำหนักต่อต้านมันสำปะหลัง ทดสอบที่บ้านหนอง ขามนาดี ตำบลโคกสี อำเภอแก้งสนามนาง จังหวัดนครราชสีมา	113
ตารางภาคผนวก ฉ 1 แสดงผลการทำงานของคนในการขุดมันสำปะหลังในแปลง แตกต่างกัน 4 แปลง	115
ตารางภาคผนวก ฉ 2 แสดงผลการใช้เวลาในการทำงานของคนในการขุดมันสำปะหลัง ในพื้นที่เดียวกัน	116
ตารางภาคผนวก ช 1 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การขุดได้โดยเครื่อง	118
ตารางภาคผนวก ช 2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การขุดมันสำปะหลังได้โดย เครื่อง	119
ตารางภาคผนวก ช 3 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การขาดของหัวมันสำปะหลัง	120
ตารางภาคผนวก ช 4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การขาดของหัวมันสำปะหลัง ที่ขุดโดยเครื่อง	121
ตารางภาคผนวก ช 5 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของหัวมันสำปะหลัง	122
ตารางภาคผนวก ช 6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การหลงเหลือของหัวมัน สำปะหลังที่ขุดโดยเครื่อง	123
ตารางภาคผนวก ช 7 ข้อมูลอัตราการทำงานเชิงพื้นที่การทดสอบเครื่องขุดมัน สำปะหลังในพื้นที่เดียวกัน	124
ตารางภาคผนวก ช 8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติอัตราการทำงานเชิงพื้นที่ การทดสอบเครื่อง ขุดมันสำปะหลังในพื้นที่เดียวกัน	125

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 เครื่องขุดมันสำปะหลังซึ่งพัฒนาโดยโครงการ CIAT (Centro International de Agricultura Tropica)	15
ภาพที่ 2.2 เครื่องขุดมันสำปะหลังซึ่งพัฒนาโดยกองเกษตรวิศวกรรม	16
ภาพที่ 2.3 เครื่องขุดมันสำปะหลังซึ่งพัฒนาโดยเกษตรกร	17
ภาพที่ 3.1 แสดงอุปกรณ์ขุดมันสำปะหลังแบบพานหัวหมู	21
ภาพที่ 3.2 แสดงหัวขุดมันสำปะหลังรูปถ้วย	22
ภาพที่ 3.3 แสดงหัวขุดมันสำปะหลังรูปสี่เหลี่ยม	23
ภาพที่ 3.4 แสดงหัวขุดมันสำปะหลังรูปสามเหลี่ยม	24
ภาพที่ 4.1 แสดงหัวขุดมันสำปะหลังรูปสามเหลี่ยม	39
ภาพที่ 4.2 แสดงชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้น	41
ภาพที่ 4.3 แสดงชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลังออก	44
ภาพที่ 4.4 แสดงส่วนประกอบอุปกรณ์ลำเลียง	45
ภาพที่ 4.5 แสดงการเปอร์เซ็นต์การขุดได้โดยเครื่อง	57
ภาพที่ 4.6 แสดงการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การขาดของหัวมันสำปะหลัง	59
ภาพที่ 4.7 แสดงการวิเคราะห์หาการหลงเหลือของหัวมันสำปะหลัง	61
ภาพที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการทำงานเชิงพื้นที่ กับความเร็ว ในการเคลื่อนที่ในแต่ละระดับความเร็วการลำเลียง	63
ภาพภาคผนวก ก 1 แสดงโครงเครื่องขุดมันสำปะหลัง	79
ภาพภาคผนวก ก 2 แสดงชุดโซ่ลำเลียงขึ้นและลำเลียงออก	80
ภาพภาคผนวก ก 3 แสดงเครื่องขุดมันสำปะหลังติดหน้ารถแทรกเตอร์	81
ภาพภาคผนวก ก 4 แสดงหัวขุดมันสำปะหลังแบบหัวสามเหลี่ยม	82
ภาพภาคผนวก ก 5 แสดงหลักถ่ายชุดลำเลียง	83
ภาพภาคผนวก ก 6 แสดงโซ่ลำเลียง	84
ภาพภาคผนวก ก 7 แสดงเครื่องยนต์เบนซินต้นกำลัง	85
ภาพภาคผนวก ก 8 แสดงด้านบนเครื่องขุดมันสำปะหลัง	86
ภาพภาคผนวก ก 9 แสดงด้านข้างเครื่องขุดมันสำปะหลัง	87
ภาพภาคผนวก ก 10 แสดงด้านหน้าเครื่องขุดมันสำปะหลัง	88

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ .

- D_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางพูลเลย์เครื่องยนต์ต้นกำลัง (ซม.)
- D_2 = เส้นผ่าศูนย์กลางพูลเลย์ที่รับกำลังจากเครื่องยนต์ต้นกำลัง (ซม.)
- $D_{2.1}$ = เส้นผ่าศูนย์กลางพูลเลย์ส่งกำลังบนเพลาดำที่ 1 (ซม.)
- D_3 = เส้นผ่าศูนย์กลางพูลเลย์รับกำลังจาก $D_{2.1}$ บนเพลาย่อยทอดกำลังตัวที่ 2 (ซม.)
- Z_3 = จำนวนฟันของสเตอร์ส่งกำลังบนเพลาย่อยทอดกำลังตัวที่ 2 (ฟัน)
- Z_4 = จำนวนฟันของสเตอร์ที่รับกำลังจาก Z_3 (ฟัน)
- $Z_{4.1}$ = จำนวนฟันของสเตอร์ที่รับกำลังจาก Z_3 (ฟัน)
- $Z_{4.2}$ = เฟืองคอกจอก (ฟัน)
- Z_5 = เฟืองสเตอร์ขับกำลังจากเพลาชุดโซ่ลำเลียง (ฟัน)
- $Z_{5.1}$ = เฟืองคอกจอกอีกตัวที่ขับชุดโซ่ลำเลียงออก (ฟัน)
- N_1 = รอบของเครื่องยนต์ต้นกำลัง (รอบต่อนาที)
- N_2 = รอบของเพลาย่อยทอดกำลังตัวที่ 1 (รอบต่อนาที)
- $N_{2.1}$ = รอบของเพลาย่อยทอดกำลังตัวที่ 1 (รอบต่อนาที)
- N_3 = รอบของเพลาย่อยทอดกำลังตัวที่ 2 (รอบต่อนาที)
- $N_{3.1}$ = รอบของเพลาย่อยทอดกำลังตัวที่ 2 (รอบต่อนาที)
- N_4 = รอบของเพลาชุดอุปกรณ์ลำเลียงออก (รอบต่อนาที)
- $N_{4.1}$ = รอบของสเตอร์บริเวณปลายเพลาชุดอุปกรณ์ลำเลียงออก (รอบต่อนาที)
- N_5 = รอบของอุปกรณ์ลำเลียงขึ้น (รอบต่อนาที)
- $N_{5.1}$ = รอบของอุปกรณ์ลำเลียงออก (รอบต่อนาที)
- P_V = เปอร์เซ็นต์การขูดมันสำปะหลังได้ (%)
- W_V = น้ำหนักของหัวมันสำปะหลังที่ขูดได้ (กิโลกรัม)
- T_V = น้ำหนักของหัวมันสำปะหลังทั้งหมด (กิโลกรัม)
- S_V = เปอร์เซ็นต์การขาดของหัวมันสำปะหลัง (%)
- W_S = น้ำหนักของหัวมันสำปะหลังที่ขาด (%)

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ(ต่อ)

L_V = เปอร์เซนต์การหลงเหลือของหัวมันสำปะหลัง (%)

W_L = น้ำหนักของหัวมันสำปะหลังที่หลงเหลือในดิน (กิโลกรัม)

C_V = อัตราการทำงานเชิงพื้นที่ (ไร่/ ชั่วโมง)

F_C = พื้นที่ที่ถูกเครื่องขุด (ไร่)

T_F = เวลาที่ใช้ในการขุดทั้งหมด (ชั่วโมง)

S = ความเร็วในการเคลื่อนที่

F = ความเร็วเชิงเส้นในการถ้ำเลียงขึ้น