

รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อ
เพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง

The use of water hyacinth compost instead of
potassium fertilizer to increase yield and quality of cassava

โดย

นางชุติมา จันทรเจริญ
นางสาววรรณฯ สุวรรณวิจิตร
นางสุกัญญา ทวีกิจ
นายสาธิต กาละพวง
นางสาวทัศนพร เชื้อนเพชร

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 59 61 99 99 20016 015 105 01 11

กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

มีนาคม 2562

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญตารางภาคผนวก	จ
สารบัญภาพภาคผนวก	ฎ
บทคัดย่อ	3
Abstract	5
หลักการและเหตุผล	7
วัตถุประสงค์	7
การตรวจเอกสาร	7
ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ	11
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลองและวิจารณ์	16
สรุปผลการทดลอง	120
ประโยชน์ที่ได้รับ	120
ข้อเสนอแนะ	120
การเผยแพร่ผลงานวิจัย	120
เอกสารอ้างอิง	121
ภาคผนวก	123

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณธาตุอาหารในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 1	16
2	ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 1	17
3	ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 1	17
4	ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 1	18
5	ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมในปุ๋ยหมักผักตบชวาในปีที่หนึ่ง โครงการวิจัยย่อยที่ 1	18
6	อัตราการใส่ปุ๋ยหมักผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมตามวิธีการต่างๆ โครงการวิจัยย่อยที่ 1	18
7	สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกและคำแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี โครงการวิจัยย่อยที่ 1	19
8	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โครงการวิจัยย่อยที่ 1	20
9	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM: เปอร์เซ็นต์) โครงการวิจัยย่อยที่ 1	21
10	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P: mg.kg ⁻¹) โครงการวิจัย ย่อยที่ 1	22
11	ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K: mg.kg ⁻¹) โครงการวิจัยย่อยที่ 1	23
12	ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังปีที่ 2 โครงการวิจัย ย่อยที่ 1	24
13	ผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง ปีที่ 1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1	26
14	ผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง ปีที่ 2โครงการวิจัย ย่อยที่ 1	29
15	ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดินและผลผลิตมันสำปะหลังปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1	30
16	การสะสมธาตุอาหารพืชของผลผลิตมันสำปะหลังปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1	32
17	ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1	33
18	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง ปีที่ 1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1	35
19	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง ปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1	36
20	ปริมาณธาตุอาหารในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 2	38
21	ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 2	39
22	ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 2	39
23	ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 2	40
24	สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกและคำแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี โครงการวิจัยย่อยที่ 2	40
25	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โครงการวิจัยย่อยที่ 2	41

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
26	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM: เปอร์เซ็นต์) โครงการวิจัยย่อยที่ 2	42
27	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P: mg.kg ⁻¹) โครงการวิจัยย่อยที่ 2	43
28	ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K: mg.kg ⁻¹) โครงการวิจัยย่อยที่ 2	44
29	ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการทดลอง โครงการวิจัยย่อยที่ 2	45
30	ผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2	48
31	ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดินและผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2	49
32	การสะสมธาตุอาหารพืชของผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2	51
33	ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2	52
34	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2	53
35	ปริมาณธาตุอาหารในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 3	55
36	ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 3	55
37	ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 3	56
38	ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 3	56
39	สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกและคำแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี โครงการวิจัยย่อยที่ 3	57
40	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โครงการวิจัยย่อยที่ 3	58
41	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 3	59
42	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 3	60
43	ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 3	61
44	ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3	62
45	ผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3	64
46	ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดินและผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3	65
47	การสะสมธาตุอาหารพืชของผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3	67
48	ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3	68

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
49	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของม้นสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3	70
50	ปริมาณธาตุอาหารในผักตบชวา	72
51	ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 4	72
52	ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 4	73
53	ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในปุ๋ยหมักผักตบชวา	73
54	สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกและคำแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี โครงการวิจัยย่อยที่ 4	74
55	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โครงการวิจัยย่อยที่ 4	75
56	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM: เปอร์เซ็นต์) โครงการวิจัยย่อยที่ 4	76
57	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P: mg.kg ⁻¹) โครงการวิจัยย่อยที่ 4	77
58	ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K: mg.kg ⁻¹) โครงการวิจัยย่อยที่ 4	78
59	ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4	79
60	ผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของม้นสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4	81
61	ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดินและผลผลิตมันสำปะหลัง	82
62	การสะสมธาตุอาหารพืชของผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4	84
63	ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4	85
64	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของม้นสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4	86
65	ปริมาณธาตุอาหารในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 5	88
66	ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 5	88
67	ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 5	89
68	ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 5	89
69	สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกและคำแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี โครงการวิจัยย่อยที่ 5	90
70	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โครงการวิจัยย่อยที่ 5	91
71	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM: เปอร์เซ็นต์) โครงการวิจัยย่อยที่ 5	92
72	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P: mg.kg ⁻¹) โครงการวิจัยย่อยที่ 5	93
73	ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K: mg.kg ⁻¹) โครงการวิจัยย่อยที่ 5	94
74	ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5	95

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
75	ผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5	97
76	ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดินและผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5	98
77	การสะสมธาตุอาหารพืชของผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5	100
78	ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง	101
79	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5	103
80	ปริมาณธาตุอาหารในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 6	105
81	ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 6	105
82	ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 6	106
83	ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 6	106
84	ค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง โครงการวิจัยย่อยที่ 6	107
85	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) หลังการทดลอง โครงการวิจัยย่อยที่ 6	107
86	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter : เปอร์เซ็นต์) หลังการทดลอง	108
87	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P : mg.kg^{-1}) หลังการทดลอง	109
88	ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K : mg.kg^{-1}) หลังการทดลองโครงการวิจัยย่อยที่ 6	110
89	ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการทดลอง โครงการวิจัยย่อยที่ 6	111
90	ผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 6	113
91	ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดินและผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72	114
92	การสะสมธาตุอาหารพืชของผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 โครงการวิจัยย่อยที่ 6	116
93	ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 โครงการวิจัยย่อยที่ 6	117
94	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 โครงการวิจัยย่อยที่ 6	118

สารบัญตารางภาคผนวก

ตาราง ภาคผนวกที่		หน้า
1	ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน	123
2	ระดับอินทรีย์วัตถุในดิน (Walkly and Black method)	123
3	ระดับปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ ที่สกัดด้วย BrayII	123
4	ระดับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ที่สกัดด้วย Ammonium acetate 1N, pH 7 อัตราส่วน 1 ต่อ 20	124
5	มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการที่อยู่อาศัยและเกษตรกรรม	124
6	มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก เกรด2) ของกรมพัฒนาที่ดิน	124
7	มาตรฐานอาหารสารปนเปื้อน	125
8	วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1	125
9	วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 2	126
10	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 1	126
11	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 2	126
12	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P: mg.kg ⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 1	126
13	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P: mg.kg ⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 2	127
14	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K: mg.kg ⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 1	127
15	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K: mg.kg ⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 2	127
16	วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของมันสำปะหลัง (ปีที่ 1)	127
17	วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของมันสำปะหลัง (ปีที่ 2)	128
18	วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตความสูงของมันสำปะหลัง (ปีที่ 1)	128
19	วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมันสำปะหลัง (ปีที่ 1)	128
20	วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมันสำปะหลัง (ปีที่ 2)	128
21	วิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของมันสำปะหลัง (ปีที่ 1)	129

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตาราง ภาคผนวกที่		หน้า
22	วิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของมันสำปะหลัง (ปีที่ 2)	129
23	วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลัง (ปีที่ 1)	129
24	วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลัง (ปีที่ 2)	129
25	วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักหัวสดต่อต้นของมันสำปะหลัง (ปีที่ 1)	130
26	วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักหัวสดต่อต้นของมันสำปะหลัง (ปีที่ 2)	130
27	วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง (ปีที่ 1)	130
28	วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง (ปีที่ 2)	130
29	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนส่วนเหนือดิน (ปีที่ 2)	131
30	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสส่วนเหนือดิน (ปีที่ 2)	131
31	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมส่วนเหนือดิน(ปีที่ 2)	131
32	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในผลผลิต (ปีที่ 2)	131
33	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต (ปีที่ 2)	132
34	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต (ปีที่ 2)	132
35	วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิต (ปีที่ 2)	132
36	วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต (ปีที่ 2)	132
37	วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต (ปีที่ 2)	133
38	วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง	133
39	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต มันสำปะหลัง	133
40	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P: mg.kg ⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง	133
41	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K: mg.kg ⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง	134

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตาราง ภาคผนวกที่		หน้า
42	วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของมันสำปะหลัง	134
43	วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมันสำปะหลัง	134
44	วิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของมันสำปะหลัง	134
45	วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลัง	135
46	วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักหัวสดต่อต้นของมันสำปะหลัง	135
47	วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง	135
48	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนส่วนเหนือดิน	135
49	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสส่วนเหนือดิน	136
50	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมส่วนเหนือดิน	136
51	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในผลผลิต	136
52	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต	136
53	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต	137
54	วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิต	137
55	วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต	137
56	วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต	137
57	วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต มันสำปะหลัง	138
58	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต มันสำปะหลัง	138
59	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P: mg.kg^{-1}) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง	138
60	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K: mg.kg^{-1}) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง	138
61	วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของมันสำปะหลัง	139
62	วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมันสำปะหลัง	139
63	วิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของมันสำปะหลัง	139
64	วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลัง	139
65	วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักหัวสดต่อต้นของมันสำปะหลัง	140
66	วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง	140
67	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนส่วนเหนือดิน	140
68	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสส่วนเหนือดิน	140
69	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมส่วนเหนือดิน	141
70	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในผลผลิต	141

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตาราง ภาคผนวกที่		หน้า
71	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต	141
72	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต	141
73	วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิต	142
74	วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต	142
75	วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต	142
76	วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต มันสำปะหลัง	142
77	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต มันสำปะหลัง	143
78	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P: mg.kg ⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง	143
79	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K: mg.kg ⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง	143
80	วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของมันสำปะหลัง	143
81	วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตความสูงของมันสำปะหลัง	144
82	วิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของมันสำปะหลัง	144
83	วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลัง	144
84	วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักหัวสดต่อต้นของมันสำปะหลัง	144
85	วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง	145
86	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนส่วนเหนือดิน	145
87	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสส่วนเหนือดิน	145
88	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมส่วนเหนือดิน	145
89	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในผลผลิต	146
90	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต	146
91	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต	146
92	วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิต	146
93	วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต	147
94	วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต	147
95	วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) หลังเก็บเกี่ยว ผลผลิตมันสำปะหลัง ปี 2560	147
96	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์) หลังเก็บเกี่ยว ผลผลิตมันสำปะหลัง ปี 2560	147
97	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P: mg.kg ⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปี 2560	148

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตาราง ภาคผนวกที่		หน้า
98	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K: mg.kg^{-1}) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปี 2560	148
99	วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของมันสำปะหลัง ปี 2560	148
100	วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมันสำปะหลัง ปี 2560	148
101	วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลัง ปี 2560	149
102	วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง ปี 2560	149
103	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนส่วนเหนือดิน ปี 2560	149
104	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสส่วนเหนือดิน ปี 2560	149
105	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของโพแทสเซียมส่วนเหนือดิน ปี 2560	150
106	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในผลผลิต ปี 2560	150
107	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต ปี 2560	150
108	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต ปี 2560	150
109	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) หลังเก็บเกี่ยว ผลผลิตมันสำปะหลัง	151
110	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter) หลังเก็บเกี่ยว ผลผลิตมันสำปะหลัง	151
111	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง	151
112	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง	151
113	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุโครเมียมในดิน (Cr) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมัน สำปะหลัง	152
114	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุตะกั่วในดิน (Pb) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมัน สำปะหลัง	152
115	วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72	152
116	วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72	152
117	วิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72	153
118	วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72	153
119	วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักหัวต่อต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72	153
120	วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72	153
121	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นธาตุไนโตรเจนในส่วนเหนือดิน	154
122	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นธาตุฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดิน	154
123	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นธาตุโพแทสเซียมในส่วนเหนือดิน	154

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตาราง ภาคผนวกที่		หน้า
124	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นธาตุไนโตรเจนในส่วนผลผลิต	154
125	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นธาตุฟอสฟอรัสในส่วนผลผลิต	155
126	วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นธาตุโพแทสเซียมในส่วนผลผลิต	155
127	การประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในการปลูกมันสำปะหลัง (ปีที่ 1) โครงการวิจัยย่อยที่ 1	156
128	การประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในการปลูกมันสำปะหลัง (ปีที่ 2) โครงการวิจัยย่อยที่ 1	157
129	การประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในการปลูกมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อย ที่ 2	158
130	การประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในการปลูกมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อย ที่ 3	159
131	การประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในการปลูกมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อย ที่ 4	160
132	การประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในการปลูกมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อย ที่ 5	161
133	การประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในการปลูกมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อย ที่ 6	162

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพ ภาคผนวกที่		หน้า
1	โครงการวิจัยย่อยที่ 1 แปลงทดลอง ต.ชัยนาม อ.วังทอง จ.พิษณุโลก	163
2	โครงการวิจัยย่อยที่ 2 แปลงทดลอง ต.วังพิกุล อ.วังทอง จ.พิษณุโลก	164
3	โครงการวิจัยย่อยที่ 3 แปลงทดลอง ต.ผักขวง อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์	165
4	โครงการวิจัยย่อยที่ 4 แปลงทดลอง ต.หนองโสน อ.สามง่าม จ.พิจิตร	166
5	โครงการวิจัยย่อยที่ 5 แปลงทดลอง ต.ก่อเอ้ อ.เขื่องใน จ.อุบลราชธานี	167
6	โครงการวิจัยย่อยที่ 6 แปลงทดลอง ต.บ้านค้อ อ.เมือง จ.ขอนแก่น	168

โครงการวิจัยย่อยที่ 4

หมู่ที่ 2 บ้านหนองโสน ตำบลหนองโสน อำเภอสามง่าม
 จังหวัดพิจิตร ลุ่มน้ำย่อย -
 จุดพิกัด (ระบบ UTM) N 1815529 E 611030
 ชุดดินกำแพงเพชร กลุ่มชุดดินที่ 33

โครงการวิจัยย่อยที่ 5

หมู่ที่ 6 บ้านเอ ตำบลล่อเอ อำเภอเขื่องใน
 จังหวัดอุบลราชธานี ลุ่มน้ำย่อย ลำเซบาย
 จุดพิกัด (ระบบ UTM) N 1701404 E 0455160
 ชุดดินจักรราช กลุ่มชุดดินที่ 40

โครงการวิจัยย่อยที่ 6

หมู่ที่ 4 บ้านโนนลาน ตำบลบ้านค้อ อำเภอเมือง
 จังหวัดขอนแก่น ลุ่มน้ำย่อย -
 จุดพิกัด (ระบบ UTM) N 1833742 E 263713
 ชุดดินบ้านไผ่ กลุ่มชุดดินที่ 41

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งสิ้น

ปีงบประมาณ	งบบุคลากร	งบดำเนินงาน	รวม
2559	-	140,000	140,000
2560	-	650,000	650,000
2561 (งบเก็บเกี่ยว)	-	270,000	270,000
รวม	-	1,060,000	1,060,000

แหล่งงบประมาณที่ใช้ เงินงบประมาณปกติ
 งบประมาณงานวิจัยเพื่อการพัฒนาที่ดิน
 (ตามขั้นตอนการจัดสรรงบประมาณประจำปี)

พร้อมนี้ได้แนบรายละเอียดประกอบตามแบบฟอร์มที่กำหนดมาด้วยแล้ว

ลงชื่อ.....

(นางชุดิมา จันทร์เจริญ)

ผู้รับผิดชอบโครงการ

ลงชื่อ.....

(.....)

ประธานคณะกรรมการกลั่นกรองผลงานวิชาการของหน่วยงานต้นสังกัด

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ทะเบียนวิจัยเลขที่	59 61 99 99 020016 015 105 01 11
ชื่อโครงการวิจัย	การใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง The use of water hyacinth compost instead of potassium fertilizer to increase yield and quality of cassava
กลุ่มชุดดินที่ 35 ชุดดินคล้ายดำนซ้ายมีสีน้ำตาล กลุ่มชุดดินที่ 29 ชุดดินบ้านจ้อง กลุ่มชุดดินที่ 56 ชุดดินไพศาลี กลุ่มชุดดินที่ 33 ชุดดินกำแพงเพชร กลุ่มชุดดินที่ 40 ชุดดินจักราช กลุ่มชุดดินที่ 41 ชุดดินบ้านไผ่	
ชื่อแผนงานวิจัย	การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังบนฐานทรัพยากรดิน Optimizing the production of cassava based on soil resources
สถานที่ดำเนินการ	หมู่ที่ 6 บ้านซำบอน ตำบลชยันนาม อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก หมู่ที่ 13 บ้านดงพลวง ตำบลวังพิกกุล อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก หมู่ที่ 4 บ้านวังโป่ง ตำบลผักขง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ หมู่ที่ 2 บ้านหนองโสน ตำบลหนองโสน อำเภอสว่างงาม จังหวัดพิจิตร หมู่ที่ 6 บ้านแอ ตำบลก่อเอ้ อำเภอเขื่อนขันธ์ จังหวัดอุบลราชธานี หมู่ที่ 4 บ้านโนนลาน ตำบลบ้านค้อ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
ผู้ดำเนินการ	นางชุตินา จันทร์เจริญ Mrs. Chutima Janjaroen นางสาววรรณ สุวรรณวิจิตร Ms. Wanna Suwannawijit นางสุกัญญา ทวีกิจ Mrs. Sukanya Taweekit นายสาธิต กาละพวก Mr. Sathis Kalapluk นางสาวทศพร เชื้อนเพชร Ms. Todsaporn Keinphet

บทคัดย่อ

การใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราปุ๋ยหมักผักตบชวาและปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพมันสำปะหลัง ดำเนินการในพื้นที่ 6 แห่ง รวมเป็น 6 โครงการวิจัยย่อย ได้แก่ โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลังในดินร่วนปนทราย ต.ชยันนาม อ.วังทอง จ.พิษณุโลก (กลุ่มชุดดิน 35) ดำเนินงานปี 2559-2561 พิกัด N1858156 E658062 โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลังในดินร่วนปนเหนียว ต.วังพิกกุล อ.วังทอง จ.พิษณุโลก (กลุ่มชุดดิน 29) ดำเนินงานปี 2560-2561 พิกัด N1855722 E651243 โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลังในดินร่วนปนทรายปนกรวด ต.ผักขง อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์ (กลุ่มชุดดินที่ 56) ดำเนินงานปี 2560-2561 พิกัด N 1938379 E 647779 โครงการวิจัยย่อยที่ 4 การใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลังในดินร่วนปนทรายแป้ง ตำบลหนองโสน อำเภอสว่างงาม จังหวัดพิจิตร (กลุ่มชุดดิน 33) ดำเนินงานปี 2560-2561 พิกัด N 1815529 E 611030 โครงการวิจัยย่อยที่ 5 การใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลังในดินร่วนปนทรายสีน้ำตาลเข้ม ต.ก่อเอ้ อ.เขื่อนขันธ์ จ.อุบลราชธานี (กลุ่มชุดดิน 40)

ดำเนินงานปี 2560-2561 พิกัด N 1701404 E 455122 โครงการวิจัยย่อยที่ 6 การใช้ปุ๋ยหมักจาก ผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลังในดินทรายปนร่วน ต.บ้านค้อ อ.เมือง จ.ขอนแก่น (กลุ่มชุดดิน 41) ดำเนินงานปี 2560-2561 พิกัด N1833742 E263713 วิธีการดำเนินการ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ 10 วิธีการ ทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 - ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดินและ ปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O อัตรา 4 กก.ต่อไร่ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดินและ ปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O อัตรา 8 กก.ต่อไร่ วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดินและ ปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O อัตรา 16 กก.ต่อไร่ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดินและ ปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O อัตรา 32 กก.ต่อไร่ วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดินและปุ๋ย หมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า ปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O โดยประมาณ 4 กก.ต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ย โพแทสเซียม K_2O โดยประมาณ 8 กก.ต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตาม อัตราค่าวิเคราะห์ดิน และปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O โดยประมาณ 16 กก. K_2O ต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O โดยประมาณ 32 กก. K_2O ต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ผลการทดลองพบว่า ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวาซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตปุ๋ยหมักผักตบชวา ปริมาณธาตุโลหะหนักที่มีในผักตบชวาของโครงการวิจัยย่อยทั้ง 6 โครงการมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ของกรมพัฒนาที่ดิน แสดงให้เห็นว่าการใช้ผักตบชวามาผลิตปุ๋ยหมักสามารถปฏิบัติได้เนื่องจากปริมาณโลหะ หนักไม่เกินค่ามาตรฐาน การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน เนื่องจากการทดลองเพียง 1-2 ปี โดยรวมไม่พบการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินอย่างชัดเจน ผลของการศึกษาอัตราปุ๋ยหมักจาก ผักตบชวาและปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง จากการทดลองโครงการย่อย 6 แห่ง ตามลักษณะเนื้อดินต่าง ๆ ได้แก่ ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนเหนียว ดินร่วนปนทรายปนกรวด ดิน ร่วนปนทรายแฉะ ดินร่วนปนทรายสีน้ำตาลเข้ม และดินทรายปนร่วนตามลำดับ โดยพิจารณาจากผลผลิต มันสำปะหลัง พบว่าอัตราการใส่ปุ๋ยหมักผักตบชวาร่วมกับปุ๋ยเคมี ในโครงการวิจัยย่อยที่ 1 4 และ 6 ซึ่ง ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนทรายแฉะ และดินทรายปนร่วน การใส่ปุ๋ยตามวิธีการที่ 10 คือ ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตามอัตราแนะนำ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ผลผลิตสูงที่สุดทั้ง 3 แห่ง แต่โครงการวิจัยย่อยที่ 2 เป็นดินร่วนปนเหนียว โครงการวิจัยย่อยที่ 3 เป็นดินร่วนปนทรายปนกรวด และโครงการวิจัยย่อยที่ 5 เป็นดินร่วนปนทรายสีน้ำตาล เข้ม ให้ผลผลิตสูงที่สุดในวิธีการที่แตกต่างกันไป ผลของการศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจโดยภาพรวม พบว่า วิธีการที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าวิธีการที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา ทำให้วิธีการที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวให้ผลตอบแทนที่สูงกว่า และมีความคุ้มค่ามากกว่า แต่อย่างไรก็ตาม การทดลองเรื่องการใส่ปุ๋ยหมักผักตบชวาร่วมกับปุ๋ยเคมีนี้ เป็นการทดลองเพียง 1-2 ปี จึงไม่ สามารถสรุปได้ชัดเจนว่าวิธีการใด หรือใส่ปุ๋ยอัตราใดเหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง ควรมีการวิจัย เพิ่มเติมในระยะเวลาานานกว่านี้

Abstract

The use of water hyacinth compost instead of potassium fertilizer to increase yield and quality of cassava. The objective of this study is to find out the appropriate rate of water hyacinth compost and potassium fertilizer to increase yield and quality of cassava. This experiment was conducted in 6 areas, including 6 sub-research projects: Sub-research project 1, The use of water hyacinth compost instead of potassium fertilizer to increase yield and quality of cassava in sandy loam soil, Chainam subdistrict, Wang Thong district, Phitsanulok province (soil group no 35) during 2016-2018 (coordinates N1858156 E658062). Sub-research project 2, The use of water hyacinth compost instead of potassium fertilizer to increase yield and quality of cassava in clay loam soil, Wang Phikun subdistrict, Wang Thong district, Phitsanulok province (soil group no 29) during 2017-2018 (Coordinates N1855722 E651243). Sub-research project 3, The use of water hyacinth compost instead of potassium fertilizer to increase yield and quality of cassava in slightly gravel sandy loam soil, Phak Khuang subdistrict, Thong Saen Khan district, Uttaradit province (soil group no 56) during 2017-2018 (coordinates N1938379 E647779). Sub-research project 4, The use of water hyacinth compost instead of potassium fertilizer to increase yield and quality of cassava in silty loam soil, Nong Sano subdistrict, Sam Ngam district, Phichit province (soil group no 33) during 2017-2018 (coordinates N1815529 E611030). Sub-research project 5, The use of water hyacinth compost instead of potassium fertilizer to increase yield and quality of cassava in dark brown sandy loam soil, Ko Ae sub-district, Khueang Nai district, Ubon Ratchathani province (soil group no 40) during 2017-2518 (coordinates N1701404 E455122) and sub-research project 6, The use of water hyacinth compost instead of potassium fertilizer to increase yield and quality of cassava in loamy sand soil, Baan Kho sub-district, Muang district, Khon Kaen province (soil group no 41) during 2017-2018 (coordinates N1833742 E263713). The randomized complete block (RCB) was designed with 10 treatments and 3 replications. There were: (1) Control method (without fertilizer), (2) N-P₂O₅ chemical fertilizer according to soil analysis rate, (3) N-P₂O₅ chemical fertilizer according to soil analysis rate and K₂O potassium fertilizer at the rate of 4 kg per rai. (4) N-P₂O₅ chemical fertilizer according to the soil analysis rate and K₂O potassium fertilizer at the rate of 8 kg per rai. (5) N-P₂O₅ chemical fertilizer according to the soil analysis rate and K₂O potassium fertilizer at the rate of 16 kg per rai. (6) N-P₂O₅ chemical fertilizer according to the soil analysis rate and K₂O potassium fertilizer at the rate of 32 kg per rai. (7) N-P₂O₅ chemical fertilizer according to the soil analysis rate and water hyacinth compost equivalent rate K₂O potassium fertilizer, approximately 4 kg K₂O per rai. (320 kg water hyacinth compost per rai) (8) Chemical fertilizer N-P₂O₅ according to soil analysis rate and water hyacinth compost equivalent rate of K₂O potassium fertilizer is approximately 8 kg K₂O per rai (640 kg water hyacinth compost per rai). (9) N-P₂O₅ chemical fertilizer according to the soil analysis rate and water hyacinth compost equivalent rate of K₂O potassium

fertilizer is approximately 16 kg K_2O per rai (1,280 kg water hyacinth compost per rai). (10) $N-P_2O_5$ chemical fertilizer according to the soil analysis rate and water hyacinth compost equivalent rate of K_2O potassium fertilizer is approximately 32 kg K_2O per rai (2,560 kg water hyacinth compost per rai). The results showed that there was heavy metal content in water hyacinth compost contained in all 6 sub-research projects which lower than the amount of Land Development Department organic fertilizer standards. There showed that using water hyacinth to produce compost can be practiced because the amount of heavy metal does not exceed the standard value. There was not significant change in soil chemical properties because the experiment was conducted only 1-2 years. The study of compost rates from water hyacinth combined with potassium fertilizer from 6 sub-research projects based on various soil types including sandy loam, clay loam, slightly gravely sandy loam, silty loam, dark brown sandy loam and loamy sandy soil considering cassava production found that the rate of composting with water hyacinth combined with chemical fertilizer In sub-research projects 1, 4 and 6, which are sandy loam, silty loam and loamy sand, respectively found that soil fertilizer application according to method 10 was $N-P_2O_5$ chemical fertilizer according to the recommended rate with water hyacinth compost equivalent rate of K_2O at the rate of 32 kg per rai (2,560 kg water hyacinth compost per rai) were the highest yield in all 3 locations, but the sub-research project 2 is clay loam soil. Sub-research project 3 is slightly gravely sandy loam and sub-research project 5 is dark brown sandy loam were the highest productivity in different methods. Furthermore, the overall economic return showed that the method of chemical fertilizer application had lower production costs than the chemical fertilizer application combined with water hyacinth compost. The results showed that the method which only chemical fertilizers have higher economic returns and more cost-effective. However, the experiment on composting of water hyacinth combined with this chemical fertilizer it is only 1-2-years trial, therefore it cannot be concluded clearly which method and what rate of fertilizer is suitable for increasing cassava production. There should be make an experiment for a longer period.

หลักการและเหตุผล

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจพืชหนึ่งที่มีความสำคัญ มันสำปะหลังเป็นแหล่งผลิตคาร์โบไฮเดรตที่สูง และเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ในดินหลายชนิด ดินที่ปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นดินทรายหรือดินร่วนทราย และการปลูกมันสำปะหลังสามารถนำรายได้เข้าประเทศมากกว่าสามหมื่นล้านบาทต่อปี การศึกษาวิจัยงานด้านมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มผลผลิตมีมากมาย แต่ในการวิจัยนี้จะเน้นถึงการลดการใช้ปุ๋ยเคมีโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทดแทนเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต เพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลังอย่างยั่งยืน โดยมีแนวคิดการใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวา เนื่องจากผักตบชวาเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากลำคลองเป็นจำนวนมาก การนำผักตบชวามาทำปุ๋ยหมักเป็นการใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือทิ้งตามคุณสมบัติที่เหมาะสม จากข้อมูลรายงานการวิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ยหมักผักตบชวาพบว่า มีปริมาณโพแทสเซียมประมาณ 3.06% (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพ, 2551) และสอดคล้องกับรายงานอื่นๆ และจากข้อมูลของ กรมวิชาการเกษตร (2553) มันสำปะหลังดูดใช้โพแทสเซียมในส่วเนื้อดินและผลผลิตรวมประมาณ 29 กิโลกรัมต่อไร่ คาดว่าการใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาประมาณ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่จึงเทียบเท่าปริมาณที่มันสำปะหลังดูดใช้โพแทสเซียมได้ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยเกี่ยวกับการลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีโดยการใช้ปุ๋ยหมักทดแทนเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง โดยเน้นถึงการใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นงานวิจัยหนึ่ง โดยคาดการณ์ว่าการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยหมักจากผักตบชวาในอัตราที่ต่างกันจะมีปริมาณเปอร์เซ็นต์แป้งในมันสำปะหลังที่แตกต่างกัน การที่มีเปอร์เซ็นต์แป้งในมันสำปะหลังสูงส่งผลทำให้ราคาของมันสำปะหลังสูงขึ้น การวิจัยจะเป็นแนวทางหนึ่งในการลดการใช้ปุ๋ยเคมีโดยเฉพาะปุ๋ยโพแทสเซียม ซึ่งหวังว่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มคุณภาพของมันสำปะหลังหรือเปอร์เซ็นต์แป้งเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าราคาขายมันสำปะหลัง นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาเป็นทางเลือกในการปรับปรุงโครงสร้างของดินและเป็นแนวทางในการผลิตมันสำปะหลังได้อย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาอัตราปุ๋ยหมักจากผักตบชวาและปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง

การตรวจเอกสาร

การใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์สำหรับมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชอาหารที่สำคัญอันดับ 5 รองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว และมันฝรั่ง เป็นพืชอาหารสำคัญของประเทศในเขตร้อน โดยเฉพาะประเทศต่างๆในทวีปแอฟริกา และทวีปอเมริกาใต้ ส่วนในทวีปเอเชีย ประเทศอินโดนีเซีย และอินเดีย มีการบริโภคมันสำปะหลังเป็นจำนวนมาก มันสำปะหลังเป็นพืชสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เป็นพืชที่ปลูกง่าย ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศที่แปรปรวน สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ๆ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูกมันสำปะหลัง

- มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 200 เมตร
- ไม่มีน้ำท่วมขัง ดินร่วน ดินร่วนปนทราย หรือดินทราย
- มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีอินทรีย์วัตถุไม่ต่ำกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์
- มีการระบายน้ำดีและถ่ายเทอากาศดี

- ระดับหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร
- มีค่าความเป็นกรดต่างระหว่าง 5.5 – 7.5
- อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต 25 - 37 องศาเซลเซียส
- ปริมาณน้ำฝนกระจายสม่ำเสมอ 1,000 -1,500 มิลลิเมตรต่อปี (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

การเตรียมดินสำหรับปลูกมันสำปะหลัง

- ไถด้วยพาสสาม 1 ครั้ง ลึก 20-30 เซนติเมตร ตากดินไว้ 7-10 วัน พรวนด้วยพาสเจ็ต 1 ครั้ง แล้วคราดเก็บเศษซาก ราก เหง้า หัว ไสของวัชพืชข้ามปี ออกจากแปลง
- พื้นที่ลุ่มหรือลาดเอียง ให้ยกร่องขวางแนวลาดเอียง ความสูงสันร่องประมาณ 30-40 เซนติเมตร ระยะระหว่างร่อง 80 เซนติเมตร สำหรับพื้นที่ราบไม่ต้องยกร่อง
- พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังต่อเนื่องเป็นเวลานาน ควรเพิ่มอินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงดิน โดยหว่านปุ๋ยมูลไก่ที่ย่อยสลายดีแล้ว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ทุก 2 ปี หรือ
- ควรปลูกพืชบำรุงดิน เช่น ปอเทือง หรือถั่วพุ่ม อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยเป็นแถว ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร หรือปลูกถั่วพริ้วอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะระหว่างแถว 50-100 เซนติเมตร แล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดเมื่ออายุประมาณ 2 เดือน ก่อนปลูกมันสำปะหลังทุกปี (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

เกษตรที่ดีที่เหมาะสมสำหรับมันสำปะหลัง : Good Agricultural Practice Cassava (GAP)

แหล่งปลูกของมันสำปะหลัง ควรเป็นพื้นที่ดอน หรือที่ลุ่มไม่มีน้ำท่วมขัง สูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 200 เมตรพื้นที่ราบเรียบสม่ำเสมอ การคมนาคมสะดวก ใกล้แหล่งรับซื้อ ดินควรเป็นดินร่วน ดินร่วนปนทราย หรือดินทราย ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีอินทรีย์วัตถุไม่ต่ำกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ ระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดี ระดับหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ค่าความเป็นกรดต่างระหว่าง 5.5 – 7.5 อุณหภูมิประมาณ 25-37 องศาเซลเซียส การกระจายของน้ำฝน 1,000 – 1,500 มิลลิเมตรต่อปี มีแสงแดดจัด ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน พันธุ์ที่ใช้ต้องให้ผลผลิตหัวสด และเปอร์เซ็นต์แป้งสูง เจริญเติบโตเหมาะสมกับสภาพดินฟ้าอากาศ

การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

รายการวิเคราะห์	อัตราปุ๋ยที่ใส่
1. อินทรีย์วัตถุ(OM ,%)	
<1	ปุ๋ย N 16 กก./ไร่
1-2	ปุ๋ย N 8 กก./ไร่
>2	ปุ๋ย N 4 กก./ไร่
2.ฟอสฟอรัส (P, มก./กก.)	
<7	ปุ๋ย P ₂ O ₅ 8 กก./ไร่
7-30	ปุ๋ย P ₂ O ₅ 4 กก./ไร่
>30	ปุ๋ย P ₂ O ₅ 0 กก./ไร่
3. โพแทสเซียม (K, มก./กก.)	
<30	ปุ๋ย K ₂ O 16 กก./ไร่
30-60	ปุ๋ย K ₂ O 8 กก./ไร่
>60	ปุ๋ย K ₂ O 4 กก./ไร่

วิธีการใส่ปุ๋ย

1. ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 16-8-16 กก. N- P_2O_5 - K_2O /ไร่ ใส่สองข้างต้นมันสำปะหลังระยะปลูก 1x1 เมตร หรือ 1x0.80 เมตร แล้วกลบปุ๋ยครั้งเดียวหลังปลูก 1-3 เดือน หรือหลังกำจัดวัชพืชครั้งแรก เมื่อดินมีชั้นพอเหมาะ

2. เพื่อการผลิตมันสำปะหลังอย่างยั่งยืน ใช้ปุ๋ยแบบผสมผสาน โดยใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 16-8-16 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ 1-2 ตัน/ไร่ หรือร่วมกับการไถกลบซากต้นใบมันสด 3 ตันต่อไร่ หรือร่วมกับปุ๋ยคอก 500 กก./ไร่ และป้องกันการชะล้างพังทลาย

การใส่ปุ๋ย

ในช่วง 1-2 เดือนหลังปลูก การปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้ปุ๋ยเคมีที่เกษตรกรใช้กันอยู่คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 หรือสูตร 13-13-21 อัตรา 25 กก./ไร่ ใส่ในช่วง 1-2 เดือน หลังปลูกสำหรับการปลูกปลายฝน อาจยืดระยะเวลาออกไปได้ถึง 2-3 เดือนหลังปลูก ใส่หลังปลูก ใส่หลังฝน โดยจุดเป็นหลุมห่างจากต้น 20-30 เซนติเมตร แล้วกลบ หรือใช้รถไถเดินตามแถวเป็นร่องช่วงกำจัดวัชพืชครั้งแรกและใส่ปุ๋ยเคมีในร่องและกลบปุ๋ยเคมีจะให้ผลต่อมันสำปะหลังเต็มที่ควรใช้ควบคู่กับการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยมูลสัตว์ หรือปุ๋ยพืชสด การเก็บเกี่ยวจะชุดเมื่อประมาณ 11-12 เดือน คือระยะเวลา 1 ปีพอดี ซึ่งเป็นช่วงที่มีสำปะหลังจะมีปริมาณแป้งและผลผลิตสูง

การจัดระยะปลูกที่เหมาะสมสำหรับดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เช่น ดินทรายจัด ควรใช้ระยะปลูกถี่ขึ้น เช่น 1.0×0.8 เมตร หรือ 0.8×0.8 เมตร และดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงควรใช้ระยะ 1.0×1.20 เมตร หรือ 1.20×1.20 เมตร แต่ก็ควรพิจารณาทรงพุ่มของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ด้วย

การทดลองระยะยาวในการใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และการไถกลบต้นใบมันสำปะหลังในหลายรูปแบบกับมันสำปะหลัง เพื่อให้ได้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินปลูกมันสำปะหลังและการเจริญเติบโต การใช้ปุ๋ยกับมันสำปะหลังที่สามารถเพิ่มผลผลิตได้สูง 4-8 ตัน/ไร่ ควรใช้ปุ๋ยเคมีอย่างครบถ้วนของ NPK อัตรา 16-8-16 กก./ไร่ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตัน/ไร่ หรือใช้ร่วมกับการไถกลบต้นใบมันสำปะหลังอัตรา 3 ตัน/ไร่ สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตที่มีคุณภาพสูงกว่าวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างครบถ้วนชนิดเดียวอัตรา 16-8-16 กก. N- P_2O_5 - K_2O /ไร่ และเป็นวิธีการที่รักษาหรือเพิ่มสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินอย่างยั่งยืน

จากผลการศึกษาทดลองอาจกล่าวได้ว่า การใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเหมาะสมอัตรา 16-8-16 กก./ไร่ อย่างต่อเนื่องนานกว่า 30 ปี มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตสมบูรณ์ดี ผลผลิตปริมาณเท่าเดิมหรือเพิ่มขึ้นการผลิตมันสำปะหลังอย่างยั่งยืน มันสำปะหลังเจริญเติบโตให้ผลผลิตที่มีคุณภาพมากกว่า 6 ตัน/ไร่ด้วยการใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานของปุ๋ยเคมีอัตรา 16-8-16 กก. N- P_2O_5 - K_2O /ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตัน/ไร่ หรือร่วมกับการไถกลบต้นใบมันสดอัตรา 3 ตัน/ไร่ ดินจะสะสมปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้ปุ๋ยฟอสเฟตปุ๋ยโพแทสเซียมทุกๆปีในการเพาะปลูกมันสำปะหลัง

การใช้ปุ๋ยอย่างผสมผสานของปุ๋ยเคมีอัตรา 16-8-16 กก. N- P_2O_5 - K_2O /ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตัน/ไร่ หรือร่วมกับการไถกลบต้นใบมันสดอัตรา 3 ตัน/ไร่ทุก ๆ ปี นานกว่า 30 ปี สามารถปรับปรุงหรือเพิ่มสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินทั้งด้านเคมี กายภาพ และชีวภาพ

การใช้ปุ๋ยกับมันสำปะหลังตามค่าวิเคราะห์ดิน ดังนี้ ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ น้อยกว่า 1 ระหว่าง 1-2 และมากกว่า 2 เปอร์เซนต์ ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเท่ากับ 16 8 4 กก./ไร่ ตามลำดับ ดินมีปริมาณฟอสฟอรัส น้อยกว่า 7 7-30 และมากกว่า 30 มก./กก. ใส่ปุ๋ย P_2O_5 เท่ากับ 8 4 และ 0 กก./ไร่ ตามลำดับ ดินมี

ปริมาณโพแทสเซียม น้อยกว่า 30 ระหว่าง 30 – 60 และมากกว่า 60 กก./กก. ใส่ปุ๋ย K_2O เท่ากับ 16.8 และ 4 กก./ไร่ ตามลำดับ โดยใส่ข้างต้นมันสำปะหลังครั้งเดียวหลังปลูก 1-3 เดือน หรือหลังกำจัดวัชพืชครั้งแรก เมื่อดินมีความชื้นเหมาะสม (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีกับมันสำปะหลัง ใส่ปุ๋ยเคมีที่มีสัดส่วน 2 : 1 : 2 ปุ๋ยสูตร 16-8-16 หรือ 15-7-18 อัตรา 50-80 กก./ไร่ ใส่ทั้งหมดครั้งเดียว สองข้างต้นมันสำปะหลังแล้วกลบปุ๋ย เมื่อต้นมันสำปะหลังอายุ 1-2 เดือน ขณะดินมีความชื้นพอเหมาะและเมื่อไม่มีวัชพืช และทางเลือกในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1-2 ตัน/ไร่ มูลไก่อัตรา 0.5-1.0 ตัน/ไร่ การไถกลบซากต้นมันสำปะหลังสดอัตรา 3 ตัน/ไร่และวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผงชูรสมาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำหรือครึ่งอัตราแนะนำ (กรมวิชาการเกษตร, 2551)

การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวยังเหมาะสมหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์รูปใดก็ได้ในปริมาณที่เพียงพอ เช่น ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 หรือปุ๋ยผสมเองสูตร 16-8-16 อัตรา 50 หรือ 100 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก 1-3 กก./ไร่ (ปิยะ และคณะ, 2542)

การใช้ปุ๋ยเคมี โดยทั่วไปจะใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 หรือ 16-20-0 หรือ 15-8-18 อัตรา 16-25 กิโลกรัมต่อไร่ (1 กระสอบใส่ในพื้นที่ 2-3 ไร่) หรือเน้นเฉพาะพื้นที่ส่วนที่ไม่งาม วิธีใส่จะใส่เมื่อมันสำปะหลังอายุ 2-3 เดือน หลังจากกำจัดวัชพืชรื้อในขณะดินมีความชื้น (ปรีชา และคณะ, 2551)

ความต้องการธาตุอาหารพืชของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 1 พบว่า ดูดใช้ N 15.2 กิโลกรัมต่อไร่ P_2O_5 3.6 กิโลกรัมต่อไร่ K_2O 12.4 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2553)

การสูญเสียของธาตุอาหารพืชจากพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง

ธาตุอาหารที่สูญเสียไปจากพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง 1 ไร่

ส่วนของมันสำปะหลัง	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม
หัวมัน	6 กก.	3 กก.	20 กก.
ต้น+ใบ	10 กก.	2 กก.	9 กก.
หัว + ต้น + ใบ	16 กก.	5 กก.	29 กก.

เทียบเท่ากับปุ๋ย 15-7-18 ประมาณ 100 กิโลกรัม ต่อไร่ (ปุ๋ย 2 กระสอบ)

(http://at.doa.go.th/cassfer/soil_cassava.php)

ผักตบชวา

ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) เป็นพืชจืดที่แพร่กระจายอย่างรวดเร็วและเป็นปัญหาของแหล่งน้ำโดยก่อให้เกิดความเสียหาย คือ กีดขวางการสัญจรไปมาทางน้ำ ดังนั้น แนวทางที่เหมาะสมในการกำจัดผักตบชวา คือการนำเอาผักตบชวาเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ด้วยการทำปุ๋ยหมัก ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อพืชในรูปปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องจากผักตบชวามีระบบรากฝอยเป็นจำนวนมาก สามารถดูดซับธาตุอาหารพืชที่ปะปนอยู่กับตะกอนในน้ำและนำมาไว้ในส่วนต่างๆ ของลำต้นและใบ จึงมีปริมาณธาตุอาหารสูง ประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 1.75 0.63 และ 3.07 เปอร์เซ็นต์ ผักตบชวายังเพิ่มสารอาหารให้กับพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและช่วยรักษาอินทรีย์วัตถุในดิน (Akeem, 2010) สอดคล้องกับ ปรีชาและคณะ(2540) พบว่าปริมาณธาตุอาหารและค่าวิเคราะห์ทางเคมีของวัสดุอินทรีย์ของผักตบชวา มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน 1.27% P_2O_5 0.71% K_2O 4.84% อัตราส่วน C/N คือ 89 pH คือ 7.8 รายงานของ พิทยาการและฉวีวรรณ (2540) ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักที่ผลิตจากผักตบชวา มีปริมาณ Total N 1.19% P_2O_5 0.89% K_2O 3.06% Ca 0.51% Mg 0.28% และ S 0.06% pH คือ 7.9 และ

มีรายงานของสำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน (2551) ปริมาณธาตุในปุ๋ยหมักจากผักตบชวา คือ Total N 0.37% P_2O_5 0.2% K_2O 3.25%

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินงาน เริ่มต้น เดือนตุลาคม พ.ศ. 2559
สิ้นสุด เดือนกันยายน พ.ศ. 2561

สถานที่ดำเนินงาน

หมู่ที่ 6 บ้านซำบอน ตำบลชัยนาม อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก พิกัด N1858156
E658062

หมู่ที่ 13 บ้านดงพลวง ตำบลวังพิรุณ อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก พิกัด N1855722
E651243

หมู่ที่ 4 บ้านวังโป่ง ตำบลผักขง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์ พิกัด N1938379
E647779

หมู่ที่ 2 บ้านหนองโสน ตำบลหนองโสน อำเภอสว่างมุ้ง จังหวัดพิจิตร พิกัด N1815529
E611030

หมู่ที่ 6 บ้านเอ้ ตำบลก่อเอ้ อำเภอเขิวงัน จังหวัดอุบลราชธานี พิกัด N 1701404
E455122

หมู่ที่ 4 บ้านโนนลาน ตำบลบ้านค้อ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พิกัด N1833742
E263713

2. สภาพพื้นที่

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 หมู่ที่ 6 บ้านซำบอน ตำบลชัยนาม อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก พิกัด
1858156 E658062 ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย

กลุ่มชุดดินที่ 35 ลักษณะของดินอยู่ในกลุ่มชุดดินคล้ายดินซาย จัดอยู่ใน fine-loamy, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandustults เกิดจากการผุพังของหินทรายที่เคลื่อนที่มาจากที่บ่มโดยแรงดึงดูดของโลกและหินทรายที่สลายตัวอยู่กับที่บนพื้นผิวที่เหลืค้ำจากการกัดกร่อนและที่ลาดเชิงเขา สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะค่อนข้างราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 1-5 เปอร์เซ็นต์ ชุดดินนี้เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านปานกลาง มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลางถึงเร็วดินบนลึกประมาณ 30 ซม. มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วน สีพื้นเป็นสีน้ำตาลปนแดงหรือสีแดงปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดจัดมาก (pH 5.0-6.5) ส่วนดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินร่วนปนดินเหนียว สีพื้นเป็นสีแดงหรือสีแดงเข้มปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก (pH 5.0-5.5)

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 หมู่ที่ 13 บ้านดงพลวง ตำบลวังพิรุณ อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก พิกัด N1855722
E651243 ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนเหนียว

กลุ่มชุดดินที่ 29 ลักษณะของดินอยู่ในชุดดินบ้านจ้อง การจำแนกดินจัดอยู่ใน fine, kaolinitic, isohypethermic Typic (Kandic) Paleustults เกิดจากการสลายตัวอยู่กับที่ของหินดินดาน สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะค่อนข้างราบเรียบถึงลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 1-2 เปอร์เซ็นต์ ชุดดินนี้เป็นดินลิกมากมีการระบายน้ำดี คาดว่าดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านดี มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้ำถึงปานกลางดินบนลึกไม่เกิน 15 ซม. มีเนื้อดินเป็นดินร่วนจนถึงเป็นดินร่วนปนดินเหนียว สีเข้มของน้ำตาลปนเทา ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก (pH 5.0-5.5) ดินบนตอนล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียวจนถึงดินเหนียว สีเหลืองปนแดง ส่วนดินตอนล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือเป็นดินเหนียว ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดรุนแรงมาก (pH 4.5-5.5)

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 หมู่ที่ 4 บ้านวังโป่ง ตำบลฝักขวง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุดรธานี พิกัด N1938379 E647779 ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายปนกรวด

กลุ่มชุดดินที่ 56 ลักษณะของดินอยู่ในชุดดินไพศาลี การจำแนกดินจัดอยู่ใน Loamy-skeletal, mixed, isohypethermic Typic (Kandic) Haplustls เกิดจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่และวัสดุที่เคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางไม่ไกลนัก โดยแรงโน้มถ่วงของโลกของหินอัคนีพวกหินไรโอไลต์ หินทัฟฟ์ สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชัน 2-20 เปอร์เซ็นต์ การระบายน้ำดี ชุดดินนี้เป็นดินลิกปานกลางถึงชั้นกรวดและหินมนเล็กหนาแน่นตั้งแต่ภายใน 50 ซม. จากผิวดิน ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนปนทรายปนเศษหิน สีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลปนเทา ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) ดินล่างเป็นดินร่วนปนเศษหินถึงดินร่วนปนทรายปนเศษหิน มีกรวดและหินมนเล็กของหินไรโอไลต์ หินทัฟฟ์ปะปนอยู่หนาแน่นมาก มากกว่า 35% โดยปริมาตร สีน้ำตาล สีน้ำตาลอ่อน ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.5) ข้อจำกัด เป็นดินลิกปานกลาง มีเนื้อดินค่อนข้างทราย มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำสำหรับพืชในฤดูเพาะปลูกและเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลาย

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 หมู่ที่ 2 บ้านหนองโสน ตำบลหนองโสน อำเภอสว่างมั่ง จังหวัดพิจิตร พิกัด N1815529 E611030 ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายปนแฉะ

กลุ่มชุดดินที่ 33 ลักษณะของดินอยู่ในชุดดินกำแพงเพชร การจำแนกดินจัดอยู่ใน Fine-silty, mixed, active, isohypethermic Oxyaquic (Ultic) Haplustals เกิดจากตะกอนน้ำพาบริเวณสันดินริมแม่น้ำ สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย ความลาดชัน 1-3 เปอร์เซ็นต์ การระบายน้ำดีปานกลาง ลักษณะดินเป็นดินลิกมาก ดินบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทรายปนแฉะ สีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลเข้ม ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงกลาง (pH 6.0-7.0) ดินล่างเป็นดินร่วนปนทรายปนแฉะถึงดินร่วนเหนียวปนทรายปนแฉะ สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5)

โครงการวิจัยย่อยที่ 5 หมู่ที่ 6 บ้านเอ้ ตำบลก่อเอ้ อำเภอเขื่องใน จังหวัดอุบลราชธานี พิกัด N 1701404 E455122 ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายสีน้ำตาลเข้ม

กลุ่มชุดดินที่ 40 ลักษณะของดินอยู่ในชุดดินจักราช (Ckr-sIA) มีการจำแนกดินเป็น Coarse-loamy, siliceous Typic Kandustals การกำเนิดเกิดจากการพัฒนามาจากหินตะกอนเนื้อหยาบ สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย (ความลาดชัน 0-2 %) การระบายน้ำดีปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง ลักษณะและสมบัติดิน เนื้อดินเป็น

พวกดินร่วนปนทราย ดินสีน้ำตาลเข้ม พบสีจุดประสีน้ำตาลอ่อนและสีเหลือง มีความลาดชันประมาณ 0 – 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินลึก การระบายน้ำดีปานกลาง ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตรตลอดปี มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ pH 4.5 - 5.0 ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ เป็นดินร่วนปนทราย ดินมีการอุ้มน้ำไม่ดี พืชที่ปลูกมีโอกาสขาดแคลนน้ำได้ง่าย ในบริเวณที่มีความลาดชันสูงจะเกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้ง่ายและดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ เป็นดินลึกถึงลึกมาก เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทรายปนดินร่วนตอนบน และเป็นดินร่วนปนทรายในดินชั้นล่าง สีน้ำตาลอ่อน สีเหลือง หรือสีน้ำตาลปนแดง บางแห่งอาจพบจุดประในดินชั้นล่าง ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดรุนแรงมาก (pH 4.5-5.5) แต่บางพื้นที่มีปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดจัด (pH 5.5-6.5) เป็นดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำ และการผุพังสลายตัวของหินเนื้อหยาบ พบบริเวณตะพักลำน้ำระดับกลางถึงสูง เนินตะกอนรูปพัดหรือที่ลาดเชิงเขา สภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงลูกคลื่นลอนลาด ความลาดเทอยู่ระหว่าง 2-5 เปอร์เซ็นต์ เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากดินค่อนข้างเป็นทราย ความอุดมสมบูรณ์และความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ การระบายน้ำดี

โครงการวิจัยย่อยที่ 6 หมู่ที่ 4 บ้านโนนลาน ตำบลบ้านค้อ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พิกัด N1833742 E263713 ลักษณะเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน

กลุ่มชุดดินที่ 41 ลักษณะของดินอยู่ในชุดดินบ้านไผ่ (Ban Phai series : Bpi) จัดอยู่ในพวก loamy, siliceous, isohyperthermic, Arenic Paleustalfs เกิดจากตะกอนของหินตะกอนเนื้อหยาบขึ้นมาทับถมอยู่บนพื้นผิวของการเกลี่ยผิวแผ่นดิน สภาพพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 2-12 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินลึกมากมีการระบายน้ำดี ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้เร็วถึงปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเร็วในดินบนและช้าในดินล่าง ดินบนเป็นดินทรายปนดินร่วนหรือดินทรายสีน้ำตาลอ่อน ถัดลงไปเป็นดินทรายปนดินร่วน สีเทาปนชมพู ดินล่างเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนทราย สีน้ำตาลแก่หรือน้ำตาลปนเหลือง มีจุดประสีแดงปนเหลืองหรือสีแดง ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดปานกลาง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.0-6.0 ตลอด ชุดดินนี้มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปัจจุบันใช้ปลูกพืชไร่ ได้แก่ อ้อย มันสำปะหลัง เป็นต้น ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ เนื่องจากเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วนถึงดินร่วนปนทราย ดังนั้น ในการใช้ประโยชน์ที่ดิน จึงควรมีการเพิ่มอินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

1. พันธุ์มันสำปะหลัง ได้แก่ โครงการวิจัยย่อยที่ 1 ใช้พันธุ์ระยอง 11 โครงการวิจัยย่อยที่ 2 ใช้พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 โครงการย่อยที่ 3 ใช้พันธุ์ระยอง 72 โครงการย่อยที่ 4 ใช้พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 โครงการย่อยที่ 5 ใช้พันธุ์ระยอง 72 โครงการย่อยที่ 6 ใช้พันธุ์ระยอง 72
2. ปุ๋ยหมักผักตบชวา ปุ๋ยเคมีและสารเคมีทางการเกษตร
3. สายวัด ไม้หลักสำหรับแบ่งแปลงย่อย และป้ายแปลง
4. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน
5. อุปกรณ์บันทึกข้อมูลความสูง และผลผลิต เช่น สายวัด เครื่องชั่ง ถุงตาข่ายใส่ตัวอย่างผลผลิต
6. เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์แป้ง

2. วิธีดำเนินการ

2.1 วางแผนการทดลอง : วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ 10 วิธีการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

วิธีการที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 - ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน

วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O อัตรา 4 กก.ต่อไร่

วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O อัตรา 8 กก.ต่อไร่

วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O อัตรา 16 กก.ต่อไร่

วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O อัตรา 32 กก.ต่อไร่

วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตรา เทียบเท่า ปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O โดยประมาณ 4 กก.ต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตรา เทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O โดยประมาณ 8 กก.ต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตรา เทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O โดยประมาณ 16 กก. K_2O ต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N- P_2O_5 ตามอัตราค่าวิเคราะห์ดิน และปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตรา เทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O โดยประมาณ 32 กก. K_2O ต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)

หมายเหตุ อัตราเทียบเท่าประเมินจากผลวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา %K ต่ำสุดคือ 1.8%

ใส่ปูนโดโลไมท์ตามคำแนะนำจากผลการวิเคราะห์ดิน

2.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) คัดเลือกพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกร จำนวน 6 แปลง ตามประเภทดิน ได้แก่ ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนเหนียว ดินร่วนปนทรายกรวด ดินร่วนปนทรายแป้ง ดินร่วนปนทรายสีน้ำตาลเข้ม และดินทรายปนร่วน

2) เก็บตัวอย่างผักตบชวา จำนวน 3-10 ตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และปริมาณโลหะหนัก และเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักที่ผลิตจากผักตบชวาเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

3) การเก็บตัวอย่างดิน ดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0 – 15 ซม. ก่อนทำการทดลองและหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกปี เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (avail. P) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch.K)

เก็บตัวอย่างดินหลังการทดลองปีสุดท้ายเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดิน

4) เตรียมดิน ไถดินด้วยผาดสาม 1 ครั้ง ตากดินประมาณ 7 – 10 วัน แล้วพรวนด้วยผาดเจ็ด 1 ครั้ง และใช้ผาดยกร่องระยะห่างประมาณ 1 เมตร

5) เตรียมแปลงทดลองย่อยขนาด 5x8 เมตร จำนวน 30 แปลงย่อย มีระยะห่างระหว่างแปลง 1.0 เมตร ยกร่องปลูกแบบร่องลูกฟูกแถวเดี่ยว ระยะระหว่างแถว 80 ซม.

6) ใช้ท่อนพันธุ์แช่น้ำยากันเชื้อราปลูกเป็นแถว ระยะระหว่างแถว 1.0 เมตร ระยะห่างระหว่างต้น 0.80 เมตร

7) การใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ตามรายละเอียดแต่ละตำรับทดลอง เมื่อมันสำปะหลังอายุ 1-1.5 เดือน ใส่ 2 ข้างบริเวณชายพุ่มใบ แล้วพรวนดินกลบ

8) ดูแลรักษาแปลงทดลอง กำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานและใช้สารกำจัดวัชพืชตามความจำเป็น

9) บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต และข้อมูลสภาวะเศรษฐกิจ โดยทำการเก็บข้อมูลทุกขั้นตอนการผลิตและหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกฤดูเพาะปลูก เพื่อวิเคราะห์หาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของแต่ละตำรับการทดลอง

10) เก็บเกี่ยวผลผลิต และบันทึกองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ปริมาณเปอร์เซ็นต์แป้ง เมื่อมันสำปะหลังอายุประมาณ 12 เดือนหลังปลูก

11) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีทางสถิติ (ANOVA: Analysis of Variance) และหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ความสัมพันธ์หาสมการเส้นถดถอย (Regression) เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว และวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

12) สรุปผลการทดลอง และรายงานผลการทดลอง

2.3 การประเมินผล

หากยังไม่ได้เก็บผลผลิตให้สรุปแนวโน้มของผลผลิตจากสภาพการเจริญเติบโต หากเก็บผลผลิตแล้วให้ประเมินจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ประเมินผลการทดลองเปรียบเทียบเป้าหมายของการวิจัย และกำหนดแผนงานวิจัยในอันดับถัดไป หากผลการทดลองยังไม่บรรลุเป้าหมายการวิจัย โดยอาจมีการเปลี่ยนตำรับการทดลองได้ตามสมควร

2.4 การถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยจัดทำแปลงทดสอบเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร

2.5 รายงานผลการวิจัย

ผลการทดลองและวิจารณ์

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลังในดินร่วนปนทราย ต.ชัยนาม อ.วังทอง จ.พิษณุโลก (กลุ่มชุดดิน 35) ดำเนินงานปี 2559-2561

สถานที่ดำเนินการ หมู่ที่ 6 บ้านชาบอน ตำบลชัยนาม อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก
พิกัด N1858156 E658062

ผู้ดำเนินโครงการ นางชุติมา จันทร์เจริญ

1. ผักตบชวาและปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 1

ผักตบชวาเป็นวัสดุที่ใช้ผลิตปุ๋ยหมัก ในการวิจัยนี้ดำเนินการเก็บตัวอย่างผักตบชวา เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารและปริมาณโลหะหนัก ดังนี้

1.1 ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 1

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในผักตบชวา (ต้น ใบ และราก) พบว่า ปีที่หนึ่ง มีปริมาณธาตุไนโตรเจน 1.31 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.22 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 3.29 เปอร์เซ็นต์ ปีที่สองมีปริมาณธาตุไนโตรเจน 1.23 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.28 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 2.73 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณธาตุอาหารในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 1

ปีที่	%N	%P	%K
1	1.31	0.22	3.29
2	1.23	0.28	2.73

1.2 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 1

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา (ต้น ใบ และราก) ซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตปุ๋ยหมักผักตบชวา

ปีที่หนึ่ง พบว่า มีปริมาณอาเซนิก (As) 3.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม (Cd) 0.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โครเมียม (Cr) 3.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดง (Cu) 2.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว (Pb) 1.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไม่พบปรอท (Hg) ปีที่สอง พบว่า มีปริมาณอาเซนิก (As) 1.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม (Cd) 0.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โครเมียม (Cr) 6.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว (Pb) น้อยกว่า 0.040 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปรอท (Hg) 1.55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 2

ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวาทุกชนิดทั้งสองปี มีค่าไม่เกินมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน คือ ปริมาณอาเซนิก (As) ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม (Cd) ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โครเมียม (Cr) ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดง (Cu) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว (Pb) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปรอท (Hg) ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

แสดงให้เห็นว่าการใช้ผักตบชวาในพื้นที่นี้สามารถนำมาผลิตปุ๋ยหมักได้อย่างปลอดภัยเนื่องจากปริมาณโลหะหนักไม่เกินค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 1

ปีที่	As (mg.kg ⁻¹)	Cd (mg.kg ⁻¹)	Cr (mg.kg ⁻¹)	Cu (mg.kg ⁻¹)	Pb (mg.kg ⁻¹)	Hg (mg.kg ⁻¹)
1	3.04	0.14	3.35	2.70	1.26	nd
2	1.95	0.65	6.01	-	1.55	<0.040
มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ของกรมพัฒนาที่ดิน	< 50	< 5	< 300	< 500	< 500	< 2

หมายเหตุ 1. วิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

2. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน As < 50 mg.kg⁻¹ Cd < 5 mg.kg⁻¹ Cr < 300 mg.kg⁻¹
Cu < 500 mg.kg⁻¹ Pb < 500 mg.kg⁻¹ และ Hg < 2 mg.kg⁻¹ (https://www.ddd.go.th/link_q/standard/4.htm)

1.3 ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 1

จากการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา พบว่า ปีที่หนึ่งค่าความเป็นกรดเป็นด่างคือ 8.1 ปริมาณความชื้นของปุ๋ยหมักเท่ากับ 30.0 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน C/N เท่ากับ 8/1 ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 5.1 ds.m⁻¹ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 12.1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 20.6 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโซเดียมเท่ากับ 0.54 เปอร์เซ็นต์ ปีที่สองพบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างคือ 8.0 ปริมาณความชื้นของปุ๋ยหมักเท่ากับ 29.4 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน C/N เท่ากับ 11/1 ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 3.9 ds.m⁻¹ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 17.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 29.4 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโซเดียมเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ จากค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา ทั้งสองปีพบว่าปุ๋ยหมักผักตบชวาที่ใช้ทำการทดลองผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กรมพัฒนาที่ดิน ดังตารางที่ 3 และแสดงรายละเอียดในภาคผนวกที่ 6

ตารางที่ 3 ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 1

ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา	ปีที่ 1	ปีที่ 2
pH	8.1	8.0
Moisture content (%)	30.0	29.4
C/N	8/1	11/1
EC (ds.m ⁻¹)	5.1	3.9
Organic Carbon (%)	12.1	17.7
Organic Matter (%)	20.6	29.4
Sodium (%)	0.54	0

1.4 ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 1

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักผักตบชวา พบว่า ปีที่หนึ่ง มีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด 1.53 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเฉลี่ย 2.43 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 2.37 เปอร์เซ็นต์ ปีที่สองมีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด 1.58 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 3.73 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 2.05 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุอาหารหลักทั้งสองปีผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 1

ปีที่	Total N (%)	Total P ₂ O (%)	Total K ₂ O (%)
1	1.53	2.43	2.37
2	1.58	3.73	2.05

1.5 การคำนวณอัตราการใช้ปุ๋ยหมักผักตบชวาตามวิธีการทดลอง โครงการวิจัยย่อยที่ 1

จากการวิเคราะห์ปุ๋ยโพแทสเซียมจำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่าปุ๋ยหมักผักตบชวามีปริมาณธาตุอาหารโพแทสเซียมที่พบปริมาณต่ำสุดคือ 1.80 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมในปุ๋ยหมักผักตบชวาในปีที่หนึ่ง โครงการวิจัยย่อยที่ 1

ตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ค่าเฉลี่ย
Total K ₂ O (%)	2.81	2.47	2.07	1.80	2.83	1.92	2.60	2.40	2.40	2.37

จากตารางที่ 5 ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยโพแทสเซียมในปุ๋ยหมักผักตบชวา สามารถนำมาคำนวณอัตราการใส่ปุ๋ยหมักผักตบชวาตามวิธีการทดลอง โดยมีการคำนวณอัตราปุ๋ยหมักผักตบชวา ตารางที่ 6

ตารางที่ 6 อัตราการใส่ปุ๋ยหมักผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมตามวิธีการต่างๆ
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

วิธีการทดลอง	อัตราปุ๋ยโพแทสเซียม (กิโลกรัมต่อไร่)	อัตราปุ๋ยหมักที่ความชื้น 30% (กิโลกรัมต่อไร่)	อัตราปุ๋ยหมักที่ใส่ในแต่ละวิธีการทดลองโดยประมาณ (กิโลกรัมต่อไร่)
วิธีการที่ 7	4	222	320
วิธีการที่ 8	8	444	640
วิธีการที่ 9	16	888	1,280
วิธีการที่ 10	32	1,776	2,560

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 1

2.1 สมบัติของดินทางเคมีของดินก่อนปลูกและคำแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ใช้ทำการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยเป็นกรดจัดมาก คือ 4.97 ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำคือ 0.97 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำคือ 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำมากคือ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลังคือ N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ และคำแนะนำการใช้ปุ๋ยอินโดโลไมท์ คือ อัตรา 262 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกและคำแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี โครงการวิจัยย่อยที่ 1

ผลการวิเคราะห์ดิน	ค่าเฉลี่ย
pH	4.97
%OM	0.97
Avail.P (mg.kg ⁻¹)	4
Exch.K (mg.kg ⁻¹)	10
อัตราแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่
คำแนะนำการใช้ปุ๋ยอินโดโลไมท์	อัตรา 262 กิโลกรัมต่อไร่

จากผลการวิเคราะห์ดินและการคำนวณอัตราปุ๋ย มีวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

วิธีการที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่

วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K₂O อัตรา 4 กก.ต่อไร่

วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K₂O อัตรา 8 กก.ต่อไร่

วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K₂O อัตรา 16 กก.ต่อไร่

วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K₂O อัตรา 32 กก.ต่อไร่

วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า ปุ๋ยโพแทสเซียม K₂O โดยประมาณ 4 กก.ต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K₂O โดยประมาณ 8 กก.ต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ย P_2O_5 อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O โดยประมาณ 16 กก.ต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ย P_2O_5 อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O โดยประมาณ 32 กก. ต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)

2.2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โครงการวิจัยย่อยที่ 1

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินก่อนการทดลอง พบว่า มีค่าเป็นกรดจัด คือ 4.97 หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่หนึ่งและปีที่สอง ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อยู่ในช่วง 4.03-4.80 มีความเป็นกรดจัด หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน อยู่ในช่วง 4.00-4.47 เป็นกรดจัด จากผลการทดลองไม่พบการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โครงการวิจัยย่อยที่ 1

วิธีการทดลอง	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)		
	ก่อนทดลอง	ปีที่ 1	ปีที่ 2
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	4.97	4.30	4.00
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	4.97	4.10	4.03
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	4.97	4.40	4.23
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	4.97	4.40	4.33
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	4.97	4.03	4.13
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	4.97	4.10	4.47
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	4.97	4.80	4.40
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	4.97	4.43	4.07
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	4.97	4.27	4.33
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัม ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัม ต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	4.97	4.37	4.40
CV (%)	-	6.28	4.24

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 1

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ พบว่า ก่อนการทดลอง และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้ง 2 ปี ปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติในแต่ละวิธีการทดลอง ดังตารางที่ 9

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่หนึ่ง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในช่วง 1.10-1.33 เปอร์เซ็นต์ และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่สอง ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในช่วง 1.10-1.33 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM: เปอร์เซ็นต์) โครงการวิจัยย่อยที่ 1

วิธีการทดลอง	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%OM)		
	ก่อนทดลอง	ปีที่ 1	ปีที่ 2
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	0.97	1.22	0.91
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	0.97	1.27	0.89
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	0.97	1.28	0.93
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	0.97	1.35	1.10
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	0.97	1.19	1.21
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	0.97	1.10	1.10
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	0.97	1.22	1.08
ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)			
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	0.97	1.18	1.14
ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)			
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	0.97	1.30	1.24
ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)			
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	0.97	1.33	1.16
CV (%)	-	17.33	18.75

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.4 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P) โครงการวิจัยย่อยที่ 1

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ก่อนการทดลองพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ คือ 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 1 และปีที่ 2 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ดังตารางที่ 10 หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 1 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้อยู่ในช่วง 4-5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

อยู่ในระดับต่ำ หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้อยู่ในช่วง 8-11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P: mg.kg⁻¹) โครงการวิจัยย่อยที่ 1

วิธีการทดลอง	Available P (mg.kg ⁻¹)		
	ก่อนทดลอง	ปีที่ 1	ปีที่ 2
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	4	5	11
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	4	4	9
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	4	4	9
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	4	4	10
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	4	4	9
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	4	5	10
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	4	5	10
ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)			
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	4	4	10
ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)			
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	4	4	8
ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)			
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	4	4	11
ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)			
CV (%)	-	31.86	26.99

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.5 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 1

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่า ก่อนการทดลองปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับต่ำมากเฉลี่ยคือ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 1 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่พบความแตกต่างกันทางสถิติหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 ดังตารางที่ 11

หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 1 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 15-19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอยู่ในระดับต่ำ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติ หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 พบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-

$P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด คือ 27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) และวิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการทดลองทั้ง 10 วิธี มีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำเช่นเดียวกัน ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K: mg.kg⁻¹) โครงการวิจัยย่อยที่ 1

วิธีการทดลอง	Exchangeable K (mg.kg ⁻¹)		
	ก่อนทดลอง	ปีที่ 1	ปีที่ 2
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	10	15	13b
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	10	16	20ab
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	10	16	23a
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	10	16	23a
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	10	15	27a
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	10	15	27a
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	10	16	20ab
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	10	17	20ab
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	10	15	20ab
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	10	19	27a
CV (%)	-	21.66	20.88

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.6 ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวมันสด

ปีที่ 2 เพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ As Cd Cr Cu และ Pb พบว่าปริมาณโลหะหนักที่พบทั้ง 5 ชนิดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมโลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังตารางที่ 12 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 5

ตารางที่ 12 ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

วิธีการทดลอง	ปริมาณโลหะหนักที่พบในดิน (mg.kg ⁻¹)			
	As	Cd	Cr	Pb
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	2.91	0.067	12.64	6.01
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	1.06	0.067	12.43	5.89
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	1.74	0.050	14.12	5.98
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	1.10	0.075	16.32	5.97
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	1.08	0.050	13.31	5.96
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	1.48	0.050	10.97	5.07
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	1.75	0.058	13.09	5.17
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	1.65	0.092	19.27	5.57
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	2.00	0.010	15.71	5.52
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	2.82	0.010	12.68	5.62
ค่ามาตรฐานโลหะหนักในดินโดยกรมควบคุมมลพิษ	< 3.9	< 37	< 300	< 400

หมายเหตุ มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม โลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม As < 3.9 mg.kg⁻¹ Cd < 37 mg.kg⁻¹ Cr < 300 mg.kg⁻¹ และ Pb < 400 mg.kg⁻¹ (http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_soil01.htm#s1)

3. การเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 1

3.1 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ปีที่ 1

3.1.1 ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง ปีที่ 1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

ผลผลิตของมันสำปะหลังในปีแรก พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดคือ 4.04 ตันต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตเฉลี่ยคือ 3.45 ตันต่อไร่ และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีผลผลิตต่ำสุดคือ 1.92 ตันต่อไร่ ดังตารางที่ 13

3.1.2 การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังปีที่ 1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในปีแรก พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความสูงของมันสำปะหลังเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 12 เดือน วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) ไร่ มีความสูง คือ 201 192 197 184 176 และ 164 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้ง 6 วิธีการทดลอง สูงกว่า วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) คือ 141 138 126 เซนติเมตร ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 13

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 12 เดือน พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มสูงสุด คือ 184 เซนติเมตร และสูงกว่าวิธีการอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มต่ำสุด คือ 126 เซนติเมตร ดังตารางที่ 13

3.1.3 องค์ประกอบผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 1 ของมันสำปะหลังปีที่ 1

จำนวนหัวต่อต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่า วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีจำนวน 7 หัวต่อต้น วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวน 7 หัวต่อต้น วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวน 8 หัวต่อต้น วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวน 9 หัวต่อต้น วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวน 8 หัวต่อต้น วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวน 8 หัวต่อต้น วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) มีจำนวน 7 หัวต่อต้น วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) มีจำนวน 10 หัวต่อต้น วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) มีจำนวน 8 หัวต่อต้น วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีจำนวน 9 หัวต่อต้น ดังตารางที่ 13

น้ำหนักสดต่อต้น พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีน้ำหนักสดต่อต้น 1.31 กิโลกรัม ให้น้ำหนักสดต่อต่ำที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างจากวิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) มีน้ำหนักสดต่อต้น 1.37 กิโลกรัม ดังตารางที่ 13

เปอร์เซ็นต์แป้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่า วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)

มีปริมาณแป้ง 26.53 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแป้ง 26.4 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแป้ง 26.9 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแป้ง 27.8 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแป้ง 27.6 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแป้ง 26.6 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) มีปริมาณแป้ง 26.8 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) มีปริมาณแป้ง 27.6 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) มีปริมาณแป้ง 27.6 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีปริมาณแป้ง 27.1 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลังปีที่1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

วิธีการ	ผลผลิตหัว สด (ตันต่อไร่)	ความสูง (ซม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ทรงพุ่ม (ซม.)	จำนวน หัว ต่อต้น	น้ำหนักหัว สดต่อต้น (กิโลกรัม)	% แป้ง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.92e	126d	126e	7	1.31c	26.5
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	2.08e	138cd	161b	7	1.68abc	26.4
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	2.43de	184ab	161b	8	1.82abc	26.9
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	2.72cd	164abccd	147bcd	9	1.81abc	27.8
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	3.01bc	192a	157bc	8	1.90ab	27.6
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	3.45b	197a	156bc	8	1.92ab	26.6
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	2.03e	141bcd	137cde	7	1.37bc	26.8
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	2.91bcd	176abc	134de	10	2.16a	27.6
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อ ไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	3.07bc	192a	152bcd	8	2.19a	27.6
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัม ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	4.04a	201a	184a	9	2.21a	27.1
CV (%)	11.07	9.19	7.17	16.02	16.08	3.14

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 ปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

3.2.1 ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง ปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังในปีที่สอง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด คือ 3.06 ตันต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) มีผลผลิตเฉลี่ย คือ 2.89 ตันต่อไร่ ส่วนวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) และวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตเฉลี่ย คือ 1.43 และ 1.47 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ดังตารางที่ 14

3.2.2 การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในปีแรกพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความสูงของมันสำปะหลังเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 12 เดือน วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูง คือ 226 212 194 174 และ 213 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้ง 5 วิธีการทดลอง สูงกว่าวิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) คือ 174 183 177 171 และ 170 เซนติเมตร ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 14

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 12 เดือน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 106 106 123 118 153 137 123 136 149 และ 158 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 14

วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแอมโมเนีย 23.0 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง ปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

วิธีการ	ผลผลิตหัว สด (ตันต่อไร่)	ความสูง (ซม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ทรงพุ่ม (ซม.)	จำนวน หัว ต่อต้น	น้ำหนักหัว สดต่อต้น (กิโลกรัม)	%แป้ง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.43d	170c	106	6	1.32	23.1
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	1.47d	171bc	106	6	1.14	21.3
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	1.80cd	177bc	123	7	1.58	23.7
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	2.05bcd	183bc	118	6	1.54	24.7
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	2.20bc	204abc	153	6	1.42	26.2
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	2.89a	213ab	137	7	2.20	26.0
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัม ต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	2.22bc	174bc	123	6	1.59	25.5
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัม ต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	2.60ab	194abc	136	7	1.40	23.2
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัม ต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	2.60ab	212abc	149	7	1.50	25.0
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัม ต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	3.06a	226a	158	6	1.68	23.0
CV (%)	15.86	11.32	17.76	19.58	22.92	7.79

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.2.4 ความเข้มข้นธาตุอาหารของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 1

3.2.4.1 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดินและผลผลิตมันสำปะหลังปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดิน ปีที่สอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละวิธีการทดลองมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.91-1.14 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.15-0.16 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 0.33-0.38 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 15

ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในผลผลิต ปีที่สอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละวิธีการทดลองมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.53-0.65 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.10-0.12 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 0.53-0.62 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดินและผลผลิตมันสำปะหลังปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

วิธีการ	ความเข้มข้นธาตุอาหารพืช ส่วนเหนือดิน			ความเข้มข้นธาตุอาหารพืช ในผลผลิต		
	% N	% P	% K	% N	% P	% K
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.04	0.15	0.34	0.62	0.12	0.57
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	1.09	0.16	0.34	0.65	0.12	0.57
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	1.08	0.16	0.33	0.58	0.12	0.59
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	1.03	0.15	0.33	0.60	0.12	0.62
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	0.92	0.15	0.36	0.61	0.11	0.59
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	1.14	0.16	0.33	0.62	0.10	0.57
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	1.04	0.16	0.36	0.65	0.10	0.57
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	1.01	0.16	0.34	0.63	0.10	0.53
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	0.91	0.16	0.38	0.53	0.12	0.59
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	1.06	0.16	0.36	0.53	0.11	0.60
CV (%)	13.52	4.46	7.29	7.14	14.56	6.60

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

มีการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต คือ 11.33 10.05 และ 9.24 กิโลกรัมต่อไร่ และทั้ง 4 วิธีการมีการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตสูงกว่าวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 8.45 8.42 8.40 7.00 5.54 และ 5.40 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดังตารางที่ 16

การสะสมธาตุอาหารพืชในผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีการสะสมธาตุไนโตรเจนสูงสุด วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีการสะสมธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลังสูงสุด ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 การสะสมธาตุอาหารพืชของผลผลิตมันสำปะหลังปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

วิธีการ	การสะสมธาตุอาหารพืชในผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)		
	N	P	K
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	5.86e	1.10d	5.40d
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	6.39de	1.20cd	5.54d
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	6.97cde	1.39bcd	7.00cd
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	8.21bcde	1.68abcd	8.45bcd
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	8.62bcde	1.61bcd	8.40bcd
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	11.83a	1.86abc	11.33ab
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	9.50abc	1.56bcd	8.42bcd
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	10.68ab	1.66abcd	9.24abc
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	9.09abcd	2.06ab	10.05abc
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	10.75ab	2.30a	12.32a
CV (%)	17.97	21.38	19.58

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.2.5 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตมันสำปะหลังปีที่สอง พบว่า ปริมาณอาเซนิก ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม มีค่าไม่เกินมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข ในทุกวิธีการทดลอง ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังปีที่ 2
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

วิธีการทดลอง	ปริมาณโลหะหนักที่พบในผลผลิต (mg.kg ⁻¹)			
	As	Cu	Pb	Cd
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	0.029	2.283	0.142	0.325
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	0.062	2.367	0.158	0.342
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	0.246	2.275	0.133	0.392
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	0.159	2.183	0.083	0.263
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	0.075	2.208	0.108	0.025
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	0.097	2.192	0.142	ไม่พบ
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่	0.008	2.217	0.142	ไม่พบ
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	0.072	2.175	0.108	ไม่พบ
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	0.070	2.217	0.108	ไม่พบ
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	0.125	2.125	0.108	ไม่พบ
ค่ามาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนโดยกระทรวงสาธารณสุข	< 2	< 20	< 1	< 2

หมายเหตุ 1. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 98 พ.ศ. 2529 และ ฉบับที่ 273 พ.ศ. 2546) เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน
กำหนดให้ As < 2 mg.kg⁻¹ Cu < 20 mg.kg⁻¹ และ Pb < 1 mg.kg⁻¹

2. ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนสูงสุดของแคดเมียมในอาหารบางชนิด (1
สิงหาคม พ.ศ 2561) กำหนดให้ Cd < 2 mg.kg⁻¹

4. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โครงการวิจัยย่อยที่ 1

4.1 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง ปีที่ 1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลังปีแรกพบว่า มูลค่าผลผลิตในแต่ละวิธีการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับแตกต่างกัน คือ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีมูลค่าผลผลิตต่ำที่สุดคือ 4,800 บาทต่อไร่ และวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีมูลค่าผลผลิตสูงที่สุดคือ

10,100 บาทต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีมูลค่าผลผลิตคือ 8,625 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 18 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 127

ผลตอบแทน พบว่าวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทนสูงสุด คือ 2,165 บาทต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทน 1,501 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ผลตอบแทนต่ำสุด หรือขาดทุน คือ -1,153 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 18 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 127

ต้นทุนต่อตัน พบว่า วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ต้นทุนต่อตันสูงสุด คือ 3,068 บาทต่อตัน รองลงมาคือ วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ คือ 2,687 บาทต่อตัน และวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) คือ 2,650 บาทต่อตัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 18 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 127

B/C ratio พบว่า วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีการที่มีความคุ้มค่า โดยมีค่าเท่ากับ 1.75 และ 1.16 ตามลำดับ ส่วนวิธีอื่นๆ พบว่ามีค่าน้อยกว่า 1 ไม่คุ้มค่า ดังตารางที่ 18 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 127

ตารางที่ 18 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง ปีที่ 1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

วิธีการทดลอง	มันสำปะหลัง ปีที่ 1				
	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาทต่อไร่)	ผลตอบแทน (บาทต่อไร่)	ต้นทุนต่อตัน (บาท)	B/C ratio
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.92	4,800	-141	2,573	-0.05
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	2.08	5,200	-388	2,687	-0.14
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	2.43	6,075	378	2,344	0.16
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	2.72	6,800	994	2,135	0.47
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	3.01	7,525	1,501	2,001	1.75
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	3.45	8,625	2,165	1,872	1.16
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16- 8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	2.03	5,075	-1,153	3,068	-0.38
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16- 8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	2.91	7,275	407	2,360	0.17
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16- 8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	3.07	7,675	-473	2,654	-0.18
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	4.04	10,100	-608	2,650	-0.23

4.2 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง ปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลังปีแรกพบว่า มูลค่าผลผลิตในแต่ละวิธีการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับแตกต่างกัน คือ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีมูลค่าผลผลิตต่ำที่สุดคือ 3,861 บาทต่อไร่ และวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีมูลค่าผลผลิตสูงที่สุดคือ 8,262 บาทต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีมูลค่าผลผลิตคือ 7,803 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 19 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 128

ผลตอบแทน พบว่า วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทนสูงที่สุด คือ 3,134 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O

อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา ผลตอบแทนคือ 1,943 บาทต่อไร่ และวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ผลตอบแทนต่ำสุด คือ -655 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 19 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 128

ต้นทุนการผลิตต่อตัน พบว่า วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ต้นทุนการผลิตต่อตันสูงสุด คือ 2,914 บาทต่อตัน รองลงมาคือ วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ คือ 2,583 บาทต่อตัน และวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ต้นทุนการผลิตต่อตันต่ำสุดคือ 1,161 บาทต่อตัน ดังตารางที่ 19 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 128

B/C ratio พบว่า วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ B/C ratio คือ 1.94 และ วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) B/C ratio คือ 1.00 มีเพียง 2 วิธีการที่มีความคุ้มค่า ส่วนวิธีการอื่นๆ ไม่คุ้มค่า เนื่องจากมีค่า B/C ratio ต่ำกว่า 1 ดังตารางที่ 19 และแสดงรายละเอียดในภาคผนวกที่ 128

ตารางที่ 19 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง ปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

วิธีการทดลอง	มันสำปะหลัง ปีที่ 2				
	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาทต่อไร่)	ผลตอบแทน (บาทต่อไร่)	ต้นทุนต่อตัน (บาท)	B/C ratio
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.43	3,861	711	2,203	0.32
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	1.47	3,969	172	2,583	0.07
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	1.80	4,860	954	2,170	0.44
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	2.05	5,535	1,520	1,959	0.78
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	2.20	5,940	1,707	1,924	0.89
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	2.89	7,803	3,134	1,616	1.94
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	2.22	5,994	1,557	1,999	0.78
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	2.60	7,020	1,943	1,953	1.00
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	2.60	7,020	663	2,445	0.27
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	3.06	8,262	-665	2,914	-0.22

สรุปผลการทดลองโครงการวิจัยย่อยที่ 1

1. จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวา ซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตปุ๋ยหมักผักตบชวา ปริมาณธาตุโลหะหนักที่มีในผักตบชวา ทั้งสองปีมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน แสดงให้เห็นว่าการใช้ผักตบชวามาผลิตปุ๋ยหมักสามารถปฏิบัติได้เนื่องจากปริมาณโลหะหนักไม่เกินค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดิน พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่หนึ่ง และปีที่สองไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่หนึ่ง ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปีที่สอง คือ วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ และ วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด คือ 27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งสามวิธีการทดลอง แต่อย่างไรก็ตาม ทั้ง 10 วิธีการทดลอง มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนในระดับต่ำเช่นเดียวกัน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ As Cd Cr และ Pb หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวมันสดปีที่สอง พบว่าปริมาณโลหะหนักที่พบทั้ง 4 ชนิดต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมโลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3. ผลผลิตหัวมันสดของมันสำปะหลังในปีแรก วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่หรือปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตรา 2,560 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตหัวมันสดของมันสำปะหลังในปีที่สอง วิธีการที่ 10 9 และ 8 เป็นวิธีการที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 16 และ 32 กิโลกรัมต่อไร่ หรือใส่ปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตรา 2,560 1,280 และ 640 กิโลกรัม ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวตามวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่

การสะสมธาตุอาหารพืชในผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่สองพบว่า วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีการสะสมธาตุไนโตรเจนสูงสุด วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีการสะสมธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลังสูงสุด ปริมาณโลหะหนักที่พบในผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่สอง ไม่เกินค่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข

4. ในปีนี้หนึ่ง ค่า B/C ratio พบว่า วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีการที่มีความคุ้มค่า โดยมีค่าเท่ากับ 1.75 และ 1.16 ตามลำดับ ส่วนวิธีอื่นๆ พบว่ามีค่าน้อยกว่า 1 ไม่คุ้มค่า

ในปีที่สอง พบว่า ค่า B/C ratio วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ B/C ratio คือ 1.94 และ วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) B/C ratio คือ 1.00 มีเพียง 2 วิธีการที่มีความคุ้มค่า ส่วนวิธีการอื่นๆ ไม่คุ้มค่า เนื่องจากมีค่า B/C ratio ต่ำกว่า 1

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลังในดินร่วนปนเหนียว ต.วังพิกูล อ.วังทอง จ.พิษณุโลก (กลุ่มชุดดิน 29) ดำเนินงานปี 2560-2561

สถานที่ดำเนินการ หมู่ที่ 13 บ้านดงพลวง ตำบลวังพิกูล อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก

พิกัด N1855722 E651243

ผู้ดำเนินโครงการ นางชุติมา จันทร์เจริญ

1. ผักตบชวาและปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 2

ผักตบชวาเป็นวัสดุที่ใช้ผลิตปุ๋ยหมัก ในการวิจัยนี้ดำเนินการเก็บตัวอย่างผักตบชวา เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารและปริมาณโลหะหนัก ดังนี้

1.1 ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 2

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในผักตบชวา (ต้น ใบ และราก) พบว่า ปีที่หนึ่ง มีปริมาณธาตุไนโตรเจน 1.31 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.22 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 3.29 เปอร์เซ็นต์ ปีที่สองมีปริมาณธาตุไนโตรเจน 1.23 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.28 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 2.73 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ปริมาณธาตุอาหารในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 2

ปี	%N	%P	%K
2560	1.23	0.28	2.73

1.2 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 2

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา (ต้น ใบ และราก) ซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตปุ๋ยหมักผักตบชวา

ปีที่หนึ่ง พบว่า มีปริมาณอาเซนิก (As) 3.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม (Cd) 0.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โครเมียม (Cr) 3.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดง (Cu) 2.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว (Pb) 1.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไม่พบปรอท (Hg) ปีที่สอง พบว่า มีปริมาณอาเซนิก (As) 1.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม (Cd) 0.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โครเมียม (Cr) 6.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว (Hg) น้อยกว่า 0.040 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปรอท (Hg) 1.55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 21

ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวาทุกชนิดทั้งสองปี มีค่าไม่เกินมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน คือ ปริมาณอาเซนิก (As) ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม (Cd) ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โครเมียม (Cr) ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดง (Cu) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว (Pb) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปรอท (Hg) ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แสดงให้เห็นว่า การใช้ผักตบชวาในพื้นที่นี้สามารถนำมาผลิตปุ๋ยหมักได้อย่างปลอดภัยเนื่องจากปริมาณโลหะหนักไม่เกินค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

ตารางที่ 21 ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 2

ปี	As (mg.kg ⁻¹)	Cd (mg.kg ⁻¹)	Cr (mg.kg ⁻¹)	Cu (mg.kg ⁻¹)	Pb (mg.kg ⁻¹)	Hg (mg.kg ⁻¹)
2560	1.95	0.65	6.01	-	1.55	<0.040
มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ของกรมพัฒนาที่ดิน	< 50	< 5	< 300	< 500	< 500	< 2

หมายเหตุ 1. วิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

2. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน As < 50 mg.kg⁻¹ Cd < 5 mg.kg⁻¹ Cr < 300 mg.kg⁻¹
Cu < 500 mg.kg⁻¹ Pb < 500 mg.kg⁻¹ และ Hg < 2 mg.kg⁻¹ (https://www.ddd.go.th/link_q/standard/4.htm)

1.4 ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 2

จากการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา พบว่า ปีที่หนึ่งค่าความเป็นกรดเป็นด่างคือ 8.1 ปริมาณความชื้นของปุ๋ยหมักเท่ากับ 30.0 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน C/N เท่ากับ 8/1 ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 5.1 ds.m⁻¹ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 12.1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 20.6 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.54 เปอร์เซ็นต์ ปีที่สองพบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างคือ 8.0 ปริมาณความชื้นของปุ๋ยหมักเท่ากับ 29.4 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน C/N เท่ากับ 11/1 ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 3.9 ds.m⁻¹ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 17.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 29.4 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ จากค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา ทั้งสองปีพบว่าปุ๋ยหมักผักตบชวาที่ใช้ทำการทดลองผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กรมพัฒนาที่ดิน ดังตารางที่ 3 และแสดงรายละเอียดในภาคผนวกที่ 22

ตารางที่ 22 ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 2

ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา	
pH	8.0
Moisture content (%)	29.4
C/N	11/1
EC (ds.m ⁻¹)	3.9
Organic Carbon (%)	17.7
Organic Matter (%)	29.4
Sodium (%)	0

1.5 ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 2

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักผักตบชวา พบว่า ปีที่หนึ่งมีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด 1.53 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเฉลี่ย 2.43 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 2.37 เปอร์เซ็นต์ ปีที่สองมีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด 1.58 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 3.73 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 2.05 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุอาหารหลักทั้งสองปีผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 2

ปี	Total N (%)	Total P ₂ O (%)	Total K ₂ O (%)
2560	1.58	3.73	2.05

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 2

2.1 สมบัติของดินทางเคมีของดินก่อนปลูกและคำแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ใช้ทำการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยเป็นกรดจัดมาก คือ 5 ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลางคือ 1.95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงมากคือ 52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงมากคือ 207 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลังคือ N-P₂O₅-K₂O อัตรา 4-0-8 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกและคำแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี โครงการวิจัยย่อยที่ 2

ผลการวิเคราะห์ดิน	ค่าเฉลี่ย
pH	5.0
%OM	1.95
Avail.P (mg.kg ⁻¹)	52
Exch.K (mg.kg ⁻¹)	207
อัตราแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-8 กิโลกรัมต่อไร่
จากผลการวิเคราะห์ดินและการคำนวณอัตราปุ๋ย มีวิธีการทดลองดังต่อไปนี้	
วิธีการที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P ₂ O ₅ อัตรา 0 กิโลกรัมต่อไร่	
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P ₂ O ₅ อัตรา 0 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K ₂ O อัตรา 4 กก.ต่อไร่	
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P ₂ O ₅ อัตรา 0 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K ₂ O อัตรา 8 กก.ต่อไร่	
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P ₂ O ₅ อัตรา 0 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K ₂ O อัตรา 16 กก.ต่อไร่	
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P ₂ O ₅ อัตรา 0 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K ₂ O อัตรา 32 กก.ต่อไร่	
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P ₂ O ₅ อัตรา 0 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า ปุ๋ยโพแทสเซียม K ₂ O โดยประมาณ 4 กก.ต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	

วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P_2O_5 อัตรา 0 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O โดยประมาณ 8 กก.ต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P_2O_5 อัตรา 0 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O โดยประมาณ 16 กก.ต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P_2O_5 อัตรา 0 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K_2O โดยประมาณ 32 กก. ต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)

2.2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โครงการวิจัยย่อยที่ 2

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินก่อนการทดลอง พบว่า มีค่าเป็นกรดจัดมาก คือ 5.0 หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน อยู่ในช่วง 4.97-5.37 เป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด จากผลการทดลองไม่พบการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โครงการวิจัยย่อยที่ 2

วิธีการทดลอง	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)	
	ก่อนทดลอง	หลังการทดลอง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	5.0	5.23
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่	5.0	4.97
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-4 กิโลกรัมต่อไร่	5.0	5.03
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-8 กิโลกรัมต่อไร่	5.0	4.83
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่	5.0	5.03
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่	5.0	5.10
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	5.0	5.37
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	5.0	5.37
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	5.0	5.27
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	5.0	5.00
CV (%)	-	5.16

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี

Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 2

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ พบว่า ก่อนการทดลองและหลังการทดลองปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก หลังการทดลองมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในช่วง 2.16-2.59 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละวิธีการทดลอง ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM: เปอร์เซ็นต์) โครงการวิจัยย่อยที่ 2

วิธีการทดลอง	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%OM)	
	ก่อนทดลอง	หลังการทดลอง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.95	2.40
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่	1.95	2.59
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-4 กิโลกรัมต่อไร่	1.95	2.37
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-8 กิโลกรัมต่อไร่	1.95	2.27
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่	1.95	2.17
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่	1.95	2.57
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	1.95	2.28
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	1.95	2.16
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	1.95	2.46
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	1.95	2.42
CV (%)	-	10.49

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.4 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P) โครงการวิจัยย่อยที่ 2

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ก่อนการทดลองพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงมากคือ 52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังการทดลอง พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อยู่ในช่วง 41-63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P: mg.kg^{-1}) โครงการวิจัยย่อยที่ 2

วิธีการทดลอง	Available P (mg.kg^{-1})	
	ก่อนทดลอง	หลังการทดลอง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	52	63
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่	52	57
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-4 กิโลกรัมต่อไร่	52	41
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-8 กิโลกรัมต่อไร่	52	45
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่	52	43
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่	52	51
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	52	54
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	52	55
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	52	49
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อ ไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	52	64
CV (%)	-	27.43

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.5 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่า ก่อนการทดลองปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับสูงมากเฉลี่ยคือ 207 มิลลิกรัมต่อ หลังจากทดลอง พบว่ามีความแตกต่างกันทาง คือ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด คือ 377 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสูงกว่าวิธีการอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ทั้ง 10 วิธีการทดลองอยู่ในระดับสูงมากเช่นกัน ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K: mg.kg^{-1}) โครงการวิจัยย่อยที่ 2

วิธีการทดลอง	Exchangeable K (mg.kg^{-1})	
	ก่อนทดลอง	หลังการทดลอง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	207	173b
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่	207	183b
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-4 กิโลกรัมต่อไร่	207	173b
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-8 กิโลกรัมต่อไร่	207	177b
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่	207	217b
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่	207	377a
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	207	180b
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	207	183b
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	207	180b
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อ ไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	207	170b
CV (%)	-	32.6

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี
Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.6 ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการทดลอง

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร หลังการทดลอง เพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ As Cd Cr และ Pb พบว่าปริมาณโลหะหนักที่พบทั้ง 5 ชนิดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมโลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการทดลอง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

วิธีการทดลอง	ปริมาณโลหะหนักที่พบในดิน (mg.kg ⁻¹)			
	As	Cd	Cr	Pb
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	3.71	0.235	16.50	26.97
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่	2.90	0.225	17.28	26.93
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-4 กิโลกรัมต่อไร่	2.96	0.233	20.88	26.20
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-8 กิโลกรัมต่อไร่	3.74	0.208	20.50	25.61
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่	3.41	0.217	42.05	26.05
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่	3.03	0.242	23.99	25.47
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	1.39	0.208	26.99	26.03
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	3.79	0.225	25.35	24.95
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	3.14	0.225	24.86	25.73
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	2.81	0.208	37.38	26.43
ค่ามาตรฐานโลหะหนักในดินโดยกรมควบคุมมลพิษ	< 3.9	< 37	< 300	< 400

หมายเหตุ มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม โลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม As < 3.9 mg.kg⁻¹ Cd < 37 mg.kg⁻¹ Cr < 300 mg.kg⁻¹ และ Pb < 400 mg.kg⁻¹ (http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_soil01.htm#s1)

3. การเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

3.1 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 11 โครงการวิจัยย่อยที่ 2

3.1.1 ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง

ผลผลิตของมันสำปะหลัง พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดคือ 2.70 ตันต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิต 2.65 ตันต่อไร่ และทั้งสองวิธีการมีผลผลิตมากกว่าวิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีผลผลิต คือ 1.84 1.82 1.82 และ 1.62 ตันต่อไร่ ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 30

น้ำหนักหัวสดต่อตัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-4 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) และวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีน้ำหนักสดหัวต่อตัน คือ 1.32 2.64 1.93 2.23 1.80 2.18 1.58 1.57 1.60 และ 1.96 ตามลำดับ ดังตารางที่ 30

เปอร์เซ็นต์แป้ง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-4 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) และวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีเปอร์เซ็นต์แป้ง คือ 24.2 25.9 26.1 28.7 26.6 25.0 23.7 30.5 21.5 และ 27.5 ตามลำดับ ดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

วิธีการ	ผลผลิตหัวสด (ตันต่อไร่)	ความสูง (ซม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ทรงพุ่ม (ซม.)	จำนวน หัว ต่อต้น	น้ำหนัก หัวสดต่อ ต้น (กิโลกรัม)	%แบ่ง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.62c	200	135	5	1.32	24.2
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่	2.16abc	208	142	7	2.64	25.9
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-4 กิโลกรัมต่อไร่	2.07abc	216	137	6	1.93	26.1
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-8 กิโลกรัมต่อไร่	2.43ab	205	142	6	2.23	28.7
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่	2.65a	229	174	6	1.80	26.6
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่	2.70a	210	148	7	2.18	25.0
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับ ปุ๋ยมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	1.82bc	223	146	5	1.58	23.7
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับ ปุ๋ยมักผักตบชวา อัตรา เทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	1.84bc	211	137	7	1.57	30.5
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับ ปุ๋ยมักผักตบชวา อัตรา เทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	1.82bc	209	134	6	1.60	21.5
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ย หมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	2.13abc	215	143	7	1.96	27.5
CV (%)	17.08	6.85	13.34	28.87	42.96	13.39

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.2.4 ความเข้มข้นธาตุอาหารของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

3.2.4.1 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดินและผลผลิตมันสำปะหลัง

ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดิน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละวิธีการทดลองมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.07-1.96 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.24-0.25 เปอร์เซ็นต์และความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 0.72-0.80 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 31

ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในผลผลิต พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละวิธีการทดลองมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.47-0.61 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.09-0.13 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 0.55-0.62 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดินและผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

วิธีการ	ความเข้มข้นธาตุอาหารพืช ส่วนเหนือดิน			ความเข้มข้นธาตุอาหารพืช ในผลผลิต		
	% N	% P	% K	% N	% P	% K
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.19	0.25	0.80	0.53	0.12	0.57
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่	1.07	0.25	0.79	0.61	0.12	0.59
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-4 กิโลกรัมต่อไร่	1.16	0.25	0.79	0.57	0.11	0.57
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-8 กิโลกรัมต่อไร่	1.30	0.24	0.77	0.47	0.10	0.59
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่	1.14	0.25	0.79	0.53	0.09	0.55
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่	1.21	0.24	0.80	0.52	0.12	0.60
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	1.24	0.24	0.77	0.54	0.13	0.59
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	1.17	0.25	0.72	0.55	0.11	0.62
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	1.12	0.24	0.77	0.56	0.10	0.55
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	1.96	0.24	0.75	0.59	0.11	0.55
CV (%)	11.96	4.78	6.75	11.15	12.23	6.38

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

โพแทสเซียม 13.52 23.92 21.16 27.12 28.15 37.56 19.57 16.40 14.01 และ 21.28 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 การสะสมธาตุอาหารพืชของผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

วิธีการ	การสะสมธาตุอาหารพืช (กิโลกรัมต่อไร่)		
	N	P	K
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	5.61	1.24	13.52
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่	8.89	1.64	23.92
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-4 กิโลกรัมต่อไร่	7.64	1.51	21.16
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-8 กิโลกรัมต่อไร่	7.58	1.59	27.12
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่	9.43	1.58	28.15
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่	9.32	2.07	37.56
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	6.45	1.54	19.57
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	6.67	1.33	16.40
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	6.70	1.66	14.01
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	8.27	1.50	21.28
CV (%)	20.01	22.94	39.14

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.2.5 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตมันสำปะหลังปีที่สอง พบว่า ปริมาณอาเซนิก ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม มีค่าไม่เกินมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข ในทุกวิธีการทดลอง ดังตารางที่ 33

ตารางที่ 33 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

วิธีการทดลอง	ปริมาณโลหะหนักที่พบในผลผลิต (mg.kg ⁻¹)			
	As	Cu	Pb	Cd
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	0.102	2.108	0.167	ไม่พบ
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่	0.046	2.092	0.125	ไม่พบ
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-4 กิโลกรัมต่อไร่	0.018	2.100	0.100	ไม่พบ
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-8 กิโลกรัมต่อไร่	ไม่พบ	2.183	0.125	ไม่พบ
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่	ไม่พบ	2.050	0.142	ไม่พบ
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่	0.001	2.142	0.125	ไม่พบ
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	ไม่พบ	1.967	0.100	ไม่พบ
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	ไม่พบ	1.992	0.108	ไม่พบ
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	ไม่พบ	1.408	0.383	ไม่พบ
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	ไม่พบ	1.338	0.217	ไม่พบ
ค่ามาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนโดยกระทรวงสาธารณสุข	2	20	1	2

หมายเหตุ 1. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 98 พ.ศ. 2529 และ ฉบับที่ 273 พ.ศ. 2546) เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน กำหนดให้ As < 2 mg.kg⁻¹ Cu < 20 mg.kg⁻¹ และ Pb < 1 mg.kg⁻¹

2. ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนสูงสุดของแคดเมียมในอาหารบางชนิด (1 สิงหาคม พ.ศ. 2561) กำหนดให้ Cd < 2 mg.kg⁻¹

4. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โครงการวิจัยย่อยที่ 2

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลังปีแรกพบว่า มูลค่าผลผลิตในแต่ละวิธีการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับแตกต่างกัน คือ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีมูลค่าผลผลิตต่ำที่สุดคือ 4,374 บาทต่อไร่ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีมูลค่าผลผลิตสูงสุดคือ 7,290 บาทต่อไร่ รองลงมาคือ วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีมูลค่าผลผลิต 7,155 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 34 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 129

ผลตอบแทน พบว่าวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลตอบแทนสูงที่สุด คือ 1,682 บาทต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลตอบแทน คือ 1,381 บาทต่อไร่ และวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีผลตอบแทนต่ำสุดคือ -4,409 บาท ดังตารางที่ 34 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 129

ต้นทุนต่อตัน พบว่า วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับ ปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีต้นทุนสูงสุด คือ 4,769 บาทต่อตัน และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีต้นทุนต่ำสุด คือ 2,065 บาทต่อตัน ดังตารางที่ 35 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 129

B/C ratio พบว่า ทุกวิธีการทดลอง มีค่าน้อยกว่า 1 ไม่คุ้มทุน ดังตารางที่ 34 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 129

ตารางที่ 34 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

วิธีการทดลอง	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจมันสำปะหลัง				
	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาทต่อไร่)	ผลตอบแทน (บาทต่อไร่)	ต้นทุนต่อตัน (บาท)	B/C ratio
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.62	4,374	-567	3,050	-0.19
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่	2.16	5,832	795	2,332	0.34
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-4 กิโลกรัมต่อไร่	2.07	5,589	443	2,486	0.18
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-8 กิโลกรัมต่อไร่	2.43	6,561	1,306	2,163	0.60
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่	2.65	7,155	1,682	2,065	0.81
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่	2.70	7,290	1,381	2,189	0.63
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับ ปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	1.82	4,914	-763	3,119	-0.24
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับ ปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	1.84	4,968	-1,349	3,433	-0.39
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับ ปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	1.82	4,914	-2,683	4,174	-0.64
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับ ปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	2.13	5,751	-4,406	4,769	-0.92

สรุปผลการทดลองโครงการวิจัยย่อยที่ 2

1. จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวา ซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตปุ๋ยหมักผักตบชวา ปริมาณธาตุโลหะหนักที่มีในผักตบชวา มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดิน พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ก่อนการทดลองและหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด คือ 377 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมากกว่าวิธีการอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ As Cd Cr และ Pb หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวมันสดปีที่สอง พบว่าปริมาณโลหะหนักที่พบทั้ง 4 ชนิดต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมโลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3. ผลผลิตหัวมันสดของมันสำปะหลัง วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดคือ 2.70 ตันต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิต 2.65 ตันต่อไร่ เมื่อพิจารณาถึงวิธีการที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา พบว่า วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีการอื่นๆ (วิธีการที่ 7 8 และ 9) อย่างมีนัยสำคัญ

การสะสมธาตุอาหารพืชในผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ปริมาณโลหะหนักที่พบในผลผลิตมันสำปะหลัง ไม่เกินค่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข

4. B/C ratio พบว่า ทุกวิธีการทดลองมีค่าต่ำกว่า 1 คือไม่คุ้มทุน เนื่องจากผลผลิตต่ำ สาเหตุมาจาก ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนเหนียว ฝนตกติดต่อกันเป็นเวลานานทำให้เกิดสภาพน้ำขัง และทำให้ผลผลิตเสียหายเป็นจำนวนมาก

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลังในดินร่วนปนทรายปนกรวด ต.ผักขง อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์

(กลุ่มชุดดินที่ 56) ดำเนินงานปี 2560-2561

สถานที่ดำเนินการ หมู่ที่ 4 บ้านวังโป่ง ตำบลผักขง อำเภอทองแสนขัน จังหวัดอุตรดิตถ์

พิกัด N 1938379 E 647779

ผู้ดำเนินโครงการ นายสาธิต กาละพวง

1. ผักตบชวาและปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 3

ผักตบชวาเป็นวัสดุที่ใช้ผลิตปุ๋ยหมัก ในการวิจัยนี้ดำเนินการเก็บตัวอย่างผักตบชวา เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารและปริมาณโลหะหนัก ดังนี้

1.1 ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 3

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในผักตบชวา (ต้น ใบ และราก) พบว่า มีปริมาณธาตุไนโตรเจนเท่ากับ 1.23 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.28 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมเท่ากับ 2.73 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 35

ตารางที่ 35 ปริมาณธาตุอาหารในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 3

รายการ	N (%)	P (%)	K (%)
ผักตบชวา	1.23	0.28	2.73

1.2 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 3

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา (ต้น ใบ และราก) ซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตปุ๋ยหมักผักตบชวา

ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวาทุกชนิดมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน คือ ปริมาณอาเซนิก (As) ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม (Cd) ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โครเมียม (Cr) ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดง (Cu) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว (Pb) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมปรอท (Hg) ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แสดงให้เห็นว่าการใช้ผักตบชวาในพื้นที่นี้สามารถนำมาผลิตปุ๋ยหมักได้อย่างปลอดภัยเนื่องจากปริมาณโลหะหนักไม่เกินค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ดังตารางที่ 36

ตารางที่ 36 ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 3

รายการ	As (mg.kg ⁻¹)	Cd (mg.kg ⁻¹)	Cr (mg.kg ⁻¹)	Cu (mg.kg ⁻¹)	Pb (mg.kg ⁻¹)	Hg (mg.kg ⁻¹)
ผักตบชวา	1.95	0.65	6.01	-	1.55	<0.040
มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ของกรมพัฒนาที่ดิน	< 50	< 5	< 300	< 500	< 500	< 2

หมายเหตุ 1. วิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

2. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน As < 50 mg.kg⁻¹ Cd < 5 mg.kg⁻¹ Cr < 300 mg.kg⁻¹

Cu < 500 mg.kg⁻¹ Pb < 500 mg.kg⁻¹ และ Hg < 2 mg.kg⁻¹ (https://www.ldd.go.th/link_q/standard/4.htm)

1.3 ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 3

จากการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 8.0 ปริมาณความชื้นของปุ๋ยหมักเท่ากับ 29.4 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน C/N เท่ากับ 11:1 ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 3.9 ds.m^{-1} ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 17.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 29.4 เปอร์เซ็นต์ จากค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวาที่ใช้ทำการทดลองผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กรมพัฒนาที่ดิน ดังตารางที่ 37

ตารางที่ 37 ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 3

รายการ	ผลวิเคราะห์
pH	8.0
Moisture content (%)	29.4
C/N	11:1
EC (ds.m^{-1})	3.9
Organic Carbon (%)	17.7
Organic Matter (%)	29.4
Sodium (%)	0

1.4 ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 3

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักผักตบชวา พบว่า มีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 1.58 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 3.73 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเท่ากับ 2.05 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุอาหารหลักทั้งสองปีผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน ดังตารางที่ 38

ตารางที่ 38 ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 3

รายการ	N (%)	Total P ₂ O (%)	Total K ₂ O (%)
ปุ๋ยหมักผักตบชวา	1.58	3.73	2.05

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 3

2.1 สมบัติของดินทางเคมีของดินก่อนปลูกและคำแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี โครงการวิจัยย่อยที่ 3

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ใช้ทำการทดลองที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยเป็นกรดจัดเท่ากับ 4.73 ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำเท่ากับ 1.42 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำเท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลางเท่ากับ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลังเท่ากับ N-P₂O₅-K₂O อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 39

ตารางที่ 39 สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกและคำแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี โครงการวิจัยย่อยที่ 3

ผลการวิเคราะห์ดิน	ค่าเฉลี่ย
pH	4.73
OM (%)	1.42
Avail.P (mg.kg ⁻¹)	8
Exch.K (mg.kg ⁻¹)	40
อัตราแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่

จากผลการวิเคราะห์ดินและการคำนวณอัตราปุ๋ย มีวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

วิธีการที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่

วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K₂O อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่

วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K₂O อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่

วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K₂O อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่

วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K₂O อัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่

วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K₂O โดยประมาณ 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K₂O โดยประมาณ 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K₂O โดยประมาณ 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K₂O โดยประมาณ 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)

2.2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 3

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน พบว่า ปฏิกริยาของดินก่อนการทดลองมีค่าเป็นกรดจัด มีค่าเท่ากับ 4.73 ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าของดินเพิ่มขึ้น อยู่ในช่วง 5.00-5.67 ปฏิกริยาของดินมีการเปลี่ยนแปลงเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 40

ตารางที่ 40 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โครงการวิจัยย่อยที่ 3

วิธีการทดลอง	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	4.73	5.23
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	4.73	5.00
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	4.73	5.10
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	4.73	5.33
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	4.73	5.60
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	4.73	5.67
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	4.73	5.30
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	4.73	5.33
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	4.73	5.27
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	4.73	5.00
CV (%)	-	7.18

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) โครงการวิจัยย่อยที่ 3

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ พบว่า ก่อนการทดลองปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าเท่ากับ 1.42 ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในช่วง 0.79-1.38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 41

ตารางที่ 41 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 3

วิธีการทดลอง	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์)	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.42	0.90
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	1.42	1.23
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	1.42	1.04
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	1.42	1.23
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	1.42	1.38
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	1.42	1.06
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	1.42	1.14
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	1.42	1.21
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	1.42	1.17
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	1.42	0.79
CV (%)	-	27.56

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.4 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P) โครงการวิจัยย่อยที่ 3

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ พบว่า ก่อนการทดลองปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำมีค่าเท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง คือ อยู่ในช่วง 15.00-23.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 42

ตารางที่ 42 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 3

วิธีการทดลอง	Available P (mg.kg ⁻¹)	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	8	17.67
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	8	16.00
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	8	21.00
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	8	18.67
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	8	21.00
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	8	23.67
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	8	16.67
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	8	15.67
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	8	18.33
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	8	15.00
CV (%)	-	20.27

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.5 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K : mg.kg⁻¹) โครงการวิจัยย่อยที่ 3

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่า ก่อนการทดลองปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ มีค่าเท่ากับ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ภายหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน อยู่ในช่วง 20.00-33.33 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีปริมาณลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ และอยู่ในระดับต่ำเช่นเดียวกัน ดังตารางที่ 43

ตารางที่ 43 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 3

วิธีการทดลอง	Exchangeable K (mg.kg ⁻¹)	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	40	26.67
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	40	33.33
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	40	20.00
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	40	20.00
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	40	30.00
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	40	30.00
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	40	30.00
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	40	33.33
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	40	26.67
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	40	23.33
CV (%)	-	25.68

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

1.2 ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต โครงการวิจัยย่อยที่ 3

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวมันสด เพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ As Cd Cr และ Pb พบว่า ปริมาณโลหะหนักที่พบทั้ง 4 ชนิด มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม โลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังตารางที่ 44

ตารางที่ 44 ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

วิธีการทดลอง	ปริมาณโลหะหนักที่พบในดิน (mg.kg ⁻¹)			
	As	Cd	Cr	Pb
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.43	0.033	12.38	6.35
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	1.35	0.050	13.56	5.83
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	1.35	0.050	12.82	6.02
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	1.99	0.050	12.47	6.08
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	0.33	0.050	11.92	6.20
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	3.44	0.050	14.56	6.68
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	3.40	0.050	17.62	6.78
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	0.09	0.050	14.67	6.28
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	0.45	0.050	13.28	5.89
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัม ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	2.26	0.050	12.40	6.00
ค่ามาตรฐานโลหะหนักในดินโดยกรมควบคุมมลพิษ	< 3.9	< 37	< 300	< 400

หมายเหตุ : มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม โลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม As < 3.9 mg.kg⁻¹ Cd < 37 mg.kg⁻¹ Cr < 300 mg.kg⁻¹ และ Pb < 400 mg.kg⁻¹ (http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_soil01.htm#s1)

3. การเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

3.1 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 โครงการวิจัยย่อยที่ 3

3.1.1 ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

ผลผลิตของมันสำปะหลัง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.67 ตันต่อไร่ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 8-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) มีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 5.42 5.55 5.22 และ 5.15 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ดังตารางที่ 45

3.1.2 การเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

ความสูงของมันสำปะหลังเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 12 เดือน พบว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความสูงมันสำปะหลังสูงสุด เท่ากับ 222.07 เซนติเมตร ส่วนวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ให้ความสูงมันสำปะหลังสูงสุด เท่ากับ 149.40 เซนติเมตร ดังตารางที่ 48

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 12 เดือน พบว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มมันสำปะหลังสูงสุด เท่ากับ 222.07 เซนติเมตร ส่วนวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มมันสำปะหลังสูงสุด เท่ากับ 149.40 เซนติเมตร ดังตารางที่ 45

3.1.3 องค์ประกอบผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

จำนวนหัวต่อต้น พบว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) มีจำนวนหัวต่อต้นสูงสุดเท่ากับ 11.75 หัว ส่วนวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนหัวต่อต้นต่ำสุดเท่ากับ 9.42 หัว ดังตารางที่ 5

น้ำหนักสดต่อต้น พบว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ให้น้ำหนักสดต่อต้นสูงสุดเท่ากับ 2.72 กิโลกรัม ส่วนวิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) ให้น้ำหนักสดต่อต้นต่ำสุดเท่ากับ 1.99 กิโลกรัม ดังตารางที่ 45

เปอร์เซ็นต์แป้ง พบว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่ ให้เปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุดเท่ากับ 26.20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ให้เปอร์เซ็นต์ต่ำสุดเท่ากับ 24.83 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 45

ตารางที่ 45 ผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

วิธีการ	ผลผลิต หัวสด (ตันต่อ ไร่)	ความสูง (เซนติเมตร)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ทรงพุ่ม (เซนติเมตร)	จำนวน หัว ต่อต้น	น้ำหนัก หัวสดต่อ ต้น (กิโลกรัม)	แป้ง (เปอร์เซ็นต์)
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	4.16 c	149.40	88.50	10.17	2.39	25.30
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	4.40 c	184.07	92.33	9.58	2.57	25.00
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	5.42 ab	200.30	91.53	9.42	2.35	26.20
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	5.55 a	193.67	89.33	11.17	2.62	26.07
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	5.67 a	188.20	95.96	9.50	2.33	25.27
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	5.22 ab	222.07	96.67	10.00	2.41	24.57
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ย หมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	5.15 ab	210.90	94.37	11.75	2.55	25.03
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ย หมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	4.26 c	179.10	87.33	9.50	1.99	25.07
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ย หมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัม ต่อไร่)	4.70 bc	192.63	92.33	9.58	2.38	25.40
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับ ปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อ ไร่)	4.79 bc	207.13	96.50	11.00	2.72	24.83
CV (%)	6.57	15.20	4.87	13.90	25.27	7.52

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.2 ความเข้มข้นธาตุอาหารของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดิน พบว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.11-1.25 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสอยู่

ในช่วง 0.24-0.26 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 0.69-0.80 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 49

ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในผลผลิต พบว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.54-0.72 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.10-0.12 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 0.55-0.64 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 46

ตารางที่ 46 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดินและผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

วิธีการ	ความเข้มข้นธาตุอาหารพืช ส่วนเหนือดิน			ความเข้มข้นธาตุอาหารพืชใน ผลผลิต		
	% N	% P	% K	% N	% P	% K
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.20	0.26	0.80	0.56	0.11	0.64
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	1.15	0.26	0.80	0.61	0.11	0.59
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	1.13	0.25	0.73	0.72	0.10	0.62
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	1.12	0.26	0.76	0.54	0.10	0.57
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	1.14	0.26	0.69	0.56	0.11	0.64
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	1.11	0.25	0.71	0.66	0.11	0.61
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	1.25	0.25	0.76	0.58	0.12	0.56
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	1.13	0.25	0.69	0.68	0.11	0.57
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	1.23	0.24	0.71	0.61	0.12	0.57
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	1.14	0.25	0.71	0.61	0.11	0.55
CV (%)						

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.3 การสะสมธาตุอาหารของมันเป็นสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

3.3.1 การสะสมธาตุอาหารพืชของผลผลิตมันสำปะหลัง

การสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิตอยู่ในช่วง 15.55-25.44 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่ มีการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิตสำปะหลังสูงสุดเท่ากับ 25.44 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิตมันสำปะหลังต่ำสุด เท่ากับ 15.55 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 47

การสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีการสะสมฟอสฟอรัสในผลผลิตสูงสุด เท่ากับ 4.13 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) และวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต เท่ากับ 3.70 3.80 3.80 3.98 3.63 และ 3.60 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดังตารางที่ 47

การสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลัง อยู่ในช่วง 16.17-23.88 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตสำปะหลังสูงสุดเท่ากับ 23.88 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) มีการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลังต่ำสุด เท่ากับ 16.17 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 47

ตารางที่ 47 การสะสมธาตุอาหารพืชของผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

วิธีการ	การสะสมธาตุอาหารพืช (กิโลกรัมต่อไร่)		
	N	P	K
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	15.55	3.12 b	17.61
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	17.76	3.11 b	17.09
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	25.44	3.70 a	22.23
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	19.73	3.80 a	20.92
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	20.90	4.13 a	23.88
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	22.68	3.80 a	20.98
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัม ต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	19.65	3.98 b	18.95
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัม ต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	19.12	3.10 b	16.17
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	19.09	3.63 a	17.90
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	19.30	3.60 ab	17.61
CV (%)	19.70	7.85	11.14

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.2.5 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า ปริมาณอาเซนิก ทองแดง ตะกั่ว และ แคดเมียม มีค่าไม่เกินมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข ในทุกวิธีการทดลอง ดังตารางที่ 48

ตารางที่ 48 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

วิธีการทดลอง	ปริมาณโลหะหนักที่พบในผลผลิต (mg.kg ⁻¹)			
	As	Cu	Pb	Cd
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	0.075	1.975	0.117	0.017
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	0.044	1.983	0.133	0.000
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	ไม่พบ	1.958	0.367	0.008
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	ไม่พบ	1.975	0.125	ไม่พบ
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	ไม่พบ	2.183	0.142	ไม่พบ
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	ไม่พบ	2.133	0.142	ไม่พบ
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	0.072	2.183	0.150	ไม่พบ
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	0.040	2.158	0.167	ไม่พบ
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	0.109	2.408	0.158	ไม่พบ
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัม ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	0.038	2.275	0.150	ไม่พบ
ค่ามาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนโดยกระทรวงสาธารณสุข	< 2	< 20	< 1	< 2

หมายเหตุ 1. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 98 พ.ศ. 2529 และ ฉบับที่ 273 พ.ศ. 2546) เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน กำหนดให้ As < 2 mg.kg⁻¹ Cu < 20 mg.kg⁻¹ และ Pb < 1 mg.kg⁻¹

2. ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนสูงสุดของแคดเมียมในอาหารบางชนิด (1 สิงหาคม พ.ศ. 2561) กำหนดให้ Cd < 2 mg.kg⁻¹

4. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โครงการวิจัยย่อยที่ 3

4.1 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง พบว่า มูลค่าผลผลิตในแต่ละวิธีการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับมีความแตกต่างกัน คือ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีมูลค่าผลผลิตต่ำสุด เท่ากับ 9,161.39 บาทต่อไร่ และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีมูลค่าผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 12,468.43 บาทต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 8-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K₂O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K₂O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O

อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) เท่ากับ 12,219.68 12,219.68 11,919.31 11,484.00 11,333.23 10,540.64 10,345.87 9,674.13 9,374.93 และ 9,161.39 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 49 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 130

ผลตอบแทน พบว่า วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทนสูงสุด เท่ากับ 7,484.19 บาทต่อไร่ รองลงมาคือรองลงมาคือวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทน 7,454.11 และ 7,263.02 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ผลตอบแทนต่ำสุด เท่ากับ 873.74 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 49 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 130

ต้นทุนต่อตัน พบว่า วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีต้นทุนสูงสุด เท่ากับ 2,017.64 บาทต่อตัน รองลงมาคือ วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) มีต้นทุนเท่ากับ 1,511.25 บาทต่อตัน ส่วนวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ มีต้นทุนต่ำสุด เท่ากับ 857.98 บาทต่อตัน ดังตารางที่ 49 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 130

B/C ratio พบว่า วิธีการที่ 1-7 มีความคุ้มทุน โดยมีค่า B/C ratio มากกว่า 1.0 ยกเว้น วิธีการที่ 8-10 ไม่มีความคุ้มทุน ซึ่งมีค่า B/C ratio เท่ากับ 0.10-0.45 ดังตารางที่ 49 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 130

ตารางที่ 49 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

วิธีการทดลอง	มันสำปะหลัง				
	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาทต่อไร่)	ผลตอบแทน (บาทต่อไร่)	ต้นทุนต่อตัน (บาท)	B/C ratio
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	4.16	9,161.39	5,061.39	984.57	1.23
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	4.40	9,674.13	5,127.23	1,034.01	1.13
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	5.42	11,919.31	7,263.02	859.43	1.53
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	5.55	12,219.68	7,454.11	857.98	1.56
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	5.67	12,468.43	7,484.19	879.45	1.50
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	5.22	11,484.00	6,062.43	1,038.61	1.11
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัม ต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	5.15	11,333.23	6,146.33	1,006.88	1.18
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัม ต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	4.26	9,374.93	3,548.03	1,367.39	0.40
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัม ต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	4.70	10,345.87	3,238.97	1,511.25	0.45
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 8-8-0 กิโลกรัม ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	4.79	10,540.64	873.74	2,017.64	0.10

สรุปผลการทดลอง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

1. จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวา ซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตปุ๋ยหมักผักตบชวา ปริมาณธาตุโลหะหนักที่มีในผักตบชวา มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน แสดงให้เห็นว่าการใช้ผักตบชวามาผลิตปุ๋ยหมักสามารถปฏิบัติได้เนื่องจากปริมาณโลหะหนักไม่เกินค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดิน พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ก่อนการทดลองและหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตก่อนการทดลองและหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ As Cd Cr และ Pb หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวมันสด พบว่า ปริมาณโลหะหนักที่พบทั้ง 4 ชนิด มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมโลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3. ผลผลิตหัวมันสดของมันสำปะหลัง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.67 ตันต่อไร่ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-4 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) มีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 5.42 5.55 5.22 และ 5.15 ตันต่อไร่ ตามลำดับ

การสะสมธาตุอาหารพืชในผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า การสะสมธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลัง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตมันสำปะหลัง พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 8-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีการสะสมฟอสฟอรัสในผลผลิตสูงที่สุด เท่ากับ 4.13 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับวิธีการที่ 3 4 6 8 9 และ 10 เท่ากับ 3.70 3.80 3.80 3.98 3.63 และ 3.60 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่พบความแตกต่างทางสถิติ กับวิธีการที่ 1 และ 2 ซึ่งมีการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตเท่ากับ 3.12 และ 3.11 ตามลำดับ

ปริมาณโลหะหนักที่พบในผลผลิตมันสำปะหลัง ไม่เกินค่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข

4. B/C ratio พบว่า วิธีการที่ 1-7 มีความคุ้มค่า โดยมีค่า B/C ratio มากกว่า 1.0 ยกเว้น วิธีการที่ 8-10 ไม่มีความคุ้มค่า

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 การใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลังในดินร่วนปนทรายเป้ง ตำบลหนองโสน อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร (กลุ่มชุดดิน 33) ดำเนินงานปี 2559-2561

สถานที่ดำเนินการ หมู่ที่ 2 บ้านหนองโสน ตำบลหนองโสน อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร

จุดพิกัด N 1815529 E 611030

ผู้ดำเนินโครงการ นางสาวทัศนพร เชื้อนเพชร

1. ผักตบชวาและปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 4

ผักตบชวาเป็นวัสดุที่ใช้ผลิตปุ๋ยหมัก ในการวิจัยนี้ดำเนินการเก็บตัวอย่างผักตบชวา เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารและปริมาณโลหะหนัก ดังนี้

2.1 ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 4

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในผักตบชวา (ต้น ใบ และราก) พบว่า ปีที่หนึ่งมีปริมาณธาตุไนโตรเจน 1.04 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.77 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 4.18 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 50

ตารางที่ 50 ปริมาณธาตุอาหารในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 4

ปีที่	%N	%P	%K
1	1.04	0.77	4.18

1.1 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 4

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา (ต้น ใบ และราก) ซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตปุ๋ยหมักผักตบชวา พบว่า มีปริมาณอาเซนิก (As) 3.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณแคดเมียม (Cd) 0.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โครเมียม (Cr) 3.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดง (Cu) 2.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว (Pb) 1.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไม่พบปรอท (Hg) ปี ดังตารางที่ 51

ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวา มีค่าไม่เกินมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน คือ ปริมาณอาเซนิก (As) ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม (Cd) ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โครเมียม (Cr) ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดง (Cu) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว (Pb) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปรอท (Hg) ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แสดงให้เห็นว่าการใช้ผักตบชวาในพื้นที่นี้สามารถนำมาผลิตปุ๋ยหมักได้อย่างปลอดภัยเนื่องจากปริมาณโลหะหนักไม่เกินค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

ตารางที่ 51 ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 4

ปีที่	As (mg.kg ⁻¹)	Cd (mg.kg ⁻¹)	Cr (mg.kg ⁻¹)	Cu (mg.kg ⁻¹)	Pb (mg.kg ⁻¹)	Zn (mg.kg ⁻¹)
1	15.13	0.7	11.65	6.9	2.9	26.15
มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมฯ	< 50	< 5	< 300	< 500	< 500	< 600

หมายเหตุ 1. วิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

2. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน As < 50 mg.kg⁻¹ Cd < 5 mg.kg⁻¹ Cr < 300 mg.kg⁻¹

Cu < 500 mg.kg⁻¹ Pb < 500 mg.kg⁻¹ และ Zn < 600 mg.kg⁻¹ (https://www.ddd.go.th/link_q/standard/4.htm)

1.3 ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 4

จากการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา พบว่า ปีที่หนึ่งค่าความเป็นกรดเป็นด่างคือ 7.38 ปริมาณความชื้นของปุ๋ยหมักเท่ากับ 30.0 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน C/N เท่ากับ 8/1 ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 3.45 ds.m^{-1} ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 11.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 29.57 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโซเดียมเท่ากับ 0.45 เปอร์เซ็นต์ จากค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา พบว่าปุ๋ยหมักผักตบชวาที่ใช้ทำการทดลองผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กรมพัฒนาที่ดิน ดังตารางที่ 52 และแสดงรายละเอียดในภาคผนวกที่ 77

ตารางที่ 52 ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 4

ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา	ปีที่ 1
pH	7.38
Moisture content (%)	30.0
C/N	8/1
EC (ds.m^{-1})	3.45
Organic Carbon (%)	11.6
Organic Matter (%)	29.57
Sodium (%)	0.45

1.4 ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 4

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักผักตบชวา พบว่า มีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด 1.25 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเฉลี่ย 4.87 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 1.80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุอาหารหลักผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน ดังตารางที่ 53

ตารางที่ 53 ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 4

ปีที่	Total N (%)	Total P ₂ O (%)	Total K ₂ O (%)
1	1.25	4.87	1.80

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

2.2 สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกและคำแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี โครงการวิจัยย่อยที่ 4

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ใช้ทำการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยเป็นกรดจัด คือ 5.20 ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ คือ 0.63 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง คือ 27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง คือ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลังคือ

N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่ และคำแนะนำการใช้ปุ๋ยโดโลไมท์ คือ อัตรา 392 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 54

ตารางที่ 54 สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกและคำแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี โครงการวิจัยย่อยที่ 4

ผลการวิเคราะห์ดิน	ค่าเฉลี่ย
pH	5.20
%OM	0.63
Avail.P (mg.kg ⁻¹)	27
Exch.K (mg.kg ⁻¹)	50
อัตราแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่
คำแนะนำการใช้ปุ๋ยโดโลไมท์	อัตรา 392 กิโลกรัมต่อไร่

จากผลการวิเคราะห์ดินและการคำนวณอัตราปุ๋ย มีวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

วิธีการที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่

วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K₂O อัตรา 4 กก.ต่อไร่

วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K₂O อัตรา 8 กก.ต่อไร่

วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K₂O อัตรา 16 กก.ต่อไร่

วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K₂O อัตรา 32 กก.ต่อไร่

วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K₂O โดยประมาณ 4 กก.ต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K₂O โดยประมาณ 8 กก.ต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K₂O โดยประมาณ 16 กก.ต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K₂O โดยประมาณ 32 กก. ต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)

2.2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โครงการวิจัยย่อยที่ 4

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินก่อนการทดลอง พบว่า มีค่าเป็นกรดจัด คือ 5.20 หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อยู่ในช่วง 5.23-6.13 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) สามารถยกระดับความเป็นกรดเป็นด่างสูงสุด คือ 6.13 รองลงมาคือวิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 6.00 ยกเว้นวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินยังคงเท่าเดิม ดังตารางที่ 55

ตารางที่ 55 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โครงการวิจัยย่อยที่ 4

วิธีการทดลอง	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	5.20	5.70c
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	5.20	5.53d
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	5.20	5.70c
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	5.20	5.20e
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	5.20	5.47d
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	5.20	5.50d
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	5.20	5.67c
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	5.20	5.77c
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	5.20	6.00b
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	5.20	6.13a
CV (%)	-	1.18

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 4

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ พบว่า ก่อนการทดลอง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในระดับต่ำ 0.63 เปอร์เซนต์ โดยปริมาณอินทรีย์วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงโดยยกระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มสูงขึ้น และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ จากการทดลองพบว่า วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ย

หมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ยกกระต๊อบปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุด คือ 2.28 ส่วนวิธีการที่ 1-7 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินไม่มีความแตกต่าง คือ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.00-1.19 วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) และวิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน คือ มีค่าเฉลี่ย 1.94 เปอร์เซ็นต์ และ 1.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 56

ตารางที่ 56 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM: เปอร์เซ็นต์) โครงการวิจัยย่อยที่ 4

วิธีการทดลอง	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%OM)	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	0.63	1.08c
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	0.63	1.19c
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	0.63	1.05c
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	0.63	1.04c
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	0.63	1.00c
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	0.63	1.08c
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	0.63	1.09c
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	0.63	1.60bc
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	0.63	1.94ab
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	0.63	2.28a
CV (%)	-	25.02

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.4 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P) โครงการวิจัยย่อยที่ 4

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ก่อนการทดลองพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง คือ 27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังการทดลองพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในช่วง 26.25-36.77 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ยกกระต๊อบปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงที่สุด คือ 136.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนวิธีการที่ 1 ถึง วิธีการที่ 6 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน เฉลี่ย 35.67-40.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 57

ตารางที่ 57 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P: mg.kg⁻¹) โครงการวิจัยย่อยที่ 4

วิธีการทดลอง	Available P (mg.kg ⁻¹)	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	27	38.00e
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	27	40.00e
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	27	35.67e
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	27	35.67e
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	27	40.33e
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	27	40.33e
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	27	67.67d
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	27	78.67c
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	27	78.67b
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	27	136.00a
CV (%)	-	4.15

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.5 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 4

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่า ก่อนการทดลองปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับปานกลาง เฉลี่ยคือ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในช่วง 52.0-109.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ คือ วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด คือ 27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) และวิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ย

หมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 58

ตารางที่ 58 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K: $mg.kg^{-1}$) โครงการวิจัยย่อยที่ 4

วิธีการทดลอง	Exchangeable K ($mg.kg^{-1}$)	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	50	56.67f
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	50	53.00f
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	50	52.33f
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	50	56.67f
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	50	71.67e
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	50	85.33b
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	50	80.33c
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	50	76.00d
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	50	105.00a
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	50	108.00a
CV (%)	-	3.15

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.7 ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต โครงการวิจัยย่อยที่ 4

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวมันสด เพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ As Cd Cr Cu และ Pb พบว่าปริมาณโลหะหนักที่พบทั้ง 5 ชนิดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม โลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังตารางที่ 59 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 6

ตารางที่ 59 ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

วิธีการทดลอง	ปริมาณโลหะหนักที่พบในดิน (mg.kg ⁻¹)			
	As	Cd	Cr	Pb
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	0.20	0.03	0.91	0.10
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	0.27	0.03	0.93	0.12
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	0.15	0.03	0.92	0.08
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	0.21	0.03	0.96	0.07
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	0.07	0.03	0.96	0.07
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	0.30	0.03	0.98	0.04
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	0.26	0.03	1.13	0.11
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	0.34	0.03	0.74	0.07
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	0.08	0.03	0.77	0.11
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	0.08	0.03	0.79	0.08
ค่ามาตรฐานโลหะหนักในดินโดยกรมควบคุมมลพิษ	< 3.9	< 37	< 300	< 400

หมายเหตุ มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม โลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม As < 3.9 mg.kg⁻¹ Cd < 37 mg.kg⁻¹ Cr < 300 mg.kg⁻¹ และ Pb < 400 mg.kg⁻¹ (http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_soil01.htm#s1)

3. การเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

3.1 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

3.1.1 ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง

ผลผลิตของมันสำปะหลัง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ จากการทดลองพบว่า วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดคือ 3.26 ตันต่อไร่ และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีผลผลิตเฉลี่ย ต่ำสุดคือ 1.68 ตันต่อไร่ ดังตารางที่ 60

3.1.2 การเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

การเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ จากการทดลองพบว่า ความสูงของมันสำปะหลังเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 12 เดือน วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 32 กิโลกรัมต่อไร่

(2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีความสูงเฉลี่ยของต้นสูงที่สุด คือ 193 เซนติเมตร และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นต่ำที่สุด คือ 139.33 เซนติเมตร ส่วนวิธีการอื่นๆ ให้ค่าความสูงของต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 143.00-186.33 เซนติเมตร ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับการใส่ปุ๋ยหมักผักตบชวา มีผลทำให้มันสำปะหลังมีความสูงต้นมากกว่าแปลงควบคุมอย่างเห็นได้ชัดเจน ดังตารางที่ 60

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 12 เดือน มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดลองพบว่า วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มสูงสุด คือ 184.67 เซนติเมตร และมากกว่าวิธีการอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มต่ำสุด คือ 123.33 เซนติเมตร ดังตารางที่ 60

3.1.3 องค์ประกอบผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

จำนวนหัวต่อต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดลองพบว่า วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีจำนวน 10 หัวต่อต้น วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวน 8 หัวต่อต้น วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวน 7 หัวต่อต้น วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวน 10 หัวต่อต้น วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวน 8 หัวต่อ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวน 8 หัวต่อต้น วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) มีจำนวน 10 หัวต่อต้น วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) มีจำนวน 9 หัวต่อ วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) มีจำนวน 9 หัวต่อต้น วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีจำนวน 7 หัวต่อต้น ดังตารางที่ 60 น้ำหนักหัวสดต่อต้น มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ จากการทดลองพบว่า น้ำหนักหัวสดต่อต้นของมันสำปะหลัง วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีน้ำหนักหัวสดต่อต้นสูงที่สุด คือมีค่าเฉลี่ย 2.04 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) มีน้ำหนักหัวสดต่อต้นเฉลี่ย 1.86 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนวิธีการที่ 5 ถึงวิธีการที่ 8 ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวสดต่อต้นไม่แตกต่างกัน คือมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.64 – 1.74 กิโลกรัมต่อต้น วิธีการที่ 2 และวิธีการที่ 4 มีน้ำหนักหัวสดต่อต้นเฉลี่ย 1.44 กิโลกรัมต่อต้น และ 1.46 กิโลกรัมต่อต้นตามลำดับ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักหัวสดต่อต้น 1.37 กิโลกรัมต่อต้น และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีค่าน้ำหนักหัวสดต่อต้นต่ำที่สุด คือมีค่าเฉลี่ย 1.05 กิโลกรัมต่อต้น ดังตารางที่ 60

เปอร์เซ็นต์แป้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการทดลองพบว่า วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีปริมาณแป้ง 26.53 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแป้ง 26.4 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแป้ง 26.9 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแป้ง 27.8 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแป้ง 27.6

เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแป้ง 26.6 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) มีปริมาณแป้ง 26.8 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) มีปริมาณแป้ง 27.6 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) มีปริมาณแป้ง 27.6 เปอร์เซ็นต์ วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีปริมาณแป้ง 27.1 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 60

ตารางที่ 60 ผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

วิธีการ	ผลผลิตหัวสด (ตันต่อไร่)	ความสูง (ซม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลางทรง พุ่ม (ซม.)	จำนวน หัว ต่อต้น	น้ำหนักหัว สดต่อต้น (กิโลกรัม)	%แป้ง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.68d	139.33e	123.33	10	1.05d	26.5
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	2.31bc	143.00de	151.67	8	1.44bc	26.4
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	2.19cd	170.33abc	161.33	7	1.37cd	26.9
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	2.34bc	157.67cde	160.33	10	1.46bc	27.8
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	2.75abc	166.33bcd	166.00	8	1.72abc	27.6
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	2.62abc	178.00abc	175.00	8	1.64abc	26.6
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	2.64abc	176abc	178.00	10	1.65abc	26.8
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16- 4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	2.79abc	186.33ab	173.00	9	1.74abc	27.6
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16- 4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	2.98ab	186.00ab	176.00	9	1.86ab	27.6
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	3.26a	193.00a	184.67	7	2.04a	27.1
CV (%)	13.55	7.82	5.64	21.74	13.55	3.14

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.2.4 ความเข้มข้นธาตุอาหารของน้ำลำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

3.2.4.1 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดินและผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดิน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละวิธีการทดลองมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.77-1.05 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.34-0.46 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 0.83-1.23 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 61

ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในผลผลิต พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละวิธีการทดลองมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.34-0.40 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.09-0.13 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 0.67-0.87 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 61

ตารางที่ 61 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดินและผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

วิธีการ	ความเข้มข้นธาตุอาหารพืช ส่วนเหนือดิน			ความเข้มข้นธาตุอาหารพืชในผลผลิต		
	% N	% P	% K	% N	% P	% K
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	0.79	0.39	0.88	0.36	0.12	0.72
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	0.77	0.38	0.93	0.39	0.12	0.72
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	0.8	0.46	1.22	0.4	0.13	0.82
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	1.05	0.35	0.88	0.37	0.13	0.82
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	0.84	0.34	0.93	0.35	0.13	0.82
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	0.81	0.38	0.91	0.4	0.12	0.87
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	0.97	0.36	0.83	0.37	0.11	0.67
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	1	0.35	0.88	0.34	0.12	0.72
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	0.96	0.46	1.23	0.39	0.13	0.87
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	0.78	0.35	0.82	0.39	0.09	0.72
CV (%)	11.61	8.68	8.61	8.07	7.14	5.74

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.2.4.2 การสะสมธาตุอาหารพืชของผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

การสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) และวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 4-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีการสะสมธาตุไนโตรเจน 3.38 4.51 4.25 4.97 6.32 5.21 5.44 5.38 5.86 และ 6.41 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดังตารางที่ 62

การสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตมันสำปะหลัง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการทดลองพบว่า วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตมันสำปะหลังสูงที่สุด คือ เฉลี่ย 2.34 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตมันสำปะหลังต่ำที่สุด คือ เฉลี่ย 1.09 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 62

การสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลัง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการทดลองพบว่า วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลังสูงที่สุด คือ เฉลี่ย 13.46 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลังต่ำที่สุด คือ เฉลี่ย 6.65 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 62

ตารางที่ 62 การสะสมธาตุอาหารพืชของผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

วิธีการ	การสะสมธาตุอาหารพืช (กิโลกรัมต่อไร่)		
	N	P	K
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	3.38	1.09e	6.65d
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	4.51	1.56bcde	10.15bc
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	4.25	1.37de	8.58cd
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	4.97	1.46cde	10.08bc
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	6.32	1.88abc	11.09abc
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	5.21	1.82bcd	11.04abc
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	5.44	1.79bcd	10.06bc
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	5.38	1.81bcd	11.66ab
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	5.86	2.03ab	12.31ab
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ย หมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	6.41	2.34a	13.46a
CV (%)	20.79	14.86	14.10

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.2.5 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตมันสำปะหลัง

ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า ปริมาณอาเซนิก แคดเมียมปรอท และตะกั่ว มีค่าไม่เกินมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข ในทุกวิธีการทดลอง ดังตารางที่ 63

ตารางที่ 63 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

วิธีการทดลอง	ปริมาณโลหะหนักที่พบในผลผลิต (mg.kg ⁻¹)			
	As	Cd	Hg	Pb
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	0.28	ไม่พบ	ไม่พบ	0.06
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	0.55	ไม่พบ	ไม่พบ	0.03
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	0.45	ไม่พบ	ไม่พบ	0.02
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	0.49	ไม่พบ	ไม่พบ	0.02
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	0.52	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	0.40	ไม่พบ	ไม่พบ	0.01
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	0.48	ไม่พบ	ไม่พบ	0.13
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	0.50	ไม่พบ	ไม่พบ	0.04
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	0.48	ไม่พบ	ไม่พบ	0.08
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	0.52	ไม่พบ	ไม่พบ	0.05
ค่ามาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนโดยกระทรวงสาธารณสุข	< 2	< 2	< 0.5	< 1

หมายเหตุ 1. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 98 พ.ศ. 2529 และ ฉบับที่ 273 พ.ศ. 2546) เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน กำหนดให้ As < 2 mg.kg⁻¹ Hg < 0.5 mg.kg⁻¹ และ Pb < 1 mg.kg⁻¹

2. ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนสูงสุดของแคดเมียมในอาหารบางชนิด (1 สิงหาคม พ.ศ. 2561) กำหนดให้ Cd < 2 mg.kg⁻¹

4. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โครงการวิจัยย่อยที่ 4

4.1 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง พบว่า มูลค่าผลผลิตในแต่ละวิธีการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับแตกต่างกัน คือ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีมูลค่าผลผลิตต่ำที่สุดคือ 4,536 บาทต่อไร่ และวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีมูลค่าผลผลิตสูงที่สุดคือ 8,802 บาทต่อไร่ รองลงมาคือ วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) มีมูลค่าผลผลิตคือ 8,046 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 64 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 131

ผลตอบแทน พบว่าวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทนสูงที่สุด คือ 1,690 บาทต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-32

กิโกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทน 1,247 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ผลตอบแทนต่ำสุด หรือขาดทุน คือ -1,777 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 64 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 131

ต้นทุนต่อตัน พบว่า วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ต้นทุนต่อตันสูงสุด คือ 3,245 บาทต่อตัน รองลงมาคือ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) คือ 3,042 บาทต่อตัน และวิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) คือ 2,691 บาทต่อตัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 64 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 131

B/C ratio พบว่า ทุกวิธีการให้ค่าน้อยกว่า โดยวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีการที่มีค่ามากที่สุด คือ 0.81 รองลงมาคือวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่ เท่ากับ 0.56 ตามลำดับ ดังตารางที่ 64 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 131

ตารางที่ 64 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

วิธีการทดลอง	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาทต่อไร่)	ผลตอบแทน (บาทต่อไร่)	ต้นทุนต่อ ตัน(บาท)	B/C ratio
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.68	4,536	-574	3,042	-0.19
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	2.31	6,237	778	2,363	0.33
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	2.19	5,913	362	2,535	0.14
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	2.34	6,318	675	2,412	0.28
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	2.75	7,425	1,690	2,085	0.81
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	2.62	7,074	1,247	2,224	0.56
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัม ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	2.64	7,128	1,029	2,310	0.45
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัม ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	2.79	7,533	794	2,415	0.33
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัม ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	2.98	8,046	27	2,691	0.01
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	3.26	8,802	-1,777	3,245	-0.55

สรุปผลการทดลอง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

1. จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวา ซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตปุ๋ยหมักผักตบชวา ปริมาณธาตุโลหะหนักที่มีในผักตบชวา มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน แสดงให้เห็นว่าการใช้ผักตบชวามาผลิตปุ๋ยหมักสามารถปฏิบัติได้เนื่องจากปริมาณโลหะหนักไม่เกินค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดิน พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินก่อนการทดลองและหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ามีค่าเพิ่มสูงขึ้น และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) สามารถยกระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน สูงที่สุด รองลงมาคือวิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ As Cd Cr และ Pb หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวมันสด พบว่าปริมาณโลหะหนักที่พบทั้ง 4 ชนิดต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัย และเกษตรกรรมโลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3. ผลผลิตหัวมันสดของมันสำปะหลังใน วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวาอัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่หรือปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตรา 2,560 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือวิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) ตามลำดับ

การสะสมธาตุอาหารพืชในผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า การสะสมธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลังสูงสุด คือ วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ให้ค่าการสะสมธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลังต่ำสุด

ปริมาณโลหะหนักที่พบในผลผลิตมันสำปะหลัง ไม่เกินค่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข

4. B/C ratio พบว่า วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีการที่ให้ค่า B/C ratio สูงสุด คือ 0.81 รองลงมาคือ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่ให้ค่า B/C ratio คือ 0.56 ตามลำดับ

โครงการวิจัยย่อยที่ 5 การใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลังในดินร่วนปนทรายสีน้ำตาลเข้ม ต.ก่อเอ้ อ.เขื่องใน จ.อุบลราชธานี (กลุ่มชุดดิน 40) ดำเนินงานปี 2560-2561

สถานที่ดำเนินการ หมู่ที่ 6 บ้านเอ้ ตำบลก่อเอ้ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดอุบลราชธานี
พิกัด N 1701404 E 455160

ผู้ดำเนินโครงการวิจัยย่อยที่ 5 : นางสาววรรณมา สุวรรณวิจิตร

1. ผักตบชวาและปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 5

ผักตบชวาเป็นวัสดุที่ใช้ผลิตปุ๋ยหมัก ในการวิจัยนี้ดำเนินการเก็บตัวอย่างผักตบชวา เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารและปริมาณโลหะหนัก ดังนี้

1.1 ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 5

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในผักตบชวา (ต้น ใบ และราก) พบว่า มีปริมาณธาตุไนโตรเจน 1.25 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.42 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 2.67 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 65

ตารางที่ 65 ปริมาณธาตุอาหารในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 5

ปี	%N	%P	%K
2560	1.25	0.42	2.67

1.2 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 5

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา (ต้น ใบ และราก) ซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตปุ๋ยหมักผักตบชวา

พบว่า มีปริมาณอาร์เซนิก (As) 1.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม (Cd) 0.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โครเมียม (Cr) 24.55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว (Pb) 4.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไม่พบทองแดง (Cu) และปรอท (Hg) ดังตารางที่ 66

ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวาทุกชนิด มีค่าไม่เกินมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน คือ ปริมาณอาร์เซนิก (As) ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม (Cd) ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โครเมียม (Cr) ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดง (Cu) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว (Pb) ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปรอท (Hg) ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แสดงให้เห็นว่าการใช้ผักตบชวาในพื้นที่นี้สามารถนำมาผลิตปุ๋ยหมักได้อย่างปลอดภัยเนื่องจากปริมาณโลหะหนักไม่เกินค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

ตารางที่ 66 ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 5

ปี	As (mg.kg ⁻¹)	Cd (mg.kg ⁻¹)	Cr (mg.kg ⁻¹)	Cu (mg.kg ⁻¹)	Pb (mg.kg ⁻¹)	Hg (mg.kg ⁻¹)
2560	1.18	0.20	24.55	nd	4.60	<0.040
มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์	< 50	< 5	< 300	< 500	< 500	< 2

หมายเหตุ 1. วิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

2. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน As < 50 mg.kg⁻¹ Cd < 5 mg.kg⁻¹ Cr < 300 mg.kg⁻¹

Cu < 500 mg.kg⁻¹ Pb < 500 mg.kg⁻¹ และ Hg < 2 mg.kg⁻¹ (https://www.ldd.go.th/link_q/standard/4.htm)

1.3 ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 5

จากการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างคือ 7.33 ปริมาณความชื้นของปุ๋ยหมักเท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน C/N เท่ากับ 11/1 ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 1.94 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และปริมาณอินทรีย์วัตถุ 26.53 เปอร์เซ็นต์ ปี จากการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา พบว่า ปุ๋ยหมักผักตบชวาที่ใช้ทำการทดลองผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กรมพัฒนาที่ดิน ดังตารางที่ 67

ตารางที่ 67 ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 5

ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา	ปี 2560
pH	7.33
Moisture content (%)	30.0
C/N	11/1
EC (ds.m ⁻¹)	1.94
Organic Carbon (%)	-
Organic Matter (%)	26.53
Sodium (%)	-

1.4 ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 5

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักผักตบชวา พบว่า มีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด 1.40 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเฉลี่ย 6.34 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 1.50 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณธาตุอาหารหลักผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน ดังตารางที่ 68

ตารางที่ 68 ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 5

ปี	Total N (%)	Total P ₂ O (%)	Total K ₂ O (%)
2560	1.40	6.34	1.83

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 5

2.3 สมบัติของดินทางเคมีของดินก่อนปลูกและคำแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี โครงการวิจัยย่อยที่ 5

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ใช้ทำการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยเป็นกรดจัดมาก คือ 5.45 ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำคือ 0.32 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างสูง คือ 18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำมาก คือ 23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลังคือ N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่ใส่ปุ๋ยโดโลไมท์ ดังตารางที่ 69

ตารางที่ 69 สมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกและคำแนะนำอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี โครงการวิจัยย่อยที่ 5

ผลการวิเคราะห์ดิน	ค่าเฉลี่ย
pH	5.45
%OM	0.32
Avail.P (mg.kg ⁻¹)	18
Exch.K (mg.kg ⁻¹)	23
อัตราแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่
คำแนะนำการใช้ปูนโดโลไมท์	-

จากผลการวิเคราะห์ดินและการคำนวณอัตราปุ๋ย มีวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

วิธีการที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่

วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K₂O อัตรา 4 กก.ต่อไร่

วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K₂O อัตรา 8 กก.ต่อไร่

วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K₂O อัตรา 16 กก.ต่อไร่

วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ย K₂O อัตรา 32 กก.ต่อไร่

วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K₂O โดยประมาณ 4 กก.ต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K₂O โดยประมาณ 8 กก.ต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K₂O โดยประมาณ 16 กก.ต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)

วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ย N อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ย P₂O₅ อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่และปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่าปุ๋ยโพแทสเซียม K₂O โดยประมาณ 32 กก. ต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)

2.2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โครงการวิจัยย่อยที่ 5

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินก่อนการทดลอง พบว่า มีค่าเป็นกรดจัด คือ 5.45 หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อยู่ในช่วง 4.57-5.00 มีความเป็นกรดจัดมาก ดังตารางที่ 70

ตารางที่ 70 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โครงการวิจัยย่อยที่ 5

วิธีการทดลอง	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)	
	ก่อนทดลอง	ปี 2560
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	5.45	4.83
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	5.45	4.67
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	5.45	4.57
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	5.45	4.80
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	5.45	4.73
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	5.45	4.77
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	5.45	4.77
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	5.45	4.90
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	5.45	4.83
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ย หมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	5.45	5.00
CV (%)	-	3.74

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 5

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ พบว่า ก่อนการทดลอง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำมาก ส่วนหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละวิธีการทดลอง แต่อย่างไรก็ตาม หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมีค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลอง (ก่อนทดลอง 0.32 % เพิ่มขึ้นเป็น 0.53-0.94 %) และทุกตำรับ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำ ดังตารางที่ 71

ตารางที่ 71 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM: เปอร์เซ็นต์) โครงการวิจัยย่อยที่ 5

วิธีการทดลอง	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%OM)	
	ก่อนทดลอง	ปี 2560
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	0.32	0.69
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	0.32	0.66
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	0.32	0.53
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	0.32	0.65
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	0.32	0.58
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	0.32	0.75
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	0.32	0.94
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	0.32	0.82
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	0.32	0.88
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ย หมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	0.32	0.67
CV (%)	-	33.58

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.4 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P) โครงการวิจัยย่อยที่ 5

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ก่อนการทดลองพบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยอยู่ในระดับค่อนข้างสูง คือ 18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตไม่พบความแตกต่างทางสถิติ โดยหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้อยู่ในช่วง 14-49 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก ดังตารางที่ 72

ตารางที่ 72 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P: mg.kg⁻¹) โครงการวิจัยย่อยที่ 5

วิธีการทดลอง	Available P (mg.kg ⁻¹)	
	ก่อนทดลอง	ปี 2560
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	18	14
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	18	42
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	18	26
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	18	23
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	18	24
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	18	32
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	18	49
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	18	28
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	18	37
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	18	33
CV. (%)	-	48.75

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.5 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 5

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่า ก่อนการทดลองปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในระดับต่ำมากเฉลี่ยคือ 13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยพบว่า วิธีการที่ 6 (ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่) มีปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุดเท่ากับ 89 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อเทียบกับวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ วิธีการอื่นๆ (วิธีการที่ 2-5 และ 7-10) แต่มีค่าไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตามปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมีค่าอยู่ในระดับต่ำมากถึงปานกลาง ดังตารางที่ 73

ตารางที่ 73 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K: mg.kg^{-1}) โครงการวิจัยย่อยที่ 5

วิธีการทดลอง	Exchangeable K (mg.kg^{-1})	
	ก่อนทดลอง	ปี 2560
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	23	13 b
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	23	19 b
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	23	16 b
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	23	31 b
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	23	37 b
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	23	89 a
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	23	27 b
ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)		
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	23	19 b
ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)		
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	23	39 b
ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)		
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	23	15 b
CV. (%)	-	53.64

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

1.3 ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต โครงการวิจัยย่อยที่ 5

จากการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวมันสด เพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ปรอท (Hg) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) และ ตะกั่ว (Pb) พบว่า ปริมาณโลหะหนักที่พบทั้ง 5 ชนิดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์ เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมโลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังตารางที่ 74 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 6

ตารางที่ 74 ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5

วิธีการทดลอง	ปริมาณโลหะหนักที่พบในดิน (mg.kg ⁻¹)			
	Hg	Cd	Cr	Pb
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	<0.040	0.050	9.71	6.01
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	<0.040	0.050	9.77	2.61
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	<0.040	0.050	8.13	2.83
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	<0.040	0.050	8.49	2.45
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	<0.040	0.050	8.34	2.69
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	<0.040	0.050	8.50	2.68
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	<0.040	0.050	8.98	2.85
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	<0.040	0.050	8.56	3.23
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	<0.040	0.050	8.83	3.18
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	<0.040	0.050	8.54	2.57
ค่ามาตรฐานโลหะหนักในดินโดยกรมควบคุมมลพิษ	< 400	< 37	< 300	< 400

หมายเหตุ : 1. มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม โลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม Hg < 400 mg.kg⁻¹ Cd < 37 mg.kg⁻¹ Cr < 300 mg.kg⁻¹ และ Pb < 400 mg.kg⁻¹ (http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_soil01.htm#s1)

3. การเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5

3.1 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 โครงการวิจัยย่อยที่ 5

3.1.1 ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5

ผลผลิตของมันสำปะหลัง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) และวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 6.72 และ 6.71 ตันต่อไร่ ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดคือ 6.61 ตันต่อไร่ ส่วนวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีผลผลิตต่ำสุดคือ 5.12 ตันต่อไร่ ดังตารางที่ 75

3.1.2 การเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5

การเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยความสูงของมันสำปะหลังเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 12 เดือน มีแนวโน้มว่า วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มว่ามีความสูงมากที่สุดเท่ากับ 245 เซนติเมตร รองลงมา คือ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงเท่ากับ 241 เซนติเมตร และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีความสูงน้อยที่สุดเท่ากับ 194 เซนติเมตร ดังตารางที่ 75

3.1.3 องค์ประกอบผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5

จำนวนหัวต่อต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่า วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีจำนวน 15 หัวต่อต้น ส่วนวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) และวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีจำนวนหัวต่อต้นเท่ากันคือ 19 หัวต่อต้น รองลงมาได้แก่ วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) และวิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) มีจำนวนหัวต่อต้นเท่ากันคือ 18 หัวต่อต้น ส่วนวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีจำนวนต้นน้อยที่สุดเท่ากับ 15 หัวต่อต้น ดังตารางที่ 75

น้ำหนักหัวสดต่อต้น พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีแนวโน้มว่า วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ให้น้ำหนักหัวสดต่อต้นสูงสุด 4.76 กิโลกรัม และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีน้ำหนักหัวสดต่อต้นต่ำสุด 2.88 กิโลกรัม ดังตารางที่ 75

เปอร์เซ็นต์แป้งของหัวมันสด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ พบว่า วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณแป้งสูงสุดเท่ากับ 26.90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) มีปริมาณแป้ง 23.27 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีปริมาณแป้งต่ำสุดเท่ากับ 24.90 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 75

ตารางที่ 75 ผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5

วิธีการ	ผลผลิตหัวสด (ตันต่อไร่)	ความสูง (ซม.)	จำนวน หัวต่อต้น	น้ำหนัก หัวสดต่อต้น (กิโลกรัม)	ปริมาณ แป้ง (%)
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	5.12	194	15	2.88	24.90
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	5.85	222	16	3.50	24.27
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	5.92	230	17	3.66	24.30
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	6.16	219	17	4.04	26.07
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	6.71	241	19	4.96	26.90
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	6.35	227	18	4.34	25.93
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	6.72	238	19	4.10	25.20
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	6.50	231	18	4.12	23.27
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	6.61	214	19	4.76	24.03
CV (%)	16.01	14.20	14.33	21.15	6.57

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.2.4 ความเข้มข้นธาตุอาหารของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5

3.2.4.1 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 5

ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดิน (ลำต้นและใบ) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติสำหรับธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม ซึ่งมีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 1.12-2.34 เปอร์เซ็นต์ และ 0.22-0.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนธาตุฟอสฟอรัสมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีความเข้มข้นมากที่สุด 0.51 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 76

3.2.4.2 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5

ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในผลผลิต พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติสำหรับธาตุไนโตรเจน โดยมีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.33-0.59 เปอร์เซ็นต์ สำหรับธาตุฟอสฟอรัสมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีความเข้มข้นสูงสุด 0.20 เปอร์เซ็นต์ และ

วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าต่ำสุด 0.09 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 0.53-0.62 เปอร์เซ็นต์ ส่วนธาตุโพแทสเซียมมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กล่าวคือ วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่ มีความเข้มข้นสูงสุด 0.59 เปอร์เซ็นต์ และวิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) มีค่าต่ำสุด 0.33 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 76

ตารางที่ 76 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเนื้อดินและผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5

วิธีการ	ความเข้มข้นธาตุอาหารพืช ส่วนเนื้อดิน			ความเข้มข้นธาตุอาหารพืชใน ผลผลิต		
	% N	% P	% K	% N	% P	% K
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.39	0.51 a	0.37	0.33	0.11 b	0.42 bcd
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	1.32	0.45 ab	0.36	0.51	0.11 b	0.49 abc
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	1.12	0.34 cd	0.30	0.44	0.10 b	0.45 abcd
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	1.58	0.31 d	0.41	0.44	0.10 b	0.59 a
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	1.64	0.36 bcd	0.39	0.51	0.10 b	0.54 ab
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	1.46	0.32 d	0.60	0.39	0.10 b	0.56 ab
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	1.39	0.36 bcd	0.42	0.59	0.10 b	0.33 d
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	1.60	0.40 bcd	0.23	0.36	0.11 b	0.40 cd
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	1.52	0.35 bcd	0.36	0.39	0.11 b	0.47 abc
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	2.34	0.44 abc	0.46	0.45	0.20 a	0.53 abc
CV. (%)	26.52	15.99	33.16	30.41	19.90	17.36

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.2.5 การสะสมธาตุอาหารพืชของผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5

การสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) มีการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิตมันสำปะหลัง มากที่สุด คือ 19.36 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเทียบกับวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิตน้อยที่สุดเท่ากับ 9.54 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 77

การสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตมันสำปะหลัง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีการสะสมฟอสฟอรัสในผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 6.65 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีการอื่น ๆ (T1-9) มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่ มีการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตต่ำสุดเท่ากับ 3.10 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเทียบกับวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตเท่ากับ 3.17 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 77

การสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า ไม่มีแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตมากที่สุด คือ 19.74 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) มีการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลังน้อยที่สุด คือ 11.00 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเทียบกับวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตเท่ากับ 12.04 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 77

ตารางที่ 77 การสะสมธาตุอาหารพืชของผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5

วิธีการ	การสะสมธาตุอาหารพืช (กิโลกรัมต่อไร่)		
	N	P	K
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	9.54	3.17 b	12.04
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	15.90	3.31 b	14.65
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	13.20	3.15 b	14.16
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	14.23	3.10 b	19.65
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	17.34	3.33 b	18.52
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	13.82	3.64 b	19.74
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	19.36	3.47 b	11.00
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	12.26	3.80 b	14.26
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	12.69	3.82 b	16.01
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	15.82	6.65 a	18.91
CV. (%)	30.93	21.54	23.76

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.2.6 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5

ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า ในทุกวิธีการทดลองมีค่าปริมาณปรอท (Hg) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) และตะกั่ว (Pb) ไม่เกินมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข ดังตารางที่ 78

ตารางที่ 78 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5

วิธีการทดลอง	ปริมาณโลหะหนักที่พบในดิน (mg.kg ⁻¹)		
	Hg	Cd	Pb
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	nd	nd	nd
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัม	nd	nd	0.025
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-4 กิโลกรัม	nd	nd	0.042
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-8 กิโลกรัม	nd	nd	nd
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-16 กิโลกรัม	nd	nd	nd
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-32 กิโลกรัม	nd	nd	nd
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัม ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	nd	nd	nd
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัม ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	nd	nd	nd
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัม ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	nd	nd	0.038
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	nd	nd	0.050
ค่ามาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนโดยกระทรวง	< 0.5	< 2	< 1

หมายเหตุ 1. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 98 พ.ศ. 2529 และ ฉบับที่ 273 พ.ศ. 2546) เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน กำหนดให้ Hg < 0.5 mg.kg⁻¹ Cd < 2 mg.kg⁻¹ และ Pb < 1 mg.kg⁻¹

2. ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนสูงสุดของแคดเมียมในอาหารบางชนิด (1 สิงหาคม พ.ศ 2561) กำหนดให้ Cd < 2 mg.kg⁻¹

3. nd (not detected) หมายถึง ตรวจไม่พบ (ค่าที่วัดได้มีค่าน้อยกว่า LOD (Limit of Detection) กล่าวคือ ค่าที่วัดได้ต่ำกว่าค่ายอมรับที่มีความถูกต้องและแม่นยำ)

4. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โครงการวิจัยย่อยที่ 5

4.1 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง เมื่อเปรียบเทียบมูลค่าผลผลิตในแต่ละวิธีการทดลอง พบว่า วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) มีมูลค่าผลผลิตสูงสุดคือ 16,128 บาทต่อไร่ รองลงมาคือ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีมูลค่าผลผลิตคือ

16,104 บาทต่อไร่ ส่วนวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีมูลค่าผลผลิตต่ำสุด คือ 12,288 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 79 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 132

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทน 10,279 บาทต่อไร่ รองลงมาคือ วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ผลตอบแทน 9,887 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ผลตอบแทนน้อยที่สุด เท่ากับ คือ 5,783 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 79 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 132

ต้นทุนการผลิต พบว่า วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีต้นทุนสูงสุดเท่ากับ 10,081 บาทต่อตัน และวิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) มีต้นทุนสูงรองลงเท่ากับ 7,521 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีต้นทุนการผลิตต่ำสุด คือ 4,400 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 79 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 132

B/C ratio พบว่า วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีการที่มีความคุ้มค่ามากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 1.86 รองลงมา ได้แก่ วิธีการที่ 2 และ 5 ซึ่งมีค่า B/C Ratio เท่ากัน คือ 1.83 และ 1.78 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามทุกตำรับมีความคุ้มค่า (มีกำไร) ยกเว้นในวิธีการที่ 10 มีค่า B/C Ratio น้อยกว่า 1 (0.57) ซึ่งถือว่าไม่คุ้มค่า (ขาดทุน) ดังตารางที่ 79 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 132

ตารางที่ 79 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5

วิธีการทดลอง	มันสำปะหลัง ปี 2560				
	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาทต่อไร่)	ผลตอบแทน (บาทต่อไร่)	ต้นทุน (บาทต่อตัน)	B/C ratio
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	5.12	12,288	7,888	4,400	1.79
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่	5.85	14,040	9,079	4,961	1.83
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-4 กิโลกรัมต่อไร่	5.92	14,208	9,139	5,069	1.80
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่	6.16	14,784	9,607	5,177	1.86
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-16 กิโลกรัมต่อไร่	6.35	15,240	9,847	5,393	1.83
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่	6.71	16,104	10,279	5,825	1.76
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	6.35	15,240	9,639	5,601	1.72
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	6.72	16,128	9,887	6,241	1.58
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	6.50	15,600	8,079	7,521	1.07
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	6.61	15,864	5,783	10,081	0.57

สรุปผลการทดลองโครงการวิจัยย่อยที่ 5

1. จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวา ซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตปุ๋ยหมักผักตบชวา พบว่า ธาตุโลหะหนักที่มีในผักตบชวา มีปริมาณต่ำกว่าค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ผักตบชวาในการผลิตปุ๋ยหมักได้จริง เนื่องจากปริมาณโลหะหนักไม่เกินค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณผักตบชวาในแหล่งน้ำสาธารณะ เป็นการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมทางน้ำได้อีกทางหนึ่ง

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดิน พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ก่อนการทดลองและหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ คือ วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงที่สุด คือ 89 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนวิธีการอื่นๆ (วิธีการที่ 1-5 และ 7-10) มีค่าไม่แตกต่างกัน อยู่ในช่วง 13-39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ต่ำมากถึงต่ำ) นอกจากนี้ พบว่า การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ As Cd Cr Cu และ Pb หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวมันสด พบว่า ปริมาณโลหะหนักที่พบทั้ง 5 ชนิดต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมโลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3. ผลผลิตหัวมันมันสำปะหลังสดในวิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่) และวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 6.72 และ 6.71 ตันต่อไร่ ตามลำดับและปริมาณโลหะหนักที่พบในผลผลิตมันสำปะหลัง ไม่เกินค่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข

4. วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-4-8 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีการที่มีความคุ้มค่ามากที่สุด โดยมีค่า B/C ratio เท่ากับ 1.86 รองลงมา ได้แก่ วิธีการที่ 2 และ 5 ซึ่งมีค่า B/C Ratio เท่ากัน คือ 1.83

โครงการวิจัยย่อยที่ 6 การใช้ปุ๋ยหมักจากผักตบชวาทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลังในดินทรายปนร่วน ต.บ้านค้อ อ.เมือง จ.ขอนแก่น (กลุ่มชุดดิน 41) ดำเนินงานปี 2560-2561

สถานที่ดำเนินการ หมู่ที่ 4 บ้านโนนลาน ตำบลบ้านค้อ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

พิกัด N1833742 E263713

ผู้ดำเนินโครงการ นางสุกัญญา ทวีกิจ

1. ผักตบชวาและปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 6

ผักตบชวาเป็นวัสดุที่ใช้ผลิตปุ๋ยหมัก ในการวิจัยนี้ดำเนินการเก็บตัวอย่างผักตบชวาเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารและปริมาณโลหะหนัก ดังนี้

1.1 ปริมาณธาตุอาหารเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 6

จากการสุ่มตัวอย่างผักตบชวา (ต้น ใบ และราก) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ก่อนนำมาทำปุ๋ยหมัก พบว่า มีปริมาณธาตุไนโตรเจน 1.53 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.31 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 2.68 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 80

ตารางที่ 80 ปริมาณธาตุอาหารในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 6

ตัวอย่าง	%N	%P	%K
ผักตบชวา	1.53	0.31	2.68

1.2 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 6

จากการสุ่มตัวอย่างผักตบชวา (ต้น ใบ และราก) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะหนัก พบว่า ปริมาณธาตุโลหะหนักทุกชนิดในผักตบชวา มีค่าไม่เกินมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน โดยพบว่า มีปริมาณอะเซนิก (As) 2.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่พบแคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) 3.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว (Pb) 0.97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไม่พบปรอท (Hg) ดังตารางที่ 81

ตารางที่ 81 ปริมาณธาตุโลหะหนักเฉลี่ยในผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 6

ตัวอย่าง	As (mg.kg ⁻¹)	Cd (mg.kg ⁻¹)	Cr (mg.kg ⁻¹)	Pb (mg.kg ⁻¹)	Hg (mg.kg ⁻¹)
ผักตบชวา	2.01	nd	3.28	0.97	nd
มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน	< 50	<5	< 300	< 500	< 2

หมายเหตุ 1. วิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

2. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน As <50 mg.kg⁻¹ Cd <5 mg.kg⁻¹ Cr < 300 mg.kg⁻¹

Pb <500 mg.kg⁻¹ และ Hg <2 mg.kg⁻¹ (https://www.ddd.go.th/link_q/standard/4.htm)

1.3 ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 6

จากการสุ่มตัวอย่างปุ๋ยหมักผักตบชวา เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทั่วไป พบว่า มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 7.68 ปริมาณความชื้นของปุ๋ยหมักเท่ากับ 30.0 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน C/N เท่ากับ 10/1 ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 4.79 ds.m^{-1} ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 34.5 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 82

ตารางที่ 82 ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 6

ค่าวิเคราะห์ปุ๋ยหมักผักตบชวา	ค่าเฉลี่ย
pH	7.68
Moisture content (%)	30.0
C/N	10/1
EC (dS.m^{-1})	4.79
Organic Matter (%)	34.5

1.4 ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 6

จากการสุ่มตัวอย่างปุ๋ยหมักผักตบชวา เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร พบว่า มีปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ย 2.77 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดเฉลี่ย 2.30 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเฉลี่ย 2.96 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 83

ตารางที่ 83 ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักผักตบชวา โครงการวิจัยย่อยที่ 6

ตัวอย่าง	Total N (%)	Total P ₂ O (%)	Total K ₂ O (%)
ปุ๋ยหมักผักตบชวา	2.77	2.30	2.96

2 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 6

2.1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร จำนวน 10 จุด แล้วนำมาผสมคลุกเคล้าให้ทั่วกัน แล้วสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สมบัติดินก่อนการทดลอง พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย 5.56 จัดอยู่ในระดับเป็นกรดจัด ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ย 0.18 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ย 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำมาก มีค่าเฉลี่ย 11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 84 ซึ่งจากข้อมูลการวิเคราะห์สมบัติดินเบื้องต้น แสดงให้เห็นว่าดินมีค่าความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ตารางที่ 84 ค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง โครงการวิจัยย่อยที่ 6

ผลการวิเคราะห์ดิน	ค่าเฉลี่ย
pH	5.56
Organic Matter (%)	0.18
Available P (mg.kg ⁻¹)	6
Exchangeable K (mg.kg ⁻¹)	11

2.2 สมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง

2.2.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)

จากการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินหลังการทดลอง พบว่า ในทุกตำรับการทดลอง ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้น ยกเว้นวิธีการที่ 2 ที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินต่ำกว่า ก่อนการทดลองเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยภายหลังการทดลองดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 5.54 – 5.86 จัดว่าอยู่ในระดับเป็นกรดปานกลาง ซึ่งจากผลการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยหมักผักตบชวา สามารถช่วยยกระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินได้ ดังตารางที่ 85

ตารางที่ 85 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) หลังการทดลอง โครงการวิจัยย่อยที่ 6

วิธีการทดลอง	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	5.56	5.62
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	5.56	5.54
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	5.56	5.61
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	5.56	5.66
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	5.56	5.60
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	5.56	5.65
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	5.56	5.73
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	5.56	5.65
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	5.56	5.79
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	5.56	5.86
C.V (%)	-	2.01

หมายเหตุ :ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.2.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter) โครงการวิจัยย่อยที่ 6

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นในทุกตำรับการทดลอง โดยก่อนการทดลอง ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 0.18 เปอร์เซ็นต์ หลังการทดลอง ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ระหว่าง 0.27-0.35 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำมาก และไม่พบความแตกต่างทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง ดังตารางที่ 86

ตารางที่ 86 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter : เปอร์เซ็นต์) หลังการทดลอง
โครงการวิจัยย่อยที่ 6

วิธีการทดลอง	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%OM)	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	0.18	0.31
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	0.18	0.33
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	0.18	0.35
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	0.18	0.31
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	0.18	0.27
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	0.18	0.34
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	0.18	0.30
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	0.18	0.33
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	0.18	0.35
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	0.18	0.33
C.V (%)	-	11.39

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.2.3 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P) โครงการวิจัยย่อยที่ 6

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า ภายหลังจากทดลอง มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นในทุกตำรับการทดลอง โดยก่อนการทดลองดินมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส 6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังการทดลอง ดินมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 8.98 - 25.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่ามีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสต่ำสุดในตำรับการทดลองที่ 1 แปลงควบคุม และมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสสูงที่สุดในตำรับการทดลองที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ดังตารางที่ 87

ตารางที่ 87 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P : mg.kg^{-1}) หลังการทดลอง
โครงการวิจัยย่อยที่ 6

วิธีการทดลอง	Available P (mg.kg^{-1})	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	6.00	8.98
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	6.00	11.80
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	6.00	11.87
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	6.00	10.80
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	6.00	17.75
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	6.00	10.62
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	6.00	14.18
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	6.00	14.90
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	6.00	16.27
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ย หมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	6.00	25.67
C.V (%)	-	46.38

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.2.4 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K) โครงการวิจัย ย่อยที่ 6

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังการเก็บเกี่ยว
ผลผลิตมันสำปะหลัง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่า ภายหลังการทดลอง ปริมาณธาตุโพแทสเซียม
ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุกการทดลอง โดยก่อนการทดลองปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่
แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าเฉลี่ย 11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ภายหลังการทดลองปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่
แลกเปลี่ยนได้ในดินมีปริมาณอยู่ระหว่าง 12.67 – 19.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตาม ไม่พบความ
แตกต่างทางสถิติในทุกการทดลอง ดังตารางที่ 88

ตารางที่ 88 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K : mg.kg^{-1}) หลังการทดลองโครงการวิจัยย่อยที่ 6

วิธีการทดลอง	Exchangeable K (mg.kg^{-1})	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	11.00	13.33
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	11.00	15.33
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	11.00	17.67
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	11.00	14.67
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	11.00	14.00
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	11.00	15.00
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	11.00	12.67
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	11.00	19.00
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	11.00	17.67
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	11.00	17.00
C.V (%)	-	27.48

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

2.2.5 ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการทดลอง โครงการวิจัยย่อยที่ 6

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณ แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) และตะกั่ว (Pb) ที่พบในดินหลังการทดลอง พบว่า ปริมาณธาตุโครเมียมและตะกั่วที่พบในดิน อยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และไม่ตรวจพบปริมาณธาตุแคดเมียมในดิน ดังตารางที่ 89

ตารางที่ 89 ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินหลังการทดลอง โครงการวิจัยย่อยที่ 6

วิธีการทดลอง	ปริมาณโลหะหนักที่พบในดิน (mg.kg ⁻¹)		
	Cd	Cr	Pb
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	nd	13.88	1.73
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	nd	13.28	1.78
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	nd	11.91	2.03
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	nd	13.41	1.58
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	nd	13.19	1.77
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	nd	13.02	1.94
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัม)	nd	13.16	1.78
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัม)	nd	12.82	1.94
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัม)	nd	12.36	1.69
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่	nd	12.85	1.63
ค่ามาตรฐานโลหะหนักในดินโดยกรมควบคุมมลพิษ	<37	<300	<400

หมายเหตุ มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม โลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม As <3.9 mg.kg⁻¹ Cd <37mg.kg⁻¹ Cr <300 mg.kg⁻¹ และ Pb <400 mg.kg⁻¹ (http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_soil01.htm#s1)

3 การเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 6

3.1 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 โครงการวิจัยย่อยที่ 6

4.1.1 ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 โครงการวิจัยย่อยที่ 6

ผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดที่สุดคือ 3.19 ตันต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) มีผลผลิตเฉลี่ย 3.05 ตันต่อไร่ และวิธีการที่ 1 คือแปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีผลผลิตต่ำสุด คือ 0.63 ตันต่อไร่ ดังตารางที่ 90

3.1.2 การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 โครงการวิจัยย่อยที่ 6

การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยความสูงของมันสำปะหลังเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุ 10 เดือน วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงของต้นสูงที่สุด คือมีค่าเฉลี่ย 146 เซนติเมตร และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีความสูงเฉลี่ยของต้นต่ำที่สุด คือมีค่าเฉลี่ย 94 เซนติเมตร ส่วนวิธีการอื่นๆ ให้ค่าความสูงต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 130-144 เซนติเมตร ซึ่งจากผลการทดลองจะ

เห็นได้ว่า การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับการใส่ปุ๋ยหมักผักตบชวา มีผลทำให้มันสำปะหลังมีความสูงต้นมากกว่าแปลงควบคุมอย่างเห็นได้ชัดเจน ดังตารางที่ 90

ขนาดทรงพุ่มของต้นมันสำปะหลัง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มมากที่สุด คือมีค่าเฉลี่ย 53 เซนติเมตร และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มน้อยที่สุด คือมีค่าเฉลี่ย 35 เซนติเมตร ส่วนวิธีการอื่นๆ มีเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 43-50 เซนติเมตร ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับการใส่ปุ๋ยหมักผักตบชวา นอกจากจะมีผลทำให้ความสูงต้นมากกว่าแปลงควบคุมแล้ว ยังส่งผลให้ขนาดทรงพุ่มของมันสำปะหลังมากกว่าแปลงควบคุมอย่างเห็นได้ชัดเจน ดังตารางที่ 90

3.1.3 องค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 โครงการวิจัยย่อยที่ 6

จำนวนหัวต่อต้น จากผลการทดลองพบว่า จำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกวิธีการ แต่พบว่าวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีจำนวนหัวต่อต้นน้อยที่สุด คือ เฉลี่ย 6 หัวต่อต้น และวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีจำนวนหัวต่อต้นมากที่สุด คือ เฉลี่ย 11 หัวต่อต้น ส่วนวิธีการอื่นๆ ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนหัวต่อต้นอยู่ระหว่าง 8-10 หัวต่อต้น ดังตารางที่ 90

น้ำหนักหัวสดต่อต้น จากผลการทดลองพบว่า น้ำหนักหัวสดต่อต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) และวิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) มีน้ำหนักหัวสดต่อต้นสูงที่สุด คือมีค่าเฉลี่ย 4.14 และ 3.98 กิโลกรัมต่อต้นตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 3 ถึงวิธีการที่ 8 ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักหัวสดต่อต้นไม่แตกต่างกัน คือมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.44 – 3.87 กิโลกรัมต่อต้น วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักหัวสดต่อต้น 2.98 กิโลกรัมต่อต้น และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีค่าน้ำหนักหัวสดต่อต้นต่ำที่สุด คือมีค่าเฉลี่ย 1.59 กิโลกรัมต่อต้น ดังตารางที่ 90

ปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลัง (เปอร์เซ็นต์แป้ง) จากผลการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลัง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละวิธีการทดลอง โดยวิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ค่าเปอร์เซ็นต์แป้งสูงที่สุด คือมีปริมาณแป้ง 29.7 เปอร์เซ็นต์ และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ให้ค่าเปอร์เซ็นต์แป้งต่ำที่สุด คือมีปริมาณแป้ง 27.13 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการอื่นๆ ให้ค่าเปอร์เซ็นต์แป้งอยู่ระหว่าง 27.23 – 29.43 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 90

ตารางที่ 90 ผลผลิต การเจริญเติบโต และองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 6

วิธีการ	ผลผลิตหัวสด (ตันต่อไร่)	ความสูง (ซม.)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง ทรงพุ่ม (ซม.)	จำนวน หัว ต่อต้น	น้ำหนัก หัวสดต่อ ต้น (กิโลกรัม)	%แบ่ง
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	0.63 b	94 c	35 c	6	1.59 c	27.13
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	2.37 a	144 ab	50 ab	9	2.98 b	28.93
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	2.44 a	133 ab	49 ab	9	3.53 ab	28.30
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	2.48 a	134 ab	47 ab	9	3.57 ab	29.30
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	3.01 a	130 b	47 ab	8	3.62 ab	27.23
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	3.00 a	146 a	53 a	8	3.87 ab	28.40
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16- 8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	2.84 a	139 ab	48 ab	9	3.44 ab	27.66
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16- 8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	3.00 a	138 ab	46 ab	10	3.67 ab	29.43
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16- 8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	3.05 a	133 ab	43 b	10	3.98 a	29.70
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัม ต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	3.19 a	137 ab	47 ab	11	4.14 a	28.13
CV (%)	17.09	6.62	10.38	16	15.68	5.93

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.2 ความเข้มข้นธาตุอาหารของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 6

3.2.1 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเหนือดินและผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72

หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตและนำส่วนเหนือดิน คือ ส่วนใบและลำต้น ไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละวิธีการทดลอง โดยมีความเข้มข้นของธาตุ

ไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 1.76 - 2.16 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 0.12 - 0.25 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของโพแทสเซียมอยู่ระหว่าง 0.46 - 0.93 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 91

และเมื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในส่วนผลผลิต คือ ส่วนหัวมันสำปะหลัง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละวิธีการทดลองเช่นกัน โดยมีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 0.31 - 0.45 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 0.04 - 0.08 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมอยู่ระหว่าง 0.36 - 0.65 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 91

ตารางที่ 91 ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชส่วนเนื้อดินและผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72
โครงการวิจัยย่อยที่ 6

วิธีการ	ความเข้มข้นธาตุอาหารพืช ส่วนเนื้อดิน			ความเข้มข้นธาตุอาหารพืชใน ผลผลิต		
	% N	% P	% K	% N	% P	% K
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	2.13	0.25	0.93	0.31	0.06	0.55
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	2.13	0.13	0.60	0.36	0.06	0.44
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	2.16	0.14	0.60	0.39	0.05	0.49
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	1.83	0.14	0.49	0.37	0.06	0.65
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	1.90	0.12	0.61	0.36	0.05	0.52
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	2.16	0.13	0.76	0.33	0.04	0.49
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	1.97	0.17	0.61	0.45	0.08	0.36
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	1.76	0.13	0.68	0.40	0.06	0.45
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	1.85	0.14	0.46	0.36	0.05	0.39
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมัก ผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	1.87	0.16	0.60	0.45	0.06	0.47
CV (%)	11.72	21.37	26.45	18.15	34.04	16.79

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.2.2 การสะสมธาตุอาหารของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 6

การสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิตมันสำปะหลัง (ส่วนหัว) พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิตสูงที่สุด คือ 7.55 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนวิธีการที่ 3 ถึงวิธีการที่ 9 มีการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 4.84-6.82 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับวิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ มีการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิต 4.64 กิโลกรัมต่อไร่ และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีการสะสมธาตุไนโตรเจนต่ำสุด คือ 1.02 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 92

การสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า ในแต่ละวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่า การสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต มีค่าอยู่ระหว่าง 0.22 – 1.23 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) มีค่าการสะสมธาตุฟอสฟอรัสสูงที่สุด และวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีค่าการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตต่ำที่สุด ดังตารางที่ 92

การสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลังสูงที่สุด คือ 8.47 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาเป็นวิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่ มีการสะสมธาตุโพแทสเซียม 8.39 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกับวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลังต่ำที่สุด คือ 1.91 กิโลกรัมต่อไร่ ดังตารางที่ 92

การสะสมธาตุอาหารพืชในผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่า วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิตสูงที่สุด วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่) มีค่าการสะสมธาตุฟอสฟอรัสสูงที่สุด และวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตมันสำปะหลังสูงที่สุด ดังตารางที่ 92

ตารางที่ 92 การสะสมธาตุอาหารพืชของผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 โครงการวิจัยย่อยที่ 6

วิธีการ	การสะสมธาตุอาหารพืช (กิโลกรัมต่อไร่)		
	N	P	K
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	1.02 c	0.22	1.91 d
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	4.64 b	0.75	5.53 c
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	5.36 ab	0.68	6.23 bc
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	4.84 ab	0.80	8.39 ab
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	5.93 ab	0.91	8.47 a
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	5.33 ab	0.73	7.73 abc
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	6.82 ab	1.23	5.58 c
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	6.62 ab	1.06	7.14 abc
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่)	5.72 ab	0.90	6.40 abc
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	7.55 a	1.00	7.97 ab
CV (%)	29.35	37.77	19.91

หมายเหตุ : ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.2.3 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 โครงการวิจัยย่อยที่ 6

จากการเก็บตัวอย่างผลผลิตมันสำปะหลังในส่วนหัว ไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะหนัก พบว่า ในทุกวิธีการทดลองไม่พบธาตุแคดเมียม (Cd) ตกค้างในผลผลิต และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุตะกั่ว (Pb) พบว่ามีธาตุตะกั่วในทุกวิธีการทดลอง แต่มีค่าไม่เกินมาตรฐานกำหนด ดังตารางที่ 93

ตารางที่ 93 ปริมาณธาตุโลหะหนักในผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72
โครงการวิจัยย่อยที่ 6

วิธีการทดลอง	ปริมาณโลหะหนักที่พบในผลผลิต (mg.kg ⁻¹)	
	Cd	Pb
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	ไม่พบ	0.041
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	ไม่พบ	0.208
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	ไม่พบ	0.241
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	ไม่พบ	0.166
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	ไม่พบ	0.250
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	ไม่พบ	0.166
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับ ปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัม ต่อไร่)	ไม่พบ	0.125
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับ ปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัม ต่อไร่)	ไม่พบ	0.191
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับ ปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัม ต่อไร่)	ไม่พบ	0.283
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P ₂ O ₅ -K ₂ O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K ₂ O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่)	ไม่พบ	0.208
ค่ามาตรฐานที่มีสารปนเปื้อนโดยกระทรวงสาธารณสุข	<2	<1

หมายเหตุ 1. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 98 พ.ศ. 2529 และ ฉบับที่ 273 พ.ศ. 2546) เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน กำหนดให้ Pb <1mg.kg⁻¹ 2. ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนสูงสุดของแคดเมียมในอาหารบางชนิด (1 สิงหาคม พ.ศ 2561) กำหนดให้ Cd <2 mg.kg⁻¹

4. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โครงการวิจัยย่อยที่ 6

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลัง พบว่า มูลค่าผลผลิตในแต่ละวิธีการทดลองเมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน มีความแตกต่างกัน คือ วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีมูลค่าผลผลิตต่ำที่สุด คือ 1,701 บาทต่อไร่ และวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีมูลค่าผลผลิตสูงที่สุด คือ 8,613 บาทต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) มีมูลค่าผลผลิตคือ 8,235 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 94 และแสดงรายละเอียดในตารางภาคผนวกที่ 133

ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปร พบว่า วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทนสูงที่สุด คือ 4,044 บาทต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทน 3,581 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ให้ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรต่ำที่สุด คือ ขาดทุน 1,299 บาทต่อไร่ นอกจากนี้วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี N-P₂O₅-K₂O อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K₂O 32 กิโลกรัมต่อไร่

(2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ถึงแม้ว่าจะมีมูลค่าผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด แต่เมื่อหักต้นทุนแล้ว พบว่า ขาดทุน 154 บาทต่อไร่

ต้นทุนการผลิตต่อตัน พบว่า วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) ให้ต้นทุนต่อตันสูงที่สุด คือ 4,762 บาทต่อตัน รองลงมาคือ วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีต้นทุนการผลิต คือ 2,748 บาทต่อตัน และวิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) มีต้นทุนการผลิต คือ 2,035 บาทต่อไร่ ส่วนวิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด คือ 1,356 บาทต่อไร่ ดังตารางที่ 94

B/C ratio พบว่า วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีการที่มีความคุ้มค่ามากที่สุด โดยมีค่า B/C ratio เท่ากับ 2.98 ส่วนวิธีการที่ 1 และ วิธีการที่ 10 เป็นวิธีการที่ไม่มี ความคุ้มค่า โดยมีค่า B/C ratio เท่ากับ -0.27 และ -0.06 ตามลำดับ

ตารางที่ 94 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 โครงการวิจัยย่อยที่ 6

วิธีการทดลอง	มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72				
	ผลผลิต (ตันต่อไร่)	มูลค่าผลผลิต (บาทต่อไร่)	ผลตอบแทน (บาทต่อไร่)	ต้นทุนต่อตัน (บาท)	B/C ratio
วิธีการที่ 1 แปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย)	0.63	1,701	-1,299	4,762	-0.27
วิธีการที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่	2.37	6,399	2,752	1,539	1.79
วิธีการที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-4 กิโลกรัมต่อไร่	2.44	6,588	2,832	1,539	1.84
วิธีการที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-8 กิโลกรัมต่อไร่	2.48	6,696	2,831	1,558	1.82
วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่	3.01	8,127	4,044	1,356	2.98
วิธีการที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-32 กิโลกรัมต่อไร่	3.00	8,100	3,581	1,506	2.38
วิธีการที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตรา เทียบเท่า K_2O 4 กิโลกรัมต่อไร่ (320 กิโลกรัมต่อไร่)	2.84	7,668	3,381	1,510	2.24
วิธีการที่ 8 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตรา เทียบเท่า K_2O 8 กิโลกรัมต่อไร่ (640 กิโลกรัมต่อไร่)	3.00	8,100	3,173	1,642	1.93
วิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตรา เทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อ ไร่)	3.05	8,235	2,028	2,035	1.00
วิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8- 0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตรา เทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัม ต่อไร่)	3.19	8,613	-154	2,748	-0.06

สรุปผลการทดลองโครงการวิจัยย่อยที่ 6

1. จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวาซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตปุ๋ยหมักผักตบชวา พบว่า ปริมาณธาตุโลหะหนักที่มีในผักตบชวามีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน แสดงให้เห็นว่าการใช้ผักตบชวามาผลิตเป็นปุ๋ยหมักสามารถทำได้ เนื่องจากปริมาณโลหะหนักไม่เกินค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดิน พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ก่อนการทดลองและหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต มีค่าเพิ่มสูงขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในดิน ได้แก่ แคดเมียม (Cd) และตะกั่ว (Pb) หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า ปริมาณธาตุแคดเมียมมีน้อยมากจนไม่สามารถวัดได้ ส่วนธาตุตะกั่ว พบว่ามีปริมาณน้อยและมีปริมาณต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมโลหะหนักในดินที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3. ผลผลิตหัวมันสดของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) มีผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 3.19 ตันต่อไร่ รองลงมาคือวิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) มีผลผลิตเฉลี่ย 3.05 ตันต่อไร่ และวิธีการที่ 1 คือแปลงควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ย) มีผลผลิตต่ำสุด คือ 0.63 ตันต่อไร่

4. น้ำหนักหัวสดต่อต้น พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธีการที่ 10 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) และวิธีการที่ 9 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-0 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 16 กิโลกรัมต่อไร่ (1,280 กิโลกรัมต่อไร่) มีน้ำหนักหัวสดต่อต้นสูงที่สุด คือมีค่าเฉลี่ย 4.14 และ 3.98 กิโลกรัมต่อต้น

ปริมาณโลหะหนักที่พบในผลผลิตมันสำปะหลัง ไม่เกินค่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข

5. B/C ratio พบว่า วิธีการที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5-K_2O$ อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นวิธีการที่มีความคุ้มค่ามากที่สุด โดยมีค่า B/C ratio เท่ากับ 2.98 ส่วนวิธีการที่ 1 และ วิธีการที่ 10 เป็นวิธีการที่ไม่มีความคุ้มค่า โดยมีค่า B/C ratio เท่ากับ -0.27 และ -0.06 ตามลำดับ

สรุปผลการทดลองรวม 6 โครงการวิจัยย่อย

1. จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุโลหะหนักในผักตบชวา ซึ่งเป็นวัสดุหลักในการผลิตปุ๋ยหมักผักตบชวา ปริมาณธาตุโลหะหนักที่มีในผักตบชวาของโครงการวิจัยย่อยทั้ง 6 โครงการมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมพัฒนาที่ดิน แสดงให้เห็นว่าการใช้ผักตบชวามาผลิตปุ๋ยหมักสามารถปฏิบัติได้เนื่องจากปริมาณโลหะหนักไม่เกินค่ามาตรฐาน

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน เนื่องจากการทดลองเพียง 1-2 ปี โดยรวมไม่พบการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินอย่างชัดเจน

3. ผลของการศึกษาอัตราปุ๋ยหมักจากผักตบชวาและปุ๋ยโพแทสเซียม เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง จากการทดลองโครงการย่อย 6 แห่ง ตามลักษณะเนื้อดินต่าง ๆ ได้แก่ ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนเหนียว ดินร่วนปนกรวด ดินร่วนปนทรายแฉะ ดินร่วนปนทรายสีน้ำตาลเข้ม และดินทรายปนร่วนตามลำดับ โดยพิจารณาจากผลผลิตมันสำปะหลัง พบว่าอัตราการใส่ปุ๋ยหมักผักตบชวา ร่วมกับปุ๋ยเคมี ในโครงการวิจัยย่อยที่ 1 4 และ 6 ซึ่งลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนทรายแฉะ และดินทรายปนร่วน ถึงแม้ว่าจะมีพันธุ์มันสำปะหลังที่แตกต่างกัน การใส่ปุ๋ยตามวิธีการที่ 10 คือ ใส่ปุ๋ยเคมี $N-P_2O_5$ ตามอัตราแนะนำ ร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา อัตราเทียบเท่า K_2O 32 กิโลกรัมต่อไร่ (2,560 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ผลผลิตสูงที่สุดทั้ง 3 แห่ง แต่โครงการวิจัยย่อยที่ 2 เป็นดินร่วนปนเหนียว โครงการวิจัยย่อยที่ 3 เป็นดินร่วนปนทรายปนกรวด และโครงการวิจัยย่อยที่ 5 เป็นดินร่วนปนทรายสีน้ำตาลเข้ม ให้ผลผลิตสูงที่สุดในวิธีการที่แตกต่างกันไป

4. ผลของการศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจโดยภาพรวม พบว่า วิธีการที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าวิธีการที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักผักตบชวา ทำให้วิธีการที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวให้ผลตอบแทนที่สูงกว่า และมีความคุ้มค่ามากกว่า แต่อย่างไรก็ตาม การทดลองเรื่องการใส่ปุ๋ยหมักผักตบชวา ร่วมกับปุ๋ยเคมีนี้ เป็นการทดลองเพียง 1-2 ปี จึงไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนว่าวิธีการใดหรือใส่ปุ๋ยอัตราใดเหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาในระยะยาวในเรื่องสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ศึกษาเพียงระยะเวลา 1 ปี ทำให้ข้อมูลที่ได้ยังไม่เพียงพอต่อการสรุปผลงาน การใช้ปุ๋ยหมักผักตบชวา อาจมีผลทำให้อินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น และส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อมีการทดลองใช้มากกว่า 5 ปี ควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมถึงวิธีการในการลดต้นทุนการผลิตปุ๋ยหมักจากผักตบชวา เนื่องจากพบว่าเมื่อคำนวณต้นทุนการผลิตทั้งกระบวนการแล้ว ในวิธีการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักจากผักตบชวา ทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

ประโยชน์ที่ได้รับ

เป็นการใช้ประโยชน์จากผักตบชวาซึ่งถือว่าเป็นวัชพืชที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของแม่น้ำลำคลอง นอกจากนี้ยังเป็นการผลิตปุ๋ยหมักที่มีธาตุโพแทสเซียมสูงและสามารถพัฒนาต่อยอดงานวิจัยไปสู่งานด้านอื่นๆ ได้อีก อาทิเช่น การผลิตปุ๋ยหมักผักตบชวาสำหรับไม้ผลการใช้ผักตบชวาเพื่อผลิตวัสดุปลูกที่มีคุณภาพ เป็นต้น

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

รายงานผลการวิจัย และเผยแพร่โดยการอบรมเกษตรกรในพื้นที่ต่างๆ เช่น อบรมโครงการกำจัดผักตบชวา เพื่อประชาามีรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2561 องค์การบริหารส่วนตำบลมะตอง อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. รายงานการจัดการทรัพยากรดิน เพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดินเล่มที่ 2 ดินบนพื้นที่ดอน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมวิชาการเกษตร. 2547. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับ มันสำปะหลัง. เกษตรดีที่เหมาะสม ลำดับที่ 13. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมวิชาการเกษตร. 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมวิชาการเกษตร. 2551. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเกษตรกร โครงการการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพ. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.
- ปรัชญา ธัญญาดี, เมธี มณีวรรณ และปรัชญา วาสนานุกุล. 2540. ความรู้เรื่องอินทรีย์วัตถุในดิน. หน้า 1-13. ใน กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้. คู่มือเจ้าหน้าที่รัฐเรื่องการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- พิทยากร ลิ้มทอง และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์. 2540. ระดับธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมัก, หน้า 70-80. ใน กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้. คู่มือเจ้าหน้าที่รัฐเรื่องการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. 2551. คู่มือการจัดการอินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน. สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 66 หน้า
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่ปนเปื้อน. *ราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ*. 16 กุมภาพันธ์ 2529, เล่มที่ 103 ตอนที่ 23 พ.ศ. 2529. หน้า 16-17.
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 237 (พ.ศ. 2546) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่ปนเปื้อน (ฉบับที่ 2) . *ราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ*. 16 กรกฎาคม 2546, เล่มที่ 121 ตอนพิเศษที่ 77ง พ.ศ. 2546, เล่มที่ 103, หน้า 10.
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง กำหนดปริมาณการปนเปื้อนสูงสุดของแคดเมียมในอาหารบางชนิด. *ราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ*. 30 สิงหาคม 2561, เล่มที่ 135 ตอนพิเศษที่ 209ง พ.ศ. 2561, หน้า 12.
- ปิยะ ดวงพัตรา วิจารณ์ วิชชุกิจ เจริญศักดิ์ โจนฤทธิ พิเชษฐ์ ปิยะวุฒิ พูลสงวน จำลอง เจียมจำ นรจางค์ สโรบล, และวัชร เลิศมงคล. 2542. ดินและปุ๋ยมันสำปะหลัง. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ โครงการเพื่อบรรเทาผลกระทบทางสังคมเนื่องจากวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ปรีชา แสงไธดา กมล ต่างใจ สุทิน แก้วบุตรดี จักรพันธ์ ไตรพันธ์ สายฟ้า อุทธา ก้อนทอง พวงประโคน และ บุตรช่วย สงฆนาม. 2551. รายงานผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังโดยกระบวนการเกษตรกรรมมีส่วนร่วมจังหวัดเลย

Akeem Oladipupo Sotolu. 2010. Digestibility Value and nutrient utilization of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) meal as plant protein supplement in the diet of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) Juveniles. American Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences. 9(5): 539-544.

http://at.doa.go.th/cassfer/soil_cassava.php

http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_soil01.htm#s1

https://www.ddd.go.th/link_q/standard/4.htm

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

	ระดับ (rating)	พิสัย (range)
เป็นกรดรุนแรงมากที่สุด	(ultra acid)	< 3.5
เป็นกรดรุนแรงมาก	(extreamely acid)	3.5-4.5
เป็นกรดจัดมาก	(very strongly acid)	4.6-5.0
เป็นกรดจัด	(strongly acid)	5.1-5.5
เป็นกรดปานกลาง	(moderately acid)	5.6-6.0
เป็นกรดเล็กน้อย	(slightly acid)	6.1-6.5
เป็นกลาง	(neutral)	6.6-7.3
เป็นด่างเล็กน้อย	(slightly alkaline)	7.4-7.8
เป็นด่างปานกลาง	(moderately alkaline)	7.9-8.4
เป็นด่างจัด	(strongly alkaline)	8.5-9.0
เป็นด่างจัดมาก	(very strongly alkaline)	> 9.0

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. (2547ก)

ตารางภาคผนวกที่ 2 ระดับอินทรีย์วัตถุในดิน (Walkly and Black method)

	ระดับ (rating)	พิสัย (range) (เปอร์เซ็นต์)
ต่ำมาก	(very low)	< 0.5
ต่ำ	(low)	0.5-1.0
ค่อนข้างต่ำ	(moderately low)	1.0-1.5
ปานกลาง	(moderately)	1.5-2.5
ค่อนข้างสูง	(moderately high)	2.5-3.5
สูง	(high)	3.5-4.5
สูงมาก	(very high)	> 4.5

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. (2547ก)

ตารางภาคผนวกที่ 3 ระดับปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ ที่สกัดด้วย BrayII

	ระดับ (rating)	พิสัย (range) (mg.kg ⁻¹)
ต่ำมาก		< 3
ต่ำ		3-6
ค่อนข้างต่ำ		6-10
ปานกลาง		10-15
ค่อนข้างสูง		15-25
สูง		25-45
สูงมาก		> 45

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. (2547ก)

ตารางภาคผนวกที่ 4 ระดับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ที่สกัดด้วย Ammonium acetate 1N, pH 7 อัตราส่วน 1 ต่อ 20

ระดับ (rating)	พิสัย (range) (mg.kg ⁻¹)
ต่ำมาก	<30
ต่ำ	30-60
ปานกลาง	60-90
สูง	90-120
สูงมาก	>120

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. (2547ก)

ตารางภาคผนวกที่ 5 มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการที่อยู่อาศัยและเกษตรกรรม

ดัชนีคุณภาพดิน	เกณฑ์มาตรฐาน
Arsenic (As)	< 3.9 mg.kg ⁻¹
Cadmium (Cd) and compounds	< 37 mg.kg ⁻¹
Hexavalent Chromium (Cr)	< 300 mg.kg ⁻¹
Lead (Pb)	< 400 mg.kg ⁻¹
Mercury (Hg) and compounds	< 23 mg.kg ⁻¹

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_soil01.htm#s1 19 ตุลาคม 2561)

ตารางภาคผนวกที่ 6 มาตรฐานอาหารสารปนเปื้อน

ค่าการตรวจวัด	เกณฑ์มาตรฐาน
Arsenic (As)	< 2 mg.kg ⁻¹
Zinc (Zn)	< 100 mg.kg ⁻¹
Copper (Cu)	< 20 mg.kg ⁻¹
Lead (Pb)	< 1 mg.kg ⁻¹
Mercury (Hg)	< 0.5 mg.kg ⁻¹
Cadmium (Cd)	< 2 mg.kg ⁻¹

ที่มา : 1. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 98 พ.ศ. 2529 และ ฉบับที่ 273 พ.ศ. 2546)

2. ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (1 สิงหาคม พ.ศ. 2546)

ตารางภาคผนวกที่ 7 มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักเกรด2) ของกรมพัฒนาที่ดิน

ค่าการตรวจวัด	เกณฑ์มาตรฐาน
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter)	> 20 %
C/N Ratio	< 20 : 1
ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)	< 10 ds.m ⁻¹
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	5.5-8.5
ปริมาณไนโตรเจน (N)	< 1 %
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)	> 1 %
ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด (Total P ₂ O ₅)	> 0.5 %
ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K ₂ O)	> 0.5 %
ความชื้น	< 30 %
ขนาดของปุ๋ยไม่เกิน	12.5 x 12.5 mm
ปริมาณหิน และกรวด ขนาดตั้งแต่ 5 mm	< 2 %
ต้องไม่พบเศษพลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่น	
ปริมาณธาตุโลหะหนัก	
Arsenic (As)	< 50 mg.kg ⁻¹
Cadmium (Cd)	< 5 mg.kg ⁻¹
Chromium (Cr)	< 300 mg.kg ⁻¹
Copper (Cu)	< 500 mg.kg ⁻¹
Lead (Pb)	< 500 mg.kg ⁻¹
Mercury (Hg)	< 2 mg.kg ⁻¹
การย่อยสลายที่สมบูรณ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80	

หมายเหตุ เป็นมาตรฐานขั้นต่ำตาม พ.ร.บ. ปุ๋ย ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2550)

ที่มา: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน (2547ก)

ตารางภาคผนวกโครงการวิจัยย่อยที่ 1

ตารางภาคผนวกที่ 8 วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	1.5447	0.7723	
Treatment	9	1.3203	0.1467	1.99ns
Error	18	1.3287	0.0738	
Total	29	4.1937		

Grand mean = 4.32

CV = 6.28%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) หลังเก็บเกี่ยว ผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.1940	0.0970	
Treatment	9	0.7853	0.0873	2.09ns
Error	18	0.7527	0.0418	
Total	29	1.7320		

Grand mean = 4.24

CV = 4.82%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 10 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์) หลังเก็บเกี่ยว ผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0016	0.0008	
Treatment	9	0.1557	0.0173	0.37ns
Error	18	0.8361	0.0464	
Total	29	0.9935		

Grand mean = 1.24

CV = 17.33%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 11 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์) หลังเก็บเกี่ยว ผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.1669	0.0835	
Treatment	9	0.4203	0.0467	1.15ns
Error	18	0.7334	0.0407	
Total	29	1.3207		

Grand mean = 1.08

CV = 18.75%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 12 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P: mg.kg⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	12.0667	6.0333	
Treatment	9	8.5333	0.9481	0.51ns
Error	18	33.2667	1.8481	
Total	29	53.8667		

Grand mean = 4.27

CV = 31.86%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 13 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
(Available P: mg.kg^{-1}) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	39.8000	19.9000	
Treatment	9	32.0333	3.5593	1.95ns
Error	18	32.8667	1.8259	
Total	29	104.7000		

Grand mean = 9.10

CV = 14.85%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 14 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้
(Exchangeable K: mg.kg^{-1}) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	55.4667	27.7333	
Treatment	9	47.4667	5.2741	0.41
Error	18	232.5333	12.9185	
Total	29	335.4667		

Grand mean = 15.87

CV = 22.65%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 15 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้
(Exchangeable K: mg.kg^{-1}) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปีที่ 1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	20.0000	10.0000	
Treatment	9	480.0000	53.3333	2.53ns
Error	18	380.0000	21.1111	
Total	29	880.0000		

Grand mean = 21

CV = 20.88%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 16 วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของมันสำปะหลัง (ปีที่ 1) โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	1.0148	0.5074	
Treatment	9	12.3466	1.3718	14.64 **
Error	18	1.6867	0.0937	
Total	29	15.0481		

Grand mean = 2.77

CV = 11.07%

** = $P < 0.01$

ตารางภาคผนวกที่ 17 วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของมันสำปะหลัง (ปีที่ 2) โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.4867	0.2434	
Treatment	9	8.5162	0.9462	7.55**
Error	18	2.2562	2562	
Total	29	11.2591		

Grand mean = 2.23

CV = 15.86%

** = P < 0.01

ตารางภาคผนวกที่ 18 วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตความสูงของมันสำปะหลัง (ปีที่ 1)

โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	142.0667	71.0333	
Treatment	9	20255.3667	2250.5963	9.09**
Error	18	4457.9333	247.6630	
Total	29	24855.3667		

Grand mean = 171.23

CV = 9.19%

** = P < 0.01

ตารางภาคผนวกที่ 19 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมันสำปะหลัง (ปีที่ 1)

โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	142.0667	71.0333	
Treatment	9	20255.3667	2250.5963	9.09**
Error	18	4457.9333	247.6630	
Total	29	24855.3667		

Grand mean = 171.23

CV = 9.91 %

** = P < 0.01

ตารางภาคผนวกที่ 20 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมันสำปะหลัง (ปีที่ 2)

โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	160.0667	80.0333	
Treatment	9	11225.3667	1247.2630	2.63*
Error	18	8545.9333	474.7741	
Total	29	19931.3667		

Grand mean = 192.43

CV = 11.32%

* = P < 0.05

ตารางภาคผนวกที่ 21 วิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของมันสำปะหลัง (ปีที่ 1)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	72.4667	36.2333	
Treatment	9	7438.9667	826.5519	6.99**
Error	18	2129.5333	118.3074	
Total	29	9640.9667		

Grand mean = 151.63 CV = 7.17% ** = P < 0.01

ตารางภาคผนวกที่ 22 วิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของมันสำปะหลัง (ปีที่ 2)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	91.4667	45.7333	
Treatment	9	9558.8000	1062.0889	1.96
Error	18	9759.2000	542.1778	
Total	29	19409.4667		

Grand mean = 130.87 CV = 17.79% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 23 วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลัง (ปีที่ 1)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	13.2667	6.6333	
Treatment	9	22.5333	2.5037	1.50ns
Error	18	30.0667	1.6704	
Total	29	65.8667		

Grand mean = 8.07 CV = 16.02% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 24 วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลัง (ปีที่ 2)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.8000	0.4000	
Treatment	9	3.5000	0.3889	0.24ns
Error	18	29.2000	1.6222	
Total	29	33.5000		

Grand mean = 6.50 CV = 19.59% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 25 วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักหัวสดต่อต้นของมันสำปะหลัง (ปีที่ 1)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	509980.4167	254990.2083	
Treatment	9	2721908.5417	302434.2824	3.47*
Error	18	1569569.5833	87198.3102	
Total	29	4801458.5417		

Grand mean = 1836.08 CV = 16.08% * = P < 0.05

ตารางภาคผนวกที่ 26 วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักหัวสดต่อต้นของมันสำปะหลัง (ปีที่ 2)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.2336	0.1168	
Treatment	9	2.1305	0.2367	1.91ns
Error	18	2.2336	0.1241	
Total	29	4.5977		

Grand mean = 1836.08 CV = 16.08% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 27 วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง (ปีที่ 1)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.6207	0.3103	
Treatment	9	7.3920	0.8213	1.13ns
Error	18	13.0260	0.7237	
Total	29	21.0387		

Grand mean = 27.09 CV = 3.14% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 28 วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง (ปีที่ 2)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	15.6607	7.8303	
Treatment	9	66.2453	7.3606	2.08 ns
Error	18	63.7927	3.5440	
Total	29	145.6987		

Grand mean = 24.17 CV = 7.79% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 29 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนส่วนเหนือดิน (ปีที่ 2)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0431	0.0216	
Treatment	9	0.1372	0.0152	0.79ns
Error	18	0.3495	0.0194	
Total	29	0.5298		

Grand mean = 1.03

CV = 13.52%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 30 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสส่วนเหนือดิน (ปีที่ 2)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0000	0.0000	
Treatment	9	0.0007	0.0001	1.47ns
Error	18	0.0009	0.0000	
Total	29	0.0016		

Grand mean = 0.15

CV = 4.46%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 31 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมส่วนเหนือดิน(ปีที่ 2)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0002	0.0001	
Treatment	9	0.0080	0.0009	1.39ns
Error	18	0.0115	0.0006	
Total	29	0.0197		

Grand mean = 0.35

CV = 7.29%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 32 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในผลผลิต (ปีที่ 2)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0122	0.0061	
Treatment	9	0.0453	0.0050	2.74ns
Error	18	0.0331	0.0018	
Total	29	0.0906		

Grand mean = 24.17

CV = 7.14%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 33 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต (ปีที่ 2)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0001	0.0000	
Treatment	9	0.0025	0.0003	1.01ns
Error	18	0.0048	0.0003	
Total	29	0.0074		

Grand mean = 0.11

CV = 14.56%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 34 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต (ปีที่ 2)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0022	0.0011	
Treatment	9	0.0132	0.0015	0.99ns
Error	18	0.0266	0.0015	
Total	29	0.0420		

Grand mean = 0.58

CV = 6.60%

* ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 35 วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิต (ปีที่ 2)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	10.4801	5.2401	
Treatment	9	105.7951	11.7550	4.71*
Error	18	4.9414	2.4967	
Total	29	161.2166		

Grand mean = 8.79

CV = 17.97%

* = $P < 0.05$

ตารางภาคผนวกที่ 36 วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต (ปีที่ 2)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.3583	0.1791	
Treatment	9	3.6756	0.4084	3.31*
Error	18	2.2208	0.1234	
Total	29	6.2546		

Grand mean = 1.64

CV = 21.38%

* = $P < 0.05$

ตารางภาคผนวกที่ 37 วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต (ปีที่ 2)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	4.4353	2.2176	
Treatment	9	137.9201	15.3245	5.39*
Error	18	51.2138	2.8452	
Total	29	193.5691		

Grand mean = 8.61

CV = 19.58%

* = P < 0.05

ตารางภาคผนวกโครงการย่อยที่ 2

ตารางภาคผนวกที่ 38 วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) หลังเก็บเกี่ยว
ผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0560	0.0280	
Treatment	9	0.8747	0.0972	1.39ns
Error	18	1.2573	0.0699	
Total	29	2.1880		

Grand mean = 5.12

CV = 5.16%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 39 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์) หลังเก็บเกี่ยว
ผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.7456	0.3728	
Treatment	9	0.6067	0.0674	1.09ns
Error	18	1.1110	0.0617	
Total	29	2.4633		

Grand mean = 2.37

CV = 10.49%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 40 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
(Available P: mg.kg⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	2896.8667	1448.4333	
Treatment	9	1649.8667	183.3185	0.89ns
Error	18	3699.1333	205.5074	
Total	29	8245.8667		

Grand mean = 52.27

CV = 27.43%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 41 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้
(Exchangeable K: mg.kg⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	7726.6667	3863.3333	
Treatment	9	107080.0000	11897.7778	2.76*
Error	18	77540.0000	4307.7778	
Total	29	192346.6667		

Grand mean = 201.33 CV = 32.60% * = P < 0.05

ตารางภาคผนวกที่ 42 วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.9013	0.4506	
Treatment	9	3.7010	0.4112	3.13*
Error	18	2.3663	0.1315	
Total	29	6.9686		

Grand mean = 2.12 CV = 17.08 % * = P < 0.05

ตารางภาคผนวกที่ 43 วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	55.4667	27.7333	
Treatment	9	1888.5333	209.8370	0.99*
Error	18	3827.8667	212.6593	
Total	29	5771.8667		

Grand mean = 212.73 CV = 6.85% * = P < 0.05

ตารางภาคผนวกที่ 44 วิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของมันสำปะหลัง
โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	1022.6000	511.3000	
Treatment	9	3534.1333	392.6815	1.07ns
Error	18	6626.0667	368.1148	
Total	29	11182.8000		

Grand mean = 143.80 CV = 7.17% ** = P < 0.01

ตารางภาคผนวกที่ 45 วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	7.8000	3.9000	
Treatment	9	12.9667	1.4407	0.44ns
Error	18	59.5333	3.3074	
Total	29	80.3000		

Grand mean = 6.30 CV = 28.87% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 46 วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักหัวสดต่อต้นของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.2343	0.1172	
Treatment	9	4.1285	0.4587	0.71ns
Error	18	11.6430	0.6468	
Total	29	16.0058		

Grand mean = 1.88 CV = 42.76% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 47 วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	157.6207	78.8103	
Treatment	9	189.2280	21.0253	1.74ns
Error	18	217.3260	12.0737	
Total	29	564.1747		

Grand mean = 25.95 CV = 13.39% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 48 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนส่วนเหนือดิน โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0016	0.0008	
Treatment	9	0.1476	0.0164	0.84ns
Error	18	0.3509	0.0195	
Total	29	0.5001		

Grand mean = 1.17 CV = 11.96% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 49 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสส่วนเหนือดิน
โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0001	0.0000	
Treatment	9	0.0008	0.0001	0.66ns
Error	18	0.0025	0.0001	
Total	29	0.0033		

Grand mean = 0.2450 CV = 4.78% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 50 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมส่วนเหนือดิน
โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0068	0.0034	
Treatment	9	0.0179	0.0020	0.73ns
Error	18	0.0493	0.0027	
Total	29	0.0739		

Grand mean = 0.7747 CV = 6.75% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 51 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในผลผลิต
โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0116	0.0058	
Treatment	9	0.0435	0.0048	1.30ns
Error	18	0.0668	0.0037	
Total	29	0.1219		

Grand mean = 0.5463 CV = 11.15% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 52 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต
โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0003	0.0001	
Treatment	9	0.0035	0.0004	2.19ns
Error	18	0.0032	0.0002	
Total	29	0.0069		

Grand mean = 0.1087 CV = 12.23% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 53 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต
โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0022	0.0011	
Treatment	9	0.0138	0.0015	1.12ns
Error	18	0.0245	0.0014	
Total	29	0.0404		

Grand mean = 0.5783 CV = 6.38% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 54 วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิต
โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	24.9091	12.4546	
Treatment	9	46.0276	5.1142	2.18ns
Error	18	42.2494	2.3472	
Total	29	113.1861		

Grand mean = 7.66 CV = 20.01% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 55 วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต
โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.2847	0.1423	
Treatment	9	1.7133	0.1904	1.57ns
Error	18	2.1776	0.1210	
Total	29	4.1755		

Grand mean = 1.52 CV = 22.94% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 56 วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต
โครงการวิจัยย่อยที่ 2

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	407.8341	203.9170	
Treatment	9	1451.0378	161.2264	2.12ns
Error	18	1366.4888	75.9160	
Total	29	3225.3607		

Grand mean = 22.26 CV = 39.14% ns = not significant

ตารางภาคผนวกโครงการย่อยที่ 3

ตารางภาคผนวกที่ 57 วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) หลังเก็บเกี่ยว
ผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.1647	0.1647	
Treatment	9	1.3483	1.3483	1.04ns
Error	18	2.5887	2.5887	
Total	29	4.1017		

Grand mean = 5.28

CV = 7.18%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 58 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์) หลังเก็บเกี่ยว
ผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.3006	0.1503	
Treatment	9	0.8227	0.0914	0.96ns
Error	18	1.7065	0.0948	
Total	29	2.8298		

Grand mean = 1.12

CV = 27.56%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 59 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
(Available P: mg.kg⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	6.4667	3.2333	
Treatment	9	208.9667	23.2185	1.67ns
Error	18	249.5333	13.8630	
Total	29	464.9667		

Grand mean = 18.37

CV = 20.27%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 60 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยน
(Exchangeable K: mg.kg⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	46.6667	23.3333	
Treatment	9	653.3333	72.5926	1.47ns
Error	18	886.6667	49.2593	
Total	29	1586.6667		

Grand mean = 15.87

CV = 22.65%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 61 วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	1.5932	0.5311	
Treatment	9	6.9620	0.7736	7.12**
Error	18	2.9331	0.1086	
Total	29	11.4883		

Grand mean = 5.02

CV = 6.56%

** = $P < 0.01$

ตารางภาคผนวกที่ 62 วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	5732.2431	2866.1215	
Treatment	9	10845.8209	1205.0912	1.40ns
Error	18	15443.6710	857.9817	
Total	29	32021.7350		

Grand mean = 192.75

CV = 15.20%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 63 วิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของมันสำปะหลัง
โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	141.9560	70.9780	
Treatment	9	307.5128	34.1681	1.69ns
Error	18	364.6960	20.2609	
Total	29	814.1648		

Grand mean = 92.49

CV = 4.87%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 64 วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลัง
โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	2.6167	1.3083	
Treatment	9	19.0833	2.1204	1.06ns
Error	18	35.9667	1.9981	
Total	29	57.6667		

Grand mean = 10.17

CV = 13.90%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 65 วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักหัวสดต่อต้นของมันสำปะหลัง
โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	2.2784	1.1392	
Treatment	9	1.0897	0.1211	0.32ns
Error	18	6.7917	0.3773	
Total	29	10.1598		

Grand mean = 2.43 CV = 25.27% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 66 วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	15.3727	7.6863	
Treatment	9	7.1187	0.7910	0.22ns
Error	18	65.0873	3.6160	
Total	29	87.5787		

Grand mean = 25.27 CV = 7.52% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 67 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนส่วนเหนือดิน
โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0218	0.0109	
Treatment	9	0.0622	0.0069	0.42ns
Error	18	0.2929	0.0163	
Total	29	0.3769		

Grand mean = 1.16 CV = 11.00% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 68 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสส่วนเหนือดิน
โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0000	0.0000	
Treatment	9	0.0007	0.0001	0.49ns
Error	18	0.0028	0.0002	
Total	29	0.0035		

Grand mean = 0.25 CV = 4.93% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 69 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมส่วนเหนืดิน
โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0030	0.0015	
Treatment	9	0.0437	0.0049	1.36ns
Error	18	0.0644	0.0036	
Total	29	0.1111		

Grand mean = 0.74 CV = 8.13% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 70 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในผลผลิต โครงการวิจัย
ย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0171	0.0086	
Treatment	9	0.0885	0.0098	0.69ns
Error	18	0.2562	0.0142	
Total	29	0.3618		

Grand mean = 0.61 CV = 7.14% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 71 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต โครงการวิจัย
ย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0000	0.0000	
Treatment	9	0.0006	0.0001	2.03ns
Error	18	0.0006	0.0000	
Total	29	0.0013		

Grand mean = 0.11 CV = 5.31% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 72 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต
โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0022	0.0011	
Treatment	9	0.0132	0.0015	0.99ns
Error	18	0.0266	0.0015	
Total	29	0.0420		

Grand mean = 0.58 CV = 6.60% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 73 วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิต โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0171	0.0086	
Treatment	9	0.0885	0.0098	0.69ns
Error	18	0.2562	0.0142	
Total	29	0.3618		

Grand mean = 0.61

CV = 19.50%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 74 วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0000	0.0000	
Treatment	9	0.0006	0.0001	2.03ns
Error	18	0.0006	0.0000	
Total	29	0.0013		

Grand mean = 0.11

CV = 5.13%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 75 วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต โครงการวิจัยย่อยที่ 3

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0051	0.0026	
Treatment	9	0.0268	0.0030	1.22ns
Error	18	0.0438	0.0024	
Total	29	0.0757		

Grand mean = 0.59

CV = 8.34%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกโครงการวิจัยย่อยที่ 4

ตารางภาคผนวกที่ 76 วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.1727	0.0863	
Treatment	9	1.9333	0.2148	0.0000**
Error	18	0.0807	0.0045	
Total	29	2.1867		

Grand mean = 1.18

CV = 5.67%

** = significant

ตารางภาคผนวกที่ 77 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์) หลังเก็บเกี่ยว
ผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.553	0.0276	
Treatment	9	5.3852	0.5984	0.0013**
Error	18	2.0266	0.1126	
Total	29	7.4671		

Grand mean = 1.34

CV = 25.02%

** = significant

ตารางภาคผนวกที่ 78 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
(Available P: mg.kg⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	142.2000	71.1000	
Treatment	9	60665.6333	3407.2926	0.0000**
Error	18	114.4667	6.3593	
Total	29	30922.3000		

Grand mean = 60.70

CV = 4.15%

** = significant

ตารางภาคผนวกที่ 79 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้
(Exchangeable K: mg.kg⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	90.6000	45.3000	
Treatment	9	11411.5000	1267.9444	0.0000**
Error	18	99.4000	5.5222	
Total	29	11604.5000		

Grand mean = 74.50

CV = 3.15%

** = significant

ตารางภาคผนวกที่ 80 วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	2.7285	1.3643	
Treatment	9	5.3661	0.5962	0.0019**
Error	18	2.1587	0.1199	
Total	29	10.2533		

Grand mean = 2.56

CV = 13.55%

** = significant

ตารางภาคผนวกที่ 81 วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตความสูงของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	14067.2000	7033.6000	
Treatment	9	8955.8667	995.0963	0.0009**
Error	18	3164.1333	175.7852	
Total	29	26187.2000		

Grand mean = 171.23

CV = 9.19%

** = significant

ตารางภาคผนวกที่ 82 วิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	9949.2667	4974.6333	
Treatment	9	8372.5333	930.2815	0.0000**
Error	18	1558.0667	86.5593	
Total	29	19879.8667		

Grand mean = 164.93

CV = 5.64%

** = significant

ตารางภาคผนวกที่ 83 วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	13.8667	6.9333	
Treatment	9	35.8667	3.9852	0.3351ns
Error	18	58.1333	3.2296	
Total	29	107.8667		

Grand mean = 8.27

CV = 21.74%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 84 วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักหัวสดต่อต้นของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	1066148.4667	533074.2333	
Treatment	9	2095338.0000	232815.3333	0.0019**
Error	18	842748.2000	46819.3444	
Total	29	4004234.667		

Grand mean = 1836.08

CV = 16.08%

** = significant

ตารางภาคผนวกที่ 85 วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	92.8667	46.4333	
Treatment	9	61.2000	6.8000	0.1254ns
Error	18	65.8000	3.6556	
Total	29	219.8667		

Grand mean = 27.73 CV = 6.89% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 86 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนส่วนเหนือดิน
โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0168	0.0084	
Treatment	9	0.0991	0.0110	0.3921ns
Error	18	0.1754	0.0097	
Total	29	0.2913		

Grand mean = 0.8503 CV = 11.61% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 87 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสส่วนเหนือดิน
โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0583	0.0292	
Treatment	9	0.0083	0.0009	0.6407ns
Error	18	0.0214	0.0012	
Total	29	0.0880		

Grand mean = 0.3970 CV = 8.68% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 88 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมส่วนเหนือดิน
โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.6115	0.3057	
Treatment	9	0.0355	0.0039	0.7986ns
Error	18	0.1228	0.0068	
Total	29	0.7698		

Grand mean = 0.9593 CV = 8.61% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 89 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในผลผลิต โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0117	0.0058	
Treatment	9	0.0096	0.0011	0.4046ns
Error	18	0.0172	0.0010	
Total	29	0.0385		

Grand mean = 0.3837 CV = 8.07% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 90 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.0016	0.0008	
Treatment	9	0.0009	0.0001	0.3817ns
Error	18	0.0015	0.0001	
Total	29	0.0040		

Grand mean = 0.1273 CV = 7.14% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 91 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.1123	0.0562	
Treatment	9	0.0233	0.0026	0.3211ns
Error	18	0.0369	0.0020	
Total	29	0.1725		

Grand mean = 0.7890 CV = 5.74% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 92 วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุไนโตรเจนในผลผลิต โครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	7.5854	3.7927	
Treatment	9	23.9303	2.6589	0.0635ns
Error	18	20.8184	1.1566	
Total	29	52.3341		

Grand mean = 5.17 CV = 20.79% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 93 วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิตโครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.5249	0.2625	
Treatment	9	3.4422	0.3825	0.0007**
Error	18	1.1684	0.0649	
Total	29	5.1356		

Grand mean = 1.71

CV = 14.86%

** = significant

ตารางภาคผนวกที่ 94 วิเคราะห์ความแปรปรวนการสะสมธาตุโพแทสเซียมในผลผลิตโครงการวิจัยย่อยที่ 4

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	11.5546	5.7773	
Treatment	9	98.5799	10.9533	0.0020**
Error	18	39.9147	2.2175	
Total	29	150.0493		

Grand mean = 10.56

CV = 14.10%

** = significant

ตารางภาคผนวกโครงการวิจัยย่อยที่ 5

ตารางภาคผนวกที่ 95 วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปี 2560 โครงการวิจัยย่อยที่ 5

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.26867	0.13433	
Treatment	9	0.38800	0.04311	0.28ns
Error	18	0.57800	0.03211	
Total	29	1.23467		

Grand mean = 4.79

CV = 3.74 %

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 96 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM: เปอร์เซ็นต์) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปี 2560 โครงการวิจัยย่อยที่ 5

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.00674	0.00337	
Treatment	9	0.46079	0.05120	0.55ns
Error	18	1.03479	0.05749	
Total	29	1.50232		

Grand mean = 0.71

CV = 33.58 %

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 97 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
(Available P: mg.kg⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปี 2560 โครงการวิจัยย่อยที่ 5

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	1172.47	586.233	
Treatment	9	2647.50	294.167	0.30ns
Error	18	4066.20	225.900	
Total	29	7886.17		

Grand mean = 30.83 CV = 48.75 % ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 98 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้
(Exchangeable K: mg.kg⁻¹) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ปี 2560 โครงการวิจัยย่อยที่ 5

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	812.1	406.03	
Treatment	9	13787.5	1531.94	0.0008**
Error	18	4807.9	267.11	
Total	29	19407.5		

Grand mean = 30.47 CV = 53.64 % ** = significant

ตารางภาคผนวกที่ 99 วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของมันสำปะหลังปี 2560 โครงการวิจัยย่อยที่ 5

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	10.2734	5.13670	
Treatment	9	4.5744	0.50826	0.85ns
Error	18	18.0963	1.00535	
Total	29	32.9441		

Grand mean = 6.26 CV = 16.01 % ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 100 วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมันสำปะหลังปี 2560 โครงการวิจัยย่อยที่ 5

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	3580.6	1790.28	
Treatment	9	6037.7	670.86	0.74ns
Error	18	18600.5	1033.36	
Total	29	28218.7		

Grand mean = 226.08 CV = 14.22 % ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 101 วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลัง ปี 2560
โครงการวิจัยย่อยที่ 5

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	48.80	24.4000	
Treatment	9	513.50	57.0556	0.63ns
Error	18	1309.20	72.7333	
Total	29	1871.50		

Grand mean = 59.50 CV = 14.33 % ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 102 วิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง ปี 2560
โครงการวิจัยย่อยที่ 5

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	6.7940	3.39700	
Treatment	9	34.3280	3.81422	0.26ns
Error	18	48.9460	2.71922	
Total	29	90.0680		

Grand mean = 25.08 CV = 6.57 % ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 103 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนส่วนเหนือดิน ปี 2560
โครงการวิจัยย่อยที่ 5

โครงการวิจัยย่อย	DF	SS	MS	F
Block	2	0.07709	0.03854	
Treatment	9	2.79416	0.31046	0.1242ns
Error	18	2.99385	0.16632	
Total	29	5.86510		

Grand mean = 1.5363 CV = 26.55 % ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 104 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสส่วนเหนือดิน ปี 2560
โครงการวิจัยย่อยที่ 5

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.00258	0.00129	
Treatment	9	0.11636	0.01293	0.0122*
Error	18	0.06749	0.00375	
Total	29	0.18643		

Grand mean = 0.38 CV = 15.99 % * = significant

ตารางภาคผนวกที่ 105 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของโพแทสเซียมส่วนเหนือดิน ปี 2560
โครงการวิจัยย่อยที่ 5

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.00689	0.00344	
Treatment	9	0.26195	0.02911	0.15ns
Error	18	0.29891	0.01661	
Total	29	0.56775		

Grand mean = 0.39 CV = 33.16 % ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 106 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในผลผลิต ปี 2560
โครงการวิจัยย่อยที่ 5

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.02717	0.01358	
Treatment	9	0.17239	0.01915	0.43ns
Error	18	0.32323	0.01796	
Total	29	0.52279		

Grand mean = 0.44 CV = 30.41 % ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 107 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในผลผลิต ปี 2560
โครงการวิจัยย่อยที่ 5

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.00085	0.00042	
Treatment	9	0.02367	0.00263	0.0015**
Error	18	0.00915	0.00051	
Total	29	0.03367		

Grand mean = 0.11 CV = 19.90 % ** = significant

ตารางภาคผนวกที่ 108 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นธาตุโพแทสเซียมในผลผลิต ปี 2560
โครงการวิจัยย่อยที่ 5

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.00149	0.00074	
Treatment	9	0.17772	0.01975	0.0279*
Error	18	0.12458	0.00692	
Total	29	0.30379		

Grand mean = 0.48 CV = 17.36 % * = significant

ตารางภาคผนวกโครงการวิจัยย่อยที่ 6

ตารางภาคผนวกที่ 109 วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.1548	0.0774	
Treatment	9	0.2500	0.0278	2.13ns
Error	18	0.2345	0.0130	
Total	29	0.6393		

Grand mean = 5.67

CV =2.01%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 110 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.00523	0.00261	
Treatment	9	0.01621	0.00180	1.35ns
Error	18	0.02411	0.00134	
Total	29	0.04555		

Grand mean = 0.3213

CV =11.39%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 111 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	421.39	210.695	
Treatment	9	634.79	70.532	1.61ns
Error	18	789.84	43.880	
Total	29	1846.03		

Grand mean = 14.283

CV =46.38%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 112 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	1.867	0.9333	
Treatment	9	118.967	13.2185	0.72ns
Error	18	332.133	18.4519	
Total	29	452.967		

Grand mean = 15.633

CV =27.48%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 113 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุโครเมียมในดิน (Cr) หลังเก็บเกี่ยว
ผลผลิตมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	1.6133	0.8067	
Treatment	9	8.2276	0.9142	1.81ns
Error	18	9.0900	0.5050	
Total	29	18.9309		

Grand mean = 12.987

CV =5.47%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 114 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณธาตุตะกั่วในดิน (Pb) หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต
มันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.1284	0.0642	
Treatment	9	0.5714	0.0635	2.03ns
Error	18	0.5637	0.0313	
Total	29	1.2634		

Grand mean = 1.7875

CV =9.90%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 115 วิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 โครงการวิจัย
ย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	1.3430	0.67152	
Treatment	9	15.3719	1.70799	8.59 **
Error	18	3.5775	0.19875	
Total	29	20.2925		

Grand mean = 2.608

CV =17.09%

** = P < 0.01

ตารางภาคผนวกที่ 116 วิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72
โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	278.07	139.033	
Treatment	9	5715.87	635.096	8.24 **
Error	18	1387.93	77.107	
Total	29	7381.87		

Grand mean = 132.73

CV =6.62%

** = P < 0.01

ตารางภาคผนวกที่ 117 วิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72
โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	135.20	67.6000	
Treatment	9	628.53	69.8370	3.01 *
Error	18	417.47	23.1926	
Total	29	1181.20		

Grand mean = 46.400

CV =10.38%

* = P < 0.05

ตารางภาคผนวกที่ 118 วิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72
โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	16.0667	8.03333	
Treatment	9	42.1667	4.68519	2.35ns
Error	18	35.9333	1.99630	
Total	29	94.1667		

Grand mean = 8.8333

CV =16.00%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 119 วิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักหัวต่อต้นของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72
โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	2.4583	1.22917	
Treatment	9	14.1506	1.57228	5.40 **
Error	18	5.2450	0.29139	
Total	29	21.8539		

Grand mean = 3.4437

CV =15.68%

** = P < 0.01

ตารางภาคผนวกที่ 120 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72
โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	5.9627	2.98133	
Treatment	9	22.2937	2.47707	0.87ns
Error	18	51.1573	2.84207	
Total	29	79.4137		

Grand mean = 28.423

CV =5.93%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 121 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นธาตุไนโตรเจนในส่วนเหนือดิน
โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.49707	0.24854	
Treatment	9	0.65687	0.07299	1.36ns
Error	18	0.96677	0.05371	
Total	29	2.12072		

Grand mean = 1.9776 CV =11.72% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 122 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นธาตุฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดิน
โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.00398	0.00199	
Treatment	9	0.04062	0.00451	4.11 **
Error	18	0.01975	0.00110	
Total	29	0.06435		

Grand mean = 0.1550 CV =21.37% ** = $P < 0.01$

ตารางภาคผนวกที่ 123 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นธาตุโพแทสเซียมในส่วนเหนือดิน
โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.08845	0.04423	
Treatment	9	0.48907	0.05434	1.92ns
Error	18	0.50963	0.02831	
Total	29	1.08715		

Grand mean = 0.6362 CV =26.45% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 124 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นธาตุไนโตรเจนในส่วนผลผลิต
โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.01604	0.00802	
Treatment	9	0.05688	0.00632	1.32ns
Error	18	0.08638	0.00480	
Total	29	0.15930		

Grand mean = 0.3817 CV =18.15% ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 125 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นธาตุฟอสฟอรัสในส่วนผลผลิต
โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.00109	5.433E-04	
Treatment	9	0.00261	2.904E-04	0.67ns
Error	18	0.00785	4.359E-04	
Total	29	0.01155		

Grand mean = 0.0613

CV =34.04%

ns = not significant

ตารางภาคผนวกที่ 126 วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นธาตุโพแทสเซียมในส่วนผลผลิต
โครงการวิจัยย่อยที่ 6

Source	DF	SS	MS	F
Block	2	0.01494	0.00747	
Treatment	9	0.18155	0.02017	3.06 *
Error	18	0.11864	0.00659	
Total	29	0.31514		

Grand mean = 0.4837

CV =16.79%

* = P < 0.05

ตารางภาคผนวกที่ 127 การประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในการปลูกมันสำปะหลัง (ปีที่ 1) โครงการวิจัยย่อยที่ 1

กิจกรรม	วิธีการที่ 1	วิธีการที่ 2	วิธีการที่ 3	วิธีการที่ 4	วิธีการที่ 5	วิธีการที่ 6	วิธีการที่ 7	วิธีการที่ 8	วิธีการที่ 9	วิธีการที่ 10
1. การเตรียมดิน										
1.1 ไถดะ	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
1.2 ไถพรวนและยกร่อง	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
2. การปลูก										
2.1 ปลูกมันสำปะหลัง	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
3. ค่าแรงงานในการดูแลรักษา										
3.1 ใส่ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยหมักผักตบชวา พร้อมกำจัดวัชพืช	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
3.2 กำจัดวัชพืช ครั้งที่ 2	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
4. การเก็บเกี่ยว										
4.1 ค่ารถเก็บเกี่ยวผลผลิต	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
4.2 ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
5. ค่าวัสดุการเกษตร										
5.1 ค่าปุ๋ยเคมี										
สูตร 46-0-0		305	305	305	305	305	305	305	305	305
สูตร 18-46-0		342	342	342	342	342	342	342	342	342
สูตร 0-0-60			109	218	436	872				
5.2 ค่าปุ๋ยหมักผักตบชวา (กก.ละ 2 บาท)							640	1280	2560	5120
รวมต้นทุนผันแปร	3,150	3,797	3,906	4,015	4,233	4,669	4,437	5,077	6,357	8,917
ผลผลิตต่อไร่ (ตัน)	1.43	1.47	1.80	2.05	2.20	2.89	2.22	2.60	2.60	3.06
ราคาผลผลิตต่อตัน (บาท)	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700
มูลค่าผลผลิตต่อตัน (บาท)	3,861	3,969	4,860	5,535	5,940	7,803	5,994	7,020	7,020	8,262
ต้นทุนการผลิตต่อตัน (บาท)	2,203	2,583	2,170	1,959	1,924	1,616	1,999	1,953	2,445	2,914
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรต่อไร่ (บาท)	711	172	954	1,520	1,707	3,134	1,557	1,943	663	-655
B/C ratio	0.32	0.07	0.44	0.78	0.89	1.94	0.78	1.00	0.27	-0.22

ตารางภาคผนวกที่ 128 การประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในการปลูกมันสำปะหลัง (ปีที่ 2) โครงการวิจัยย่อยที่ 1

กิจกรรม	วิธีการที่ 1	วิธีการที่ 2	วิธีการที่ 3	วิธีการที่ 4	วิธีการที่ 5	วิธีการที่ 6	วิธีการที่ 7	วิธีการที่ 8	วิธีการที่ 9	วิธีการที่ 10
1. การเตรียมดิน										
1.1 ไถดะ	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
1.2 ไถพรวนและยกร่อง	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
2. การปลูก										
2.1 ปลูกมันสำปะหลัง	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
3. ค่าแรงงานในการดูแลรักษา										
3.1 ใส่ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยหมักผักตบชวา พร้อมกำจัดวัชพืช	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
3.2 กำจัดวัชพืช ครั้งที่ 2	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
4. การเก็บเกี่ยว										
4.1 ค่ารถเก็บเกี่ยวผลผลิต	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
4.2 ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
5. ค่าวัสดุการเกษตร										
5.1 ค่าปุ๋ยเคมี										
สูตร 46-0-0		305	305	305	305	305	305	305	305	305
สูตร 18-46-0		342	342	342	342	342	342	342	342	342
สูตร 0-0-60			109	218	436	872				
5.2 ค่าปุ๋ยหมักผักตบชวา (กก.ละ 2 บาท)							640	1280	2560	5120
รวมต้นทุนผันแปร	3,150	3,797	3,906	4,015	4,233	4,669	4,437	5,077	6,357	8,917
ผลผลิตต่อไร่ (ตัน)	1.43	1.47	1.80	2.05	2.20	2.89	2.22	2.60	2.60	3.06
ราคาผลผลิตต่อตัน (บาท)	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700
มูลค่าผลผลิตต่อตัน (บาท)	3,861	3,969	4,860	5,535	5,940	7,803	5,994	7,020	7,020	8,262
ต้นทุนการผลิตต่อตัน (บาท)	2,203	2,583	2,170	1,959	1,924	1,616	1,999	1,953	2,445	2,914
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรต่อไร่ (บาท)	711	172	954	1,520	1,707	3,134	1,557	1,943	663	-655
B/C ratio	0.32	0.07	0.44	0.78	0.89	1.94	0.78	1.00	0.27	-0.22

ตารางภาคผนวกที่ 129 การประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในการปลูกมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 2

กิจกรรม	วิธีการที่ 1	วิธีการที่ 2	วิธีการที่ 3	วิธีการที่ 4	วิธีการที่ 5	วิธีการที่ 6	วิธีการที่ 7	วิธีการที่ 8	วิธีการที่ 9	วิธีการที่ 10
1. การเตรียมดิน										
1.1 ไถดะ	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
1.2 ไถพรวนและยกร่อง	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
2. การปลูก										
2.1 ปลูกมันสำปะหลัง	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
3. ค่าแรงงานในการดูแลรักษา										
3.1 ใส่ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยหมักผักตบชวา พร้อมกำจัดวัชพืช	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
3.2 กำจัดวัชพืช ครั้งที่ 2	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
4. การเก็บเกี่ยว										
4.1 ค่ารถเก็บเกี่ยวผลผลิต	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
4.2 ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
5. ค่าวัสดุการเกษตร										
5.1 ค่าปุ๋ยเคมี										
สูตร 46-0-0		305	305	305	305	305	305	305	305	305
สูตร 18-46-0		342	342	342	342	342	342	342	342	342
สูตร 0-0-60			109	218	436	872				
5.2 ค่าปุ๋ยหมักผักตบชวา (กก.ละ 2 บาท)							640	1280	2560	5120
รวมต้นทุนผันแปร	3,150	3,797	3,906	4,015	4,233	4,669	4,437	5,077	6,357	8,917
ผลผลิตต่อไร่ (ตัน)	1.43	1.47	1.80	2.05	2.20	2.89	2.22	2.60	2.60	3.06
ราคาผลผลิตต่อตัน (บาท)	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700
มูลค่าผลผลิตต่อตัน (บาท)	3,861	3,969	4,860	5,535	5,940	7,803	5,994	7,020	7,020	8,262
ต้นทุนการผลิตต่อตัน (บาท)	2,203	2,583	2,170	1,959	1,924	1,616	1,999	1,953	2,445	2,914
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรต่อไร่ (บาท)	711	172	954	1,520	1,707	3,134	1,557	1,943	663	-655
B/C ratio	0.32	0.07	0.44	0.78	0.89	1.94	0.78	1.00	0.27	-0.22

ตารางภาคผนวกที่ 130 การประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในการปลูกมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 3

กิจกรรม	วิธีการที่ 1	วิธีการที่ 2	วิธีการที่ 3	วิธีการที่ 4	วิธีการที่ 5	วิธีการที่ 6	วิธีการที่ 7	วิธีการที่ 8	วิธีการที่ 9	วิธีการที่ 10
1. การเตรียมดิน										
1.1 ไถตะ	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
1.2 ไถพรวนและยกร่อง	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
2. การปลูก										
2.1 ปลูกมันสำปะหลัง	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
3. ค่าแรงงานในการดูแลรักษา										
3.1 ใส่ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยหมักผักตบชวา พร้อมกำจัดวัชพืช	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
3.2 กำจัดวัชพืช ครั้งที่ 2	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
4. การเก็บเกี่ยว										
4.1 ค่ารถเก็บเกี่ยวผลผลิต	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
4.2 ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
5. ค่าวัสดุการเกษตร										
5.1 ค่าพันธุ์มันสำปะหลัง	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
5.2 ค่าปุ๋ยเคมี										
สูตร 46-0-0		116.49	116.49	116.49	116.49	116.49	116.49	116.49	116.49	116.49
สูตร 18-46-0		330.41	330.41	330.41	330.41	330.41	330.41	330.41	330.41	330.41
สูตร 0-0-60			109.39	218.67	437.33	874.67				
5.3 ค่าปุ๋ยหมักผักตบชวา (กก.ละ 2 บาท)							640	1,280	2,560	5,120
รวมต้นทุนผันแปร	4,100	4,547	4,656	4,766	4,984	5,422	5,187	5,827	7,107	9,667
ผลผลิตต่อไร่ (ตัน)	4.16	4.40	5.42	5.55	5.67	5.22	5.15	4.26	4.70	4.79
ราคาผลผลิตต่อตัน (บาท)	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200
มูลค่าผลผลิตต่อตัน (บาท)	9,161	9,674	11,919	12,220	12,468	11,484	11,333	9,375	10,346	10,541
ต้นทุนการผลิตต่อตัน (บาท)	985	1,034	859	858	879	1,039	1,007	1,367	1,511	2,018
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรต่อไร่ (บาท)	5,061	5,127	7,263	7,454	7,484	6,062	6,146	3,548	3,239	874
B/C ratio	1.23	1.13	1.55	1.56	1.50	1.11	1.18	0.61	0.45	0.10

ตารางภาคผนวกที่ 131 การประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในการปลูกมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 4

กิจกรรม	วิธีการที่ 1	วิธีการที่ 2	วิธีการที่ 3	วิธีการที่ 4	วิธีการที่ 5	วิธีการที่ 6	วิธีการที่ 7	วิธีการที่ 8	วิธีการที่ 9	วิธีการที่ 10
1. การเตรียมดิน										
1.1 ไถตะ	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
1.2 ไถกลบปูน	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
1.3 ไถพรวนและยกร่อง	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
2. การปลูก										
2.1 ปลูกมันสำปะหลัง	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
3. ค่าแรงงานในการดูแลรักษา										
3.1 ใส่ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยหมักผักตบชวา พร้อมกำจัดวัชพืช	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
3.2 กำจัดวัชพืช ครั้งที่ 2	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
4. การเก็บเกี่ยว										
4.1 ค่ารถเก็บเกี่ยวผลผลิต	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
4.2 ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
5. ค่าวัสดุการเกษตร										
5.1 ค่าพันธุ์มันสำปะหลัง	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
5.2 ค่าปุ๋ยเคมี										
สูตร 46-0-0		244	244	244	244	244	244	244	244	244
สูตร 18-46-0		105	105	105	105	105	105	105	105	105
สูตร 0-0-60			92	184	276	368				
5.3 ค่าปุ๋ยหมักผักตบชวา (กก.ละ 2 บาท)							640	1,280	2,560	5,120
5.4 ค่าปูนโดโลไมท์ (392 กก.กก.ละ 1.3 บาท)	510	510	510	510	510	510	510	510	510	510
รวมต้นทุนผันแปร	5110	5459	5551	5643	5735	5827	6099	6739	8019	10579
ผลผลิตต่อไร่ (ตัน)	1.68	2.31	2.19	2.34	2.75	2.62	2.64	2.79	2.98	3.26
ราคาผลผลิตต่อตัน (บาท)	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700
มูลค่าผลผลิตต่อตัน (บาท)	4,536	6,237	5,913	6,318	7,425	7,074	7,128	7,533	8,046	8,802
ต้นทุนการผลิตต่อตัน (บาท)	3,042	2,363	2,535	2,412	2,085	2,224	2,310	2,415	2,691	3,245
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรต่อไร่(บาท)	-574	778	362	675	1,690	1,247	1,029	794	27	-1,777
B/C ratio	-0.19	0.33	0.14	0.28	0.81	0.56	0.45	0.33	0.01	-0.55

ตารางภาคผนวกที่ 132 การประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในการปลูกมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 5

กิจกรรม	วิธีการที่ 1	วิธีการที่ 2	วิธีการที่ 3	วิธีการที่ 4	วิธีการที่ 5	วิธีการที่ 6	วิธีการที่ 7	วิธีการที่ 8	วิธีการที่ 9	วิธีการที่ 10
1. การเตรียมดิน										
1.1 ไถตะ	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
1.2 ไถพรวนและยกร่อง	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
2. การปลูกมันสำปะหลัง	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
3. ค่าแรงงานในการดูแลรักษา										
3.1 ใส่ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยหมักผักตบชวา พร้อมกำจัดวัชพืช	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
3.2 กำจัดวัชพืช ครั้งที่ 2	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
4. การเก็บเกี่ยว										
- ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
5. ค่าวัสดุการเกษตร										
5.1 ค่าพันธุ์มันสำปะหลัง ระยะเวลา 72	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
5.2 ค่าปุ๋ยเคมี										
สูตร 46-0-0	-	372	372	372	372	372	372	372	372	372
สูตร 18-46-0	-	189	189	189	189	189	189	189	189	189
สูตร 0-0-60	-	-	108	216	432	864	-	-	-	-
5.3 ค่าปุ๋ยหมักผักตบชวา (กก.ละ 2 บาท)							640	1,280	2,560	5,120
รวมต้นทุนผันแปร	4,400	4,961	5,069	5,177	5,393	5,825	5,601	6,241	7,521	10,081
ผลผลิตต่อไร่ (ตัน)	5.47	5.85	5.92	6.16	6.35	6.71	6.35	6.72	6.50	6.61
ราคาผลผลิตต่อตัน (บาท)	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
มูลค่าผลผลิตต่อตัน (บาท)	13,128	14,040	14,208	14,784	15,240	16,104	15,240	16,128	15,600	15,864
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรต่อไร่ (บาท)	7,888	9,079	9,139	9,607	9,847	10,279	9,639	9,887	8,079	5,783
B/C ratio	1.79	1.83	1.80	1.86	1.83	1.76	1.72	1.58	1.07	0.57

ตารางภาคผนวกที่ 133 การประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในการปลูกมันสำปะหลัง โครงการวิจัยย่อยที่ 6

กิจกรรม	วิธีการที่ 1	วิธีการที่ 2	วิธีการที่ 3	วิธีการที่ 4	วิธีการที่ 5	วิธีการที่ 6	วิธีการที่ 7	วิธีการที่ 8	วิธีการที่ 9	วิธีการที่ 10
1.การเตรียมดิน										
1.1 ไถตะ	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
1.2 ไถพรวนและยกร่อง	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
2.การปลูก										
2.1 ปลูกมันสำปะหลัง	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
3.ค่าแรงงานในการดูแลรักษา										
3.1 ใส่ปุ๋ยเคมี/ปุ๋ยหมักผักตบชวา พร้อมกำจัดวัชพืช	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
3.2 กำจัดวัชพืช ครั้งที่ 2	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
4.การเก็บเกี่ยว										
4.1 ค่าแรงเก็บเกี่ยวผลผลิต	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
5.ค่าวัสดุการเกษตร										
5.1 ค่าปุ๋ยเคมี										
สูตร 46-0-0		305	305	305	305	305	305	305	305	305
สูตร 18-46-0		342	342	342	342	342	342	342	342	342
สูตร 0-0-60			109	218	436	872				
5.2 ค่าท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
5.3 ค่าปุ๋ยหมักผักตบชวา (กก.ละ 2 บาท)							640	1,280	2,560	5,120
รวมต้นทุนผันแปร (บาท)	3,000	3,647	3,756	3,865	4,083	4,519	4,287	4,927	6,207	8,767
ผลผลิตต่อไร่ (ตัน)	0.63	2.37	2.44	2.48	3.01	3.00	2.84	3.00	3.05	3.19
ราคาผลผลิตต่อตัน (บาท)	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700
มูลค่าผลผลิตต่อไร่ (บาท)	1,701	6,399	6,588	6,696	8,127	8,100	7,668	8,100	8,235	8,613
ต้นทุนการผลิตต่อตัน (บาท)	4,762	1,539	1,539	1,558	1,356	1,506	1,510	1,642	2,035	2,748
ผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรต่อไร่ (บาท)	-1,299	2,752	2,832	2,831	4,044	3,581	3,381	3,173	2,028	-154
B/C ratio	-0.27	1.79	1.84	1.82	2.98	2.38	2.24	1.93	1.00	-0.06

ภาพภาคผนวกที่ 1 โครงการวิจัยย่อยที่ 1 แปลงทดลอง ต.ชัยนาม อ.วังทอง จ.พิษณุโลก



ภาพภาคผนวกที่ 2 โครงการวิจัยย่อยที่ 2 แปลงทดลอง ต.วังพิรุณ อ.วังทอง จ.พิษณุโลก



ภาพภาคผนวกที่ 3 โครงการวิจัยย่อยที่ 3 แปลงทดลอง ต.ผักขวาง อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์



ภาพภาคผนวกที่ 4 โครงการวิจัยย่อยที่ 4 แปลงทดลอง ต.หนองโสน อ.สามง่าม จ.พิจิตร



ภาพภาคผนวกที่ 5 โครงการวิจัยย่อยที่ 5 แปลงทดลอง ต.ก่อเอ้ อ.เขื่องใน จ.อุบลราชธานี



ภาพภาคผนวกที่ 6 โครงการวิจัยย่อยที่ 6 แปลงทดลอง ต.บ้านค้อ อ.เมือง จ.ขอนแก่น

