

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดิน

ด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์

Response of Lemon Yield from Soil Management

Using Compost and Dolomite

โดย

นางสาวพิลาสลักษณ์ ลุ่นลิ้ว

นายพัฒน์พงษ์ เกิดหล้า

นางชุติมา จันทรเจริญ

นางทรายแก้ว อนากาศ

นายสาธิต กาละพวง

กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8

กรมพัฒนาที่ดิน

ตุลาคม 2559



ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน
วันที่ 07 ก.ย. 2560
เลขหมู่ 634.33
เลขทะเบียน 69245

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดิน

ด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์

Response of Lemon Yield from Soil Management
Using Compost and Dolomite

โดย

นางสาวพิลาสลักษณ์ ลุ่มลิว

นายพัฒน์พงษ์ เกิดหล้า

นางชุติมา จันทรเจริญ

นางทรายแก้ว อนากาศ

นายสาธิต กาละพวง

7 634.33

634.33

อนากาศ - ทรายแก้ว

กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8

กรมพัฒนาที่ดิน

ตุลาคม 2559

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญตารางภาคผนวก	ข
สารบัญภาพ	จ
บทคัดย่อ	1
หลักการและเหตุผล	2
วัตถุประสงค์	3
ขอบเขตการศึกษา	3
การตรวจเอกสาร	3
ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ	6
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	6
ผลการทดลองและวิจารณ์	9
สรุปผลการทดลอง	35
ประโยชน์ที่ได้รับ	36
ข้อเสนอแนะ	37
เอกสารอ้างอิง	38
ภาคผนวก	41

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สมบัติทางเคมีของดินก่อนดำเนินการทดลอง	9
2	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินหลังการทดลอง ปีที่ 1 2 และ 3	11
3	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังการทดลอง ปีที่ 1 2 และ 3	12
4	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการทดลอง ปีที่ 1 2 และ 3	14
5	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการทดลอง ปีที่ 1 2 และ 3	16
6	ความสูงของมะนาว ปีที่ 1	18
7	ความสูงของมะนาว ปีที่ 2	20
8	ความสูงของมะนาว ปีที่ 3	21
9	ความกว้างทรงพุ่มของมะนาว ปีที่ 1	24
10	ความกว้างทรงพุ่มของมะนาว ปีที่ 2	26
11	ความกว้างทรงพุ่มของมะนาว ปีที่ 3	28
12	ผลผลิตมะนาว ปีที่ 2	30
13	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ	32
14	รายละเอียดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ	33

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดลอง	42
2	พืชต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมีของดิน	42
3	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 1)	43
4	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 2)	43
5	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 3)	43
6	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ปีที่ 1)	44
7	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ปีที่ 2)	44
8	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ปีที่ 3)	44
9	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่ 1)	44
10	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่ 2)	45
11	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่ 3)	45
12	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่ 1)	45
13	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่ 2)	45
14	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่ 3)	46
15	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 1 เดือน	46
16	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 3 เดือน	46
17	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 5 เดือน	46
18	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 7 เดือน	47
19	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 9 เดือน	47
20	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 11 เดือน	47
21	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 13 เดือน	47
22	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 15 เดือน	48
23	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 17 เดือน	48

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
24	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 19 เดือน	48
25	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 21 เดือน	48
26	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 23 เดือน	49
27	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 25 เดือน	49
28	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 27 เดือน	49
29	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 29 เดือน	49
30	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 31 เดือน	50
31	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 33 เดือน	50
32	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 35 เดือน	50
33	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 5 เดือน	50
34	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 7 เดือน	51
35	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 9 เดือน	51
36	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 11 เดือน	51
37	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 13 เดือน	51
38	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 15 เดือน	52
39	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 17 เดือน	52
40	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 19 เดือน	52
41	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 21 เดือน	52
42	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 23 เดือน	53
43	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 25 เดือน	53
44	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 27 เดือน	53

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
45	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 29 เดือน	53
46	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 31 เดือน	54
47	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 33 เดือน	54
48	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 35 เดือน	54
49	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตมะนาว ปี 2555 (ปีที่ 2)	54

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสูงของมะนาวที่อายุต่าง ๆ	23
2	ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวที่อายุต่าง ๆ	29
3	ผลผลิตของมะนาว ปีที่ 2	31

ชื่อโครงการวิจัย	การตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดินด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์ Response of Lemon Yield from Soil Management Using Compost and Dolomite	
ทะเบียนวิจัยเลขที่	54-56-03-09-040000-022-102-03-11	
กลุ่มชุดดินที่	กลุ่มชุดดินที่ 15 (Soil group no. 15) ชุดดินหล่มสัก (Lom Sak Soil Series)	
ผู้ดำเนินการ	นางสาวพิลาสลักษณ์ ลุนลิ้ว	Miss Pilatluck Lunlio
ผู้ร่วมดำเนินการ	นายพัฒน์พงษ์ เกิดหล้า	Mr. Patpong Kirdlum
	นางชุตินา จันทร์เจริญ	Mrs. Chutima Chancharoen
	นางทรายแก้ว อนากาศ	Mrs. Saikaew Anakad
	นายสาธิต กาละพวก	Mr. Sathit Kalapuak

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดินด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์ในจังหวัดพิจิตร และการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินจากการใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยหมัก และโดโลไมท์ในพื้นที่จังหวัดพิจิตร ทำการทดลองที่ตำบลท่าบัว อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 สิ้นสุดเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCBD) จำนวน 7 ดำรับการทดลอง 3 ซ้ำ ประกอบด้วย ดำรับที่ 1 วิธีของเกษตรกร ดำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ดำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน ดำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ดำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ดำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และดำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

ผลการศึกษาพบว่า มะนาวมีอัตราการรอดตายเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ดำรับการทดลองที่ 7 ให้ผลผลิตมะนาวสูงที่สุดเท่ากับ 609.33 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินในปีที่ 1 2 และ 3 ภายหลังการทดลอง พบว่าดำรับการทดลองที่ 7 มีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินมีค่าสูงที่สุดทั้ง 3 ปี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.33 5.90 และ 6.20 สอดคล้องกับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avai. P) ดำรับการทดลองที่ 7 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงที่สุดในปีที่ 1-2 และสูงขึ้นอีกในปีที่ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30.00 22.33 และ 54.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Avai. K) ในดิน พบว่า ดำรับการทดลองที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุดคือ ดำรับที่ 4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 53.67 51.67 และ 91.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ นอกจากนี้ดำรับการทดลองที่ 7 ยังให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงที่สุด คือ มีมูลค่าผลผลิตและรายได้สุทธิเท่ากับ 24,373 และ 16,487 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

หลักการและเหตุผล

มะนาวจัดเป็นกลุ่มของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญต่อชีวิตประจำวันของคนไทยเป็นอย่างมาก จะเห็นได้จากการใช้มะนาวมาปรุงอาหารต่าง ๆ มากมายทุกวัน นอกจากการปรุงอาหารแล้ว น้ำมะนาวปรุงรสตั้มยังช่วยให้ร่างกายมีความรู้สึกสดชื่นยิ่งขึ้น แก้อาเจียนได้ดี ประโยชน์ของน้ำมะนาวเป็นที่รู้กันดีคือมีวิตามินซีสูงมาก รักษาโรคเลือดออกตามไรฟัน และมีสรรพคุณทางยานานัปการ มะนาวนอกจากจะนิยมใช้บริโภคกันภายในประเทศแล้ว ยังสามารถส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้อีกปีละหลายล้านบาท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552) แต่เนื่องจากในปัจจุบันอัตราการเพิ่มของประชากรและการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม ซึ่งมีการนำมะนาวมาใช้เป็นวัตถุดิบ ทำให้ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาไทยไม่ได้มีการส่งออกมะนาว เนื่องจากผลผลิตทั้งหมดใช้ในประเทศ ทั้งการบริโภคโดยตรงและใช้ในอุตสาหกรรม (ปรัชญา, 2548)

ประเทศไทยปลูกมะนาวได้ทุกภาค เนื่องจากเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ดีในดินเกือบทุกชนิด เช่น ดินเหนียว ดินทราย ดินปนทราย แม้กระทั่งดินลูกรัง แต่ต้องมีน้ำระบายได้ดี สภาพความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-6.0 (ปรัชญา, 2548) ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย (2547) รายงานว่า พื้นที่ปลูกมะนาวมีมากกว่า 140,000 ไร่ ผลผลิตมะนาวทั้งประเทศมีประมาณ 3 ล้านผล โดยแหล่งปลูกมะนาวของไทยกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ ส่วนใหญ่เป็นการปลูกเพื่อบริโภคภายในครัวเรือน เมื่อผลผลิตเหลือจากการบริโภคในครัวเรือนจึงนำมาขาย แต่ปริมาณความต้องการมะนาวอยู่ในเกณฑ์สูง และราคามะนาวอยู่ในเกณฑ์ดี จึงใจให้มีการปลูกมะนาวในเชิงการค้ามากขึ้น (ปรัชญา, 2548)

จังหวัดพิจิตร เป็นแหล่งปลูกมะนาวที่ใหญ่ที่สุดอีกแห่งหนึ่งของประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่จะปลูกในสภาพพื้นที่ดอนและมีการยกแปลงปลูกแบบลูกฟูก (ทวีศักดิ์, 2552) จากการสำรวจของส่วนวางแผนการใช้ที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 พบว่า พื้นที่ที่มีการปลูกมะนาวมากในจังหวัดพิจิตรมีหลายอำเภอด้วยกัน เช่น อำเภอโพทะเล อำเภอตะพานหิน และบางส่วนของอำเภอเมือง แต่เนื่องจากดินที่มีการปลูกมะนาวในจังหวัดพิจิตรนั้นส่วนใหญ่เป็นดินกรด ดินมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำหรือค่อนข้างต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) ทำให้ผลผลิตและคุณภาพที่ได้ของมะนาวต่ำลงไปด้วย เนื่องจากสภาพดินไม่เหมาะสม เกษตรกรส่วนใหญ่แก้ปัญหาโดยการใส่ปุ๋ยเคมีในปริมาณที่สูงเกินความต้องการของมะนาว ทำให้ดินเกิดปัญหาเสื่อมโทรม ประกอบกับจากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร พบว่ามะนาวที่ปลูกส่วนใหญ่ไม่ได้รับผลผลิตที่ดี เนื่องจากเกิดปัญหาโรครากเน่าโคนเน่า ทำให้มะนาวเกิดการยืนต้นตาย ทำให้เกษตรกรประสบปัญหาภาวะขาดทุน ซึ่งหากไม่ได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการดินที่ถูกต้องก็จะทำให้เกิดการสูญเสียรายได้ และเกิดความเสื่อมโทรมยิ่งขึ้นของทรัพยากรดิน ดังนั้นการศึกษาถึงการตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดินด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์ในจังหวัดพิจิตร จะทำให้ได้แนวทางในการจัดการดินที่เหมาะสมในพื้นที่ปลูกมะนาว ช่วยเกษตรกรแก้ไขปัญหาโรครากเน่าโคนเน่าของมะนาวในพื้นที่ ได้วิธีการในการผลิตมะนาวทั้งในด้านการลดต้นทุนการผลิต การเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมะนาว หรืออาจเน้นการผลิตที่ปลอดภัยต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม นำไปสู่ระบบการผลิตที่ยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสมบัติทางเคมีของดินจากการใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และโดโลไมท์ในพื้นที่จังหวัดพิจิตร
2. ศึกษาการตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดินด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์ในจังหวัดพิจิตร
3. ศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมะนาวที่ปลูกในแต่ละกรรมวิธี

ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาการตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดินด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์ในจังหวัดพิจิตร โดยดำเนินการทดลองร่วมกับเกษตรกรผู้ปลูกมะนาวในตำบลท่าบัว อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร เริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2556

การตรวจเอกสาร

มะนาว (Lime, Lemon) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus aurantifolia* (Christmann) Swing. (ปิยะ, 2544) เป็นพืชพื้นเมืองในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผู้คนในภูมิภาคนี้รู้จักและใช้ประโยชน์จากมะนาวมาช้านาน น้ำมะนาวนอกจากใช้ปรุงรสเปรี้ยวในอาหารหลายประเภทแล้ว ยังนำมาใช้เป็นเครื่องดื่ม ผสมเกลือ และน้ำตาล เป็นน้ำมะนาว ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีทั้งในประเทศไทย และต่างประเทศทั่วโลกโดยเฉพาะภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และภายหลังจากที่ประเทศไทยและจีนได้เจรจาเปิดเสรีการค้า (FTA) ก็ทำให้มีการแลกเปลี่ยนสินค้าระหว่างสองประเทศเพิ่มมากขึ้น สินค้าเกษตรของไทยที่มีโอกาสขยายตัวขึ้นก็คือ ลองกองและมะนาว โดยเฉพาะมะนาวกำลังเป็นที่ต้องการสูงในประเทศจีน มะนาวไทยที่ส่งไปขายประเทศจีนมีราคาสูงถึงผลละ 30 บาท (ปรัชญา, 2548) ซึ่งหากประเทศไทยสามารถผลิตมะนาวได้มากขึ้นก็จะทำให้มีโอกาสส่งออกมะนาวมากขึ้นด้วย

ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะนาวทั้งหมด 140,000 ไร่ ผลผลิตมะนาวทั้งประเทศมีประมาณ 3 ล้านผล โดยแหล่งปลูกมะนาวของไทยกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ แหล่งปลูกมะนาวแหล่งใหญ่ที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักกันดีในบ้านเรา คือ จังหวัดเพชรบุรีและสมุทรสาคร ซึ่งมีการปลูกมะนาวเพื่อสร้างรายได้มานาน แหล่งผลิตมะนาวแหล่งใหม่ที่มีการขยายตัวมากขึ้นจนกลายเป็นแหล่งผลิตใหญ่อีกหนึ่งแห่งหนึ่งในปัจจุบันนี้ คือ แหล่งผลิตในจังหวัดพิจิตร ที่มีการปลูกมะนาวกันมานานนับสิบปีมาแล้ว แต่เพิ่งมีการขยายพื้นที่มากจนทำให้เป็นแหล่งผลิตใหญ่ระดับประเทศเมื่อสัก 3-4 ปีมานี้ และพบว่าส่วนใหญ่แหล่งผลิตมะนาวในจังหวัดพิจิตรเป็นดินกรด (ปรัชญา, 2548)

ความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีผลกระทบต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร โดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และจุลธาตุ ดินที่เป็นกรดจะมีแคลเซียมและแมกนีเซียมค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้จะรวมถึงโพแทสเซียมด้วย ดินโดยทั่วไปจะมีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมอย่างเพียงพอเมื่อดินมี pH ระหว่าง 5.5 ถึง 8.5 แต่ถ้า pH ต่ำหรือสูงกว่านี้ พืชจะแสดงอาการขาดธาตุทั้งสองให้เห็น สภาพดินที่มี pH สูงกว่า 8.5 จะมีแคลเซียมต่ำ เพราะธาตุที่มีประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้จะเป็นโซเดียม ถ้าระดับธาตุโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากกว่า 40-50 เปอร์เซ็นต์แล้ว พืชอาจขาดแคลเซียมและแมกนีเซียมได้

เมื่อดินเป็นกรดมากๆ เหล็ก และอลูมิเนียมจะละลายน้ำได้มากขึ้น โดยเฉพาะอลูมิเนียมจะละลายน้ำได้มากขึ้นเมื่อ pH ต่ำกว่า 5.2 (Roy *et al.*, 1981) ทำให้ฟอสเฟตในดินถูกตรึงอยู่ในรูปเหล็กและอลูมิเนียมฟอสเฟต ซึ่งพืชเอาไปใช้ประโยชน์ได้ยาก เมื่อใส่ปุ๋ยลงไปในดินกรด ปุ๋ยส่วนใหญ่จะทำปฏิกิริยากับเหล็ก และอลูมิเนียมเสียหมด ทำให้เหลือส่วนที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลงระดับ pH 6.0-7.0 นับว่าเหมาะสมที่สุดสำหรับฟอสเฟตในดินที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ เพราะพืชดังกล่าวฟอสเฟตจะถูกตรึงน้อยที่สุด ถ้า pH สูงกว่า 7.0 ฟอสเฟตจะถูกตรึงเพราะทำปฏิกิริยากับแคลเซียม แมกนีเซียม และคาร์บอนเนตของธาตุทั้งสองด้วย (วิจิตร, 2552)

มาตรการจัดการเพื่อลดความเสียหายที่เกิดจากความรุนแรงของกรดในดินมีหลายแนวทาง ได้แก่ การใช้ปูน การจัดการอินทรีย์วัตถุ การเลือกชนิดและพันธุ์พืชที่ทนความเป็นกรด การปรับสภาพธาตุอาหารพืชในดินให้เพียงพอและมีประสิทธิภาพ การจัดการผิวหน้าดินให้เหมาะสมปรับปรุงสภาพแวดล้อมของดินรอบๆ รากพืชได้ชั้นไพลพรวนให้เหมาะสม เป็นต้น แนวทางที่เกษตรกรสามารถนำมาใช้และง่ายต่อการปฏิบัติ คือ การใส่วัสดุปรับปรุงดิน เช่น วัสดุปูน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ร่วมกันระหว่างวัสดุปูนกับปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งจะช่วยยกระดับปฏิกิริยาของดิน (pH) ให้สูงขึ้น และไม่แปรปรวนเมื่อเข้าสู่ช่วงแล้ง (เจริญ และคณะ, 2540)

การใช้ปูนแก้ปัญหาดินกรดเป็นวิธีการแรกเริ่ม และถือเป็นวิธีทางเกษตรกรรมในการปรับปรุงดินกรด ประโยชน์ของการใช้ปูนในดินกรด กล่าวอย่างกว้างๆ เป็น 3 ทางด้วยกัน คือ 1) ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น ดินเป็นกรดที่มีเนื้อหยาบเกินไปหรือเหนียวเกินไป เมื่อได้รับการปรับ pH ให้สูงขึ้นมักจะมีสมบัติทาง granulation หรือ crumb structure ดีขึ้น ส่งผลถึงสมบัติในทางอุ้มน้ำของดินดีขึ้นด้วย 2) ปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินให้ดีขึ้น ดินที่มีระดับ pH ต่ำกว่า 5.0 ถือว่ามีระดับความเป็นกรดอย่างมาก เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของพืช เมื่อใส่ปูนจนถึง pH ที่เหมาะสม สมบัติทางเคมีของดินหลายประการจะเปลี่ยนแปลงด้วย อาทิ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนของดินจะลดลง ระดับของเหล็ก อลูมิเนียม และแมงกานีสที่ละลายอยู่ในสารละลายดินจะลดลง ระดับของฟอสฟอรัสและโมลิบดีนัมในดินที่พืชสามารถใช้เป็นประโยชน์ได้มีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น ระดับของแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้จะสูงขึ้น เพิ่ม CEC ของดินโดยเฉพาะดินที่มีชนิดของดินเหนียวเป็นประเภท pH-dependent charge จึงเป็นการลดการสูญเสียแคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และแอมโมเนียมโดยการชะล้าง และ 3) ปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดินให้ดีขึ้น ดินที่เป็นกรดมากๆ กิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์จะถูกจำกัด pH ที่เหมาะสมต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในดิน คือ เป็นกรดอ่อนหรือเป็นกลาง ดังนั้นเมื่อใส่ปูนลงไปในดินที่เป็นกรด จึงมีผลช่วยให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์นั้นดีขึ้นด้วย มีการเกิด การเน่าเปื่อยผุพังของอินทรีย์วัตถุในดิน เช่น aminization, ammonification และ nitrification ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชก็就会被ปลดปล่อยออกมา นอกจากนั้นขบวนการ nitrogen fixation ทั้งพวก symbiotic และ non symbiotic จะดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อระดับ pH ของดินเป็นกรดอย่างอ่อนถึงปานกลาง (เจริญ และคณะ, 2540)

โดโลไมท์ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า แคลเซียมแมกนีเซียมคาร์บอนเนต ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) ช่วยในการปรับค่าความสมดุลของดินและน้ำให้มีความปกติ การใส่โดโลไมท์เป็นการแก้ปัญหาเพื่อลดระดับความรุนแรงของกรดในดินและน้ำ ทำให้ธาตุอาหารพืชละลายได้ดี ช่วยเพิ่มธาตุอาหารแคลเซียมและ

แมกนีเซียมให้แก่พืช ช่วยในการแบ่งเซลล์พืช เร่งการเจริญเติบโต ทำให้พืชแข็งแรง มีความต้านทานโรคสูง ช่วยในการปรับปรุงบำรุงดินทำให้โครงสร้างดินดี ร่วนซุย มีรูพรุนให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก วิธีการและอัตราการใส่โดโลไมท์สำหรับไม้ยืนต้นและไม้ผลให้รองกันหลุมประมาณ 2-3 ชีด ถ้าพืชอายุ 1-5 ปีให้ใส่ประมาณ 1-2 กิโลกรัม และสำหรับไม้ผลที่ออกผลแล้วและไม้ผลที่มีปัญหาให้ใส่ตามอายุ อัตราส่วน 1 ปีต่อ 1 กิโลกรัม (ปิยะ, 2556)

ปุ๋ยหมักเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการปรับปรุงสภาพหรือลักษณะของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ช่วยทำให้ดินนั้นมีสภาพร่วนซุยมากขึ้น ไม่อัดตัวกันแน่นทึบ ทำให้ดินมีสภาพการระบายน้ำ ระบายอากาศดีขึ้น ช่วยลดการแพร่กระจายของเชื้อโรค ทั้งยังช่วยให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำ รากพืชเจริญเติบโตได้รวดเร็ว แข็งแรง แตกแขนงได้มาก มีระบบรากที่สมบูรณ์ ดูดซับแร่ธาตุอาหารหรือน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ปุ๋ยหมักยังสามารถช่วยปรับปรุงลักษณะดินในแง่อื่น ๆ อีก เช่น ช่วยลดการจับตัวเป็นแผ่นแข็งของหน้าดิน ทำให้การงอกของเมล็ดหรือการซึมของน้ำลงไปในดินสะดวกขึ้น ช่วยลดการไหลบ่าของน้ำเวลาฝนตก เป็นการลดการพัดพาหน้าดินที่อุดมสมบูรณ์ไป ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งแร่ธาตุอาหารที่จะปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาให้แก่พืชอย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอ การใช้ปุ๋ยหมักมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อปรับปรุงสภาพของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ควรใส่ปุ๋ยหมักในปริมาณที่มากเพียงพอและสม่ำเสมอ สำหรับอัตราการใส่ปุ๋ยหมักในไม้ผลหรือไม้ยืนต้นนั้น ถ้าใช้ในการเตรียมหลุมปลูกควรขุดหลุมให้ลึก แล้วใส่ปุ๋ยหมัก 1 ส่วนผสมคลุกเคล้ากับดินที่ขุดจากหลุม 2-3 ส่วน ใส่กลับลงไปในหลุมเพื่อใช้ปลูกพืชต่อไป ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักสำหรับไม้ผลที่เจริญเติบโตแล้วอาจทำได้โดยการพรวนดินรอบ ๆ ต้น ห่างจากโคนต้นประมาณ 2-3 ฟุต ออกไปจนถึงนอกทรงพุ่มของต้นประมาณ 1 ฟุต พรวนดินให้ลึกประมาณ 2 นิ้ว โรยปุ๋ยหมักให้หนาประมาณ 1 นิ้ว หรือมากกว่า ใช้จอบผสมคลุกเคล้าให้เข้ากับดิน แล้วรดน้ำหรือจะใช้น้ำฉีดรดรอบ ๆ ทรงพุ่มของต้นให้ลึกประมาณ 30-50 เซนติเมตร แล้วใส่ปุ๋ยหมักลงไปในรอบประมาณ 40-50 กิโลกรัมต่อต้น ใช้ดินกลบแล้วรดน้ำ ซึ่งการใส่ปุ๋ยหมักตามวิธีดังกล่าวนี้เป็นการใส่ปีละครั้ง และเมื่อต้นไม้มีขนาดโตขึ้นก็ควรเพิ่มปริมาณปุ๋ยหมักตามขนาดของต้นไม้ด้วย (ขวลิต, 2552) สำหรับคำแนะนำในการให้ปุ๋ยพืชตระกูลส้ม จากเกษตรดีที่เหมาะสมหรือ GAP ของกรมวิชาการเกษตร แนะนำว่าควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต้นละ 10-20 กิโลกรัม สำหรับปีแรก และ 20-50 กิโลกรัม สำหรับปีที่ 2-4 โดยใส่ปีละครั้งช่วงปลายฤดูฝน (วิจิตร, 2552)

สารเร่งชูเปอร์ พด. 3 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีความสามารถควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช โดยมีคุณสมบัติเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อสาเหตุโรคพืชในดิน มีความสามารถป้องกันหรือยับยั้งการเจริญหรือการระบาดของเชื้อโรคพืชที่ทำให้เกิดอาการรากเน่าโคนเน่าของพืช โดยวิธีการแข่งขันการใช้อาหารเพื่อการเจริญได้ดีกว่าเชื้อโรคพืช หรือการเข้าทำลายเซลล์ของเชื้อโรคพืชโดยตรง และหรือการสร้างสารปฏิชีวนะยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคพืช และแปรสภาพแร่ธาตุในดินบางชนิดให้เป็นประโยชน์ต่อพืช ประกอบด้วยเชื้อไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* spp.) และบาซิลลัส (*Bacillus* spp.) สำหรับส่วนผสมในการขยายเชื้อสารเร่งชูเปอร์ พด. 3 ได้แก่ ปุ๋ยหมัก 100 กิโลกรัม รำข้าว 1 กิโลกรัม และสารเร่งชูเปอร์ พด. 3 จำนวน 1 ชอง (25 กรัม) ทำการขยายเชื้อสารเร่งชูเปอร์ พด. 3 โดยผสมสารเร่งชูเปอร์ พด. 3 ในน้ำ 5 ลิตร คนให้เข้ากันนาน 5 นาที แล้วรดสารเร่งชูเปอร์ พด. 3 ลงในกองปุ๋ยหมักและรำข้าวที่เตรียมไว้ คลุกเคล้าให้เข้ากัน ตักกองปุ๋ยหมักเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้มีความสูง

50 เซนติเมตร และใช้วัสดุคลุมกองปุ๋ย เพื่อรักษาความชื้นให้ได้ 60-70 เปอร์เซ็นต์ กองปุ๋ยหมักให้อยู่ในที่ร่มเป็นเวลา 7 วัน สังเกตจากลักษณะสเปร์และเส้นใยสีเขียวเจริญบนกองปุ๋ยหมัก จึงนำไปใส่ในที่เพาะปลูกได้ โดยระวังไม่ให้มีน้ำท่วมขังในพื้นที่เพาะปลูก อัตราที่เหมาะสมที่แนะนำให้ใช้สำหรับไม้ผลหรือไม้ยืนต้น คือจำนวน 6 กิโลกรัมต่อต้นโดยการหว่านให้ทั่วภายใต้ทรงพุ่ม และถ้ากรณีเตรียมหลุมปลูก แนะนำให้คลุกเคล้ากับดินในหลุม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

จากรายงานผลการศึกษาดำเนินการจัดการชุดดินเชิงราย เพื่อการปลูกข้าวในภาคเหนือของประเทศไทย พบว่า ผลการทดลองพบว่า การปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 1 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ อัตรา 1 ตันต่อไร่ มีแนวโน้มทำให้ข้าว กข. 6 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 639 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกข้าวโดยไม่ใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยคอก อัตรา 1 ตันต่อไร่ การใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ หรือการใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ อัตรา 1 ตันต่อไร่ แต่ผลผลิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวในที่สุดท้าย พบว่า ค่า pH ของดินในวิธีการที่มีการใส่ปุ๋ยโดโลไมท์เพิ่มขึ้นจาก 4.3 เป็น 6.0-6.1 ส่วนในวิธีการอื่นๆ ค่า pH เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินทุกวิธีการมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (นคร, 2541)

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาการดำเนินการ	เริ่มต้น	เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553
	สิ้นสุด	เดือนกันยายน พ.ศ. 2556

สถานที่ดำเนินการ

1. สถานที่ตั้ง บ้านท่าบัว หมู่ 6 ตำบลท่าบัว อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร
พิกัดแปลง 1778451N 637767E

2. สภาพพื้นที่ (Site Characterization)

แปลงทดลองอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 15 จัดเป็นชุดดินหล่มสัก (Lom Sak Series) มีสภาพพื้นที่ราบเรียบ การระบายน้ำค่อนข้างเร็ว การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า มีน้ำขังเหนือผิวดินประมาณ 4-5 เดือนในฤดูฝน เป็นดินสีเทา ลักษณะเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง สีน้ำตาลเข้ม ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัด (pH 5.4) ส่วนดินล่างเป็นดินร่วนปนทรายแป้งถึงดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง สีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลเข้ม มีจุดประสีแดงปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 6.5-8.0)

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

1. อุปกรณ์

- 1.1 ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 13-13-21 และ 46-0-0
- 1.2 ปุ๋ยหมัก
- 1.3 ปุ๋ยโดโลไมท์
- 1.4 สารเร่ง พด. 3
- 1.5 กิ่งพันธุ์มะนาว พันธุ์แป้นรำไพ
- 1.6 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน

- 1.7 เครื่องซัง
- 1.8 ไม้วัดความสูง
- 1.9 ถังพลาสติก
- 1.10 สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช

2. วิธีดำเนินการ

2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCBD) จำนวน 7 ดำรับการทดลอง 3 ซ้ำ ตามดำรับการทดลองดังนี้

ดำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร

ดำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

ดำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน

ดำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

ดำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

ดำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

ดำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

2.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

1. สำรวจพื้นที่ตามกลุ่มชุดดินที่กำหนด คือกลุ่มดินชุดที่ 15 ในจังหวัดพิจิตร
2. คัดเลือกพื้นที่ปลูกมะนาวในพื้นที่เกษตรกรจังหวัดพิจิตร
3. ประสานกับเกษตรกรที่ร่วมโครงการวิจัย ถ่ายทอดความรู้ให้เกษตรกรที่ร่วมโครงการวิจัยทราบถึงหลักการเหตุผลที่ทำการวิจัย

4. เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน จำนวน 1 ตัวอย่างต่อซ้ำ ทั้งหมดจำนวน 3 ซ้ำ

5. วิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ปริมาณความต้องการปุ๋ยของดิน (Lime requirement) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avai. P) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Avai. K)

6. เตรียมปุ๋ย และวัสดุปรับปรุงดินที่ใช้ในการทดลอง คือ ปุ๋ยเคมี (ตามค่าวิเคราะห์ดิน) ปูนโดโลไมท์ (ตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน) ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3

7. ปลูกมะนาว โดยใช้ตัวอย่างจำนวน 210 ต้น (7 ดำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ใช้ตัวอย่างจำนวน 10 ต้นต่อดำรับการทดลอง) ระยะปลูกระหว่างแถว 5 เมตร ระหว่างต้น 4 เมตร

8. ใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยหมัก และโดโลไมท์ตามตำราการทดลอง ดังนี้

8.1 ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร ได้แก่ สูตร 15-15-15 อัตรา 300 กรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่ปีละ 2 ครั้ง ครั้งละ 150 กรัมต่อต้น) (0.05-0.05-0.05 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อต้นต่อปี)

8.2 ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ได้แก่

- ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 1.7 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่ปีละ 2 ครั้ง ครั้งละ 850 กรัมต่อต้น) ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 400 กรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่ปีละ 2 ครั้ง ครั้งละ 200 กรัมต่อต้น) (0.40-0.22-0.36 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อต้นต่อปี)

- ตำรับที่ 3-7 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 850 กรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่ปีละ 2 ครั้ง ครั้งละ 425 กรัมต่อต้น) ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 200 กรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่ปีละ 2 ครั้ง ครั้งละ 100 กรัมต่อต้น) (0.20-0.11-0.18 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อต้นต่อปี)

8.3 โดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปูนของดินเท่ากับ 392 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ขณะเตรียมดินในปีแรก

8.4 ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด.3

- ตำรับที่ 4 และ 6 แบ่งปุ๋ยหมักใส่ปีละ 2 ครั้ง ครั้งละ 12.5 กิโลกรัมต่อต้น
- ตำรับที่ 5 และ 7 แบ่งปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด.3 ใส่ปีละ 2 ครั้ง ครั้งละ 3 กิโลกรัมต่อต้น

ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดลอง แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 1

9. การดูแลรักษา สุ่มแปลง และกำจัดวัชพืชอย่างสม่ำเสมอ

10. เก็บตัวอย่างดินเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติเคมีของดินทุกปี

11. การบันทึกข้อมูล

11.1 ข้อมูลดิน ได้แก่ สมบัติทางเคมีของดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินแบบทำลายโครงสร้างดิน ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตรจากผิวดิน เพื่อหาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โดยใช้เครื่องมือวัดพีเอชดิน (pH meter) วัดที่อัตราส่วนดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 (Peech, 1965) ปริมาณความต้องการปูนของดิน (Lime requirement) ด้วยวิธีการ Woodruff buffer (Woodruff, 1948) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ด้วยวิธีการ Walkley and Black (Walkley and Black, 1947) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avai. P) ด้วยวิธีการ Bray II (Bray and Kurtz, 1945) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Avai. K) โดยการสกัดด้วย 1 N NH₄OAc pH 7 (Jackson, 1958)

11.2 ข้อมูลพืช เก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของมะนาว ได้แก่ ความสูง ความกว้างของทรงพุ่ม ผลผลิตต่อพื้นที่ และอัตราการรอดตายของมะนาว

12. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีทางสถิติ (ANOVA: Analysis of Variance) และหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาการตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดินด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์ จังหวัดพิจิตร ปรากฏผลดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน

1.1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินก่อนดำเนินการทดลอง พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 5.40 มีความเป็นกรดจัด (Strongly acid) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) มีค่าเท่ากับ 0.27 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับต่ำมาก (Very low) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avai. P) มีค่าเท่ากับ 11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับปานกลาง (Moderate) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Avai. K) มีค่าเท่ากับ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำมาก (Very low) (เอิบ, 2552; Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993) ดังแสดงในตารางที่ 1 และตารางภาคผนวกที่ 2

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมีของดินก่อนดำเนินการทดลอง

สมบัติของดิน	ผลการวิเคราะห์
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	5.40
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)	0.27
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg kg ⁻¹)	11.00
ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg kg ⁻¹)	20.00

1.2 สมบัติทางเคมีของดินภายหลังทำการทดลอง

ทำการเก็บตัวอย่างดินแบบทำลายโครงสร้างดิน (Disturbed Soil Samples) ทุกปีตลอด 3 ปีทำการทดลอง เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Avai. P) และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (Avai. K) ผลการวิเคราะห์ดินเป็นดังนี้

1.2.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน

ในปีที่ 1 (พ.ศ. 2554) พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 5.53-6.33 ดำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปูนของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงที่สุด คือเท่ากับ 6.33 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการทดลอง ดำรับการทดลองที่ตัวอย่างดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าเท่ากับ 5.53 (ตารางที่ 2 และตารางภาคผนวกที่ 3)

ในปีที่ 2 (พ.ศ. 2555) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 5.27-5.90 ดำรับการทดลองที่ 7 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงที่สุด คือเท่ากับ 5.90 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการทดลองที่ 2 3 4 และ 5 ซึ่งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 5.27 5.50 5.43 และ 5.60 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับการทดลองที่ 1 และ 6 ซึ่งมีค่าความเป็นกรดเป็น

ต่างเท่ากับ 5.80 และ 5.77 ดำรับการทดลองที่ตัวอย่างดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 5.27 (ตารางที่ 2 และตารางภาคผนวกที่ 4)

ในปีที่ 3 (พ.ศ. 2556) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในปีที่ 3 ของการทดลองอยู่ในช่วง 5.17-6.20 ดำรับการทดลองที่ 7 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงที่สุด คือเท่ากับ 6.20 รองลงมา ได้แก่ ดำรับการทดลองที่ 1 6 และ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.17 6.03 และ 5.97 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการทดลองที่ 2 4 และ 5 ซึ่งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 5.17 5.47 และ 5.27 ตามลำดับ ดำรับการทดลองที่ตัวอย่างดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 5.17 เช่นเดียวกับปีที่ 1 และ 2 (ตารางที่ 2 และตารางภาคผนวกที่ 5) สอดคล้องกับการทดลองของ ปฏิภาณ (2555) ซึ่งได้ทำการทดลองการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการธาตุอาหารลำไยอินทรีย์ เพื่อทดสอบความเป็นกรดเป็นด่างในดินหลังการใส่มูลค่างควในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่สองครั้ง) และโดโลไมท์ในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่สองครั้ง) พบว่า ดำรับการทดลองที่มีการใส่โดโลไมท์มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ เท่ากับ 7.03 สูงกว่าการไม่ใส่วัสดุอินทรีย์และการใส่มูลค่างคว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.40 และ 6.60 ตามลำดับ

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าดำรับการทดลองที่ 7 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงที่สุดตลอดทั้ง 3 ปีของการทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากโดโลไมท์มีสมบัติเหมาะสมโดยตรงต่อการลดความเป็นกรดของดินที่มีฤทธิ์เป็นกรดมากเกินไป ทั้งนี้เพราะอิทธิพลของแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) และแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) ที่มีในวัสดุปูนช่วยทำให้ดินกรดมีระดับความรุนแรงของความเป็นกรดน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดสภาพกรดแฝง (potential acidity) ของดินให้น้อยลง และดินจึงมีระดับ pH สูงขึ้น (ปิยะ, 2556)

1.2.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM)

ในปีที่ 1 (พ.ศ. 2554) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในช่วง 0.18-0.19 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในปีที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดำรับการทดลองที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.19 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดำรับการทดลองที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.18 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3 และตารางภาคผนวกที่ 6)

ในปีที่ 2 (พ.ศ. 2555) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในช่วง 0.17-0.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในปีที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดำรับการทดลองที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน ส่วนดำรับการทดลองที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 1 เช่นเดียวกัน ซึ่งมีค่าเพียง 0.17 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3 และตารางภาคผนวกที่ 7)

ตารางที่ 2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินหลังการทดลอง ปีที่ 1 2 และ 3

ตำรับการทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH 1:1)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร	5.73bc	5.80ab	6.17a
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	5.53c	5.27e	5.17b
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน	5.93b	5.50cde	5.97a
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	5.83bc	5.43de	5.47b
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	5.77bc	5.60bcd	5.27b
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดินและปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	6.03b	5.77abc	6.03a
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดินและปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	6.33a	5.90a	6.20a
F-test	**	**	**
CV (%)	2.85	2.76	3.16

หมายเหตุ ** หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ในปีที่ 3 (พ.ศ. 2556) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในช่วง 0.19 -0.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในปีที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกันกับปีที่ 1 และ 2 ตำรับการทดลองที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด.3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ส่วนตำรับการทดลองที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 0.19 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3 และตารางภาคผนวกที่ 8)

จะเห็นว่าจากการทดลองตลอดทั้ง 3 ปี ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในแต่ละตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในพิสัยที่ต่ำมาก (Very low) ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ 2

ตารางที่ 3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินหลังการทดลอง ปีที่ 1 2 และ 3

ตำรับการทดลอง	ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร	0.18	0.17	0.19
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	0.18	0.19	0.19
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน	0.18	0.22	0.19
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมัก อัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	0.19	0.21	0.21
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	0.18	0.19	0.22
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดินและปุ๋ย หมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	0.17	0.19	0.20
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ย หมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อ ต้นต่อปี	0.18	0.20	0.19
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	3.61	11.01	13.04

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

1.2.3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

ในปีที่ 1 (พ.ศ. 2554) พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าอยู่ในช่วง 9.67-30.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือ เท่ากับ 30.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับทุกตำรับการทดลอง ตำรับการทดลองที่ตัวอย่างดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าเท่ากับ 9.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4 และตารางภาคผนวกที่ 9)

ในปีที่ 2 (พ.ศ. 2555) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าอยู่ในช่วง 6.00 -22.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 7 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือ เท่ากับ 22.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับทุกตำรับการทดลอง ตำรับการทดลองที่ตัวอย่างดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการ

ทดลองที่ 2 เช่นเดียวกันกับปีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 6.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4 และตารางภาคผนวกที่ 10)

จากผลการทดลองในปีที่ 1 และปีที่ 2 จะเห็นได้ว่าค่าการทดลองที่ 7 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงที่สุดสอดคล้องกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่สูงที่สุดด้วยการทดลองนี้ยังสอดคล้องกับ ปฏิภาณ (2555) ซึ่งได้ทำการทดลองการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการธาตุอาหารลำไยอินทรีย์ เพื่อทดสอบความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน หลังการโดโลไมท์ในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี (แบ่งใส่สองครั้ง) พบว่า การใส่โดโลไมท์ในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าการไม่ใส่โดโลไมท์ ทั้งนี้ สุรชัย และคณะ (2535) ได้กล่าวไว้ว่า ผลของการใช้ปูนนอกจากจะให้ธาตุแคลเซียมกับพืชแล้ว ยังช่วยป้องกันการเป็นพิษของอะลูมิเนียมโดยการทำให้เกิดการตกตะกอน และเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสให้แก่พืชได้อีกด้วย นอกจากนี้ เกษม และคณะ (2527) กล่าวว่า การใส่ปูนช่วยในการปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดิน กล่าวคือ ทำให้ฟอสฟอรัสในดินกรดอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ได้ เพราะในดินกรดจัดเหล็กและอะลูมิเนียมละลายได้ดี จึงตรึงฟอสฟอรัสอยู่ในรูปเหล็กฟอสเฟตและอะลูมิเนียมฟอสเฟต เมื่อใส่ปูนลงไปจะลดการละลายของเหล็กและอะลูมิเนียมลง ทำให้ฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์กับพืชมากขึ้น

ในปีที่ 3 (พ.ศ. 2556) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าอยู่ในช่วง 34.33 - 79.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด.3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงที่สุด คือเท่ากับ 79.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการทดลองที่ 1 2 3 และ 7 ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 56.67 34.33 39.67 และ 54.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับการทดลองที่ 4 และ 6 ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 68.67 และ 63.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าการทดลองที่ตัวอย่างดินมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ค่าการทดลองที่ 2 ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 34.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4 และตารางภาคผนวกที่ 11)

1.2.4 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K)

ในปีที่ 1 (พ.ศ. 2554) พบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าอยู่ในช่วง 27.33-53.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินในปีที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าการทดลองที่ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ ค่าการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 53.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนค่าการทดลองที่ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ค่าการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 27.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 5 และตารางภาคผนวกที่ 12)

ตารางที่ 4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการทดลอง ปีที่ 1 2 และ 3

ตำรับการทดลอง	Avai. P (mg kg ⁻¹)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร	12.67bc	9.67de	56.67bc
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	9.67c	6.00f	34.33d
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน	14.00bc	7.33ef	39.67cd
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	15.00b	13.33c	68.67ab
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	12.67bc	11.00cd	79.00a
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	15.33b	16.00b	63.33ab
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	30.00a	22.33a	54.67bc
F-test	**	**	**
CV (%)	17.00	11.63	18.69

หมายเหตุ ** หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.01)

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ในปีที่ 2 (พ.ศ. 2555) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าอยู่ในช่วง 23.00-51.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 4 มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงสุดเท่ากับ 51.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับตำรับการทดลองที่ 1 2 และ 5 ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 23.00 30.00 และ 37.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 3 6 และ 7 ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 46.67 48.00 และ 48.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่ตัวอย่างดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 23.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 5 และตารางภาคผนวกที่ 13)

ในปีที่ 3 (พ.ศ. 2556) ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าอยู่ในช่วง 61.00-91.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตำรับการทดลองที่ 4 มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงสุดเท่ากับ 91.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ

ตำรับการทดลองที่ 1 2 3 และ 7 ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 68.33 61.00 70.67 และ 66.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 5 และ 6 ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 82.00 และ 81.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ตำรับการทดลองที่ตัวอย่างดินมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 61.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 5 และตารางภาคผนวกที่ 14)

จากการทดลองแม้ว่าในปีที่ 1 ยังไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในแต่ละตำรับการทดลอง แต่ในปีที่ 2 และ 3 พบว่า ตำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ทำให้มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากตำรับการทดลองที่ 4 เป็นตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักในปริมาณที่มากที่สุด คืออัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งไม่แตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 6 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปูนของดินและการใส่ปุ๋ยหมักในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปีเช่นเดียวกัน ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดลอง พบปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในปริมาณที่สูงที่สุด กล่าวคือ มีปริมาณเท่ากับ 1.92 เปอร์เซ็นต์ (ตารางภาคผนวกที่ 1) จึงทำให้ตำรับการทดลองที่ 4 มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุดด้วย

ตารางที่ 5 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินหลังการทดลอง ปีที่ 1 2 และ 3

ดำรับการทดลอง	Avai. K (mg kg ⁻¹)		
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3
ดำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร	27.33	23.00d	68.33bc
ดำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	34.67	30.00c	61.00c
ดำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน	39.00	46.67a	70.67bc
ดำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	53.67	51.67a	91.00a
ดำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	37.00	37.33b	82.00ab
ดำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	41.00	48.00a	81.00ab
ดำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	49.00	48.00a	66.00bc
F-test	ns	**	*
CV (%)	24.87	7.67	12.38

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

** หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

2. การเจริญเติบโตและผลผลิตมะนาว

งานวิจัยนี้ทำการทดลองเป็นเวลา 3 ปี คือตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2556 โดยใช้มะนาวพันธุ์แป้นรำไพ มีการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ อัตราการรอดตายของมะนาว ความสูงและความกว้างทรงพุ่มของมะนาว ซึ่งจะมีการเก็บข้อมูลทุกเดือนแต่ในที่นี้จะแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสูงและความกว้างทรงพุ่มของมะนาวทุก 2 เดือน ส่วนข้อมูลผลผลิตมะนาว ซึ่งสามารถเก็บผลผลิตได้เพียงบางส่วนในปีที่ 2 สำหรับในปีที่ 3 เกิดการระบาดของโรคแคงเกอร์ ทำให้ผลผลิตมะนาวซึ่งใกล้เก็บเกี่ยวร่วงเสียหายทั้งแปลงจึงไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ ดังนั้นจึงแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะปีที่ 2 ดังนี้

2.1 อัตราการรอดตายของมะนาว

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในอำเภอฟะนัง จังหวัดพิจิตร ก่อนทำการทดลองพบว่า แปลงมะนาวของเกษตรกรในพื้นที่ มีการระบาดของโรครากเน่าโคนเน่า พบว่าผิวเปลือกบริเวณโคนต้นมีอาการฉ่ำน้ำและมียางสีน้ำตาลเข้มไหลออกมา ต่อมาต้นจะทรุดโทรม เหี่ยว ใบร่วง และยืนต้นตายในที่สุด เมื่อทำการทดลองจึงได้มีการเก็บข้อมูลอัตราการรอดตายของมะนาวเพื่อตรวจสอบการระบาดของโรครากเน่าโคนเน่า พบว่า มะนาวมีอัตราการรอดตายเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ตลอดทั้งสามปีของการทดลอง จึงสรุปได้ว่าในฤดูกาลปลูกนี้มะนาวไม่ได้รับผลกระทบจากโรครากเน่าโคนเน่า

2.2 ความสูงของมะนาว

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความสูงของมะนาวในปีที่ 1 (ปี พ.ศ. 2554) พบว่า

เดือนที่ 1 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 41.67-52.33 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 52.33 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปูนของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 41.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 6 และตารางภาคผนวกที่ 15)

เดือนที่ 3 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 43.00-57.67 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 6 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปูนของดิน และปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีค่าเท่ากับ 57.67 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าเท่ากับ 43.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 6 และตารางภาคผนวกที่ 16)

เดือนที่ 5 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 53.67-63.67 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 63.67 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าเท่ากับ 53.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 6 และตารางภาคผนวกที่ 17)

เดือนที่ 7 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 59.33-68.33 เซนติเมตร ทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 68.33 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด.3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 59.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 6 และตารางภาคผนวกที่ 18)

เดือนที่ 9 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 70.67-101.67 เซนติเมตร ความสูงของมะนาวที่อายุ 9 เดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาว

สูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 101.67 เซนติเมตร รองลงมาคือ ดำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 95.00 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 70.67 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 6 และตารางภาคผนวกที่ 19)

เดือนที่ 11 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 75.67-124.67 เซนติเมตร ความสูงของมะนาวที่อายุ 11 เดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 124.67 เซนติเมตร รองลงมาคือ ดำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 120.33 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 75.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 6 และตารางภาคผนวกที่ 20)

ความสูงของมะนาวในปีที่ 1 เมื่อมะนาวอายุ 9-11 เดือน พบว่า ดำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลทำให้ต้นมะนาวสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เนื่องจากในปีที่ 1 เป็นช่วงแรกของการเจริญเติบโตของมะนาว มีการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 ในอัตรา 1.7 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งเป็นปริมาณที่มากที่สุดเมื่อเทียบกับดำรับการทดลองอื่น ๆ ที่มีการใส่เพียงครึ่งหนึ่งเท่านั้น จึงทำให้มะนาวที่ปลูกตามดำรับการทดลองที่ 2 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด และสูงที่สุดในช่วงปีแรก ดังแสดงในภาพที่ 1

ตารางที่ 6 ความสูงของมะนาว ปีที่ 1

ดำรับที่	ความสูง (cm.)					
	อายุ 1 เดือน	อายุ 3 เดือน	อายุ 5 เดือน	อายุ 7 เดือน	อายุ 9 เดือน	อายุ 11 เดือน
1	51.67	52.00	63.67	67.00	78.67bc	120.33ab
2	52.33	55.67	63.00	68.33	101.67a	124.67a
3	49.67	51.33	59.33	65.00	78.00bc	92.67d
4	47.00	51.67	63.33	64.00	95.00ab	100.00cd
5	46.00	51.67	61.00	65.00	72.00c	75.67e
6	52.33	57.67	63.33	66.33	70.67c	106.33cd
7	41.67	43.00	53.67	59.33	73.00c	110.00bc
F-test	ns	ns	ns	ns	**	**
CV (%)	12.33	12.78	11.09	15.02	11.45	7.09

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความสูงของมะนาวในปีที่ 2 (ปี พ.ศ. 2555) พบว่า

เดือนที่ 13 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 77.67-128.33 เซนติเมตร ความสูงของมะนาวที่อายุ 13 เดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ดำรับการทดลองที่มีความสูงของ

มะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 128.33 เซนติเมตร รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 127.67 และ 122.00 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 77.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 7 และตารางภาคผนวกที่ 21)

เดือนที่ 15 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 95.67-144.67 เซนติเมตร ความสูงของมะนาวที่อายุ 15 เดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 144.67 เซนติเมตร รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 7 4 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 141.67 141.33 และ 137.00 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด.3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ทำให้มะนาวมีความสูงเพียง 95.67 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 7 และตารางภาคผนวกที่ 22)

เดือนที่ 17 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 104.33-170.33 เซนติเมตร ความสูงของมะนาวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 170.33 เซนติเมตร รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 1 และ 4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 165.00 และ 163.67 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 มะนาวมีความสูงเท่ากับ 104.33 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 7 และตารางภาคผนวกที่ 23)

เดือนที่ 19 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 149.67-188.33 เซนติเมตร ความสูงของมะนาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 188.33 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าเท่ากับ 149.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 7 และตารางภาคผนวกที่ 24)

เดือนที่ 21 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 166.67-194.33 เซนติเมตร ความสูงของมะนาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 194.33 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าเท่ากับ 166.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 7 และตารางภาคผนวกที่ 25)

เดือนที่ 23 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 177.33-198.33 เซนติเมตร ความสูงของมะนาวที่อายุ 23 เดือนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 198.33 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 177.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 7 และตารางภาคผนวกที่ 26) จะเห็นได้ว่าเมื่อสิ้นสุดปีที่ 2 ความสูงของมะนาวเริ่มคงที่ จึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลอง แต่ยังมีแนวโน้มสูงขึ้นดังแสดงในภาพที่ 1

ตารางที่ 7 ความสูงของมะนาว ปีที่ 2

ตำรับที่	ความสูง (cm.)					
	อายุ 13 เดือน	อายุ 15 เดือน	อายุ 17 เดือน	อายุ 19 เดือน	อายุ 21 เดือน	อายุ 23 เดือน
1	122.00ab	137.00ab	165.00ab	188.33	194.33	198.33
2	127.67a	144.67a	150.00bc	167.33	176.67	177.33
3	110.00bc	116.33c	170.33a	175.00	184.33	189.33
4	106.67c	141.33a	163.67ab	171.00	174.00	185.00
5	77.67d	95.67d	104.33e	165.33	181.33	186.67
6	112.67bc	120.33bc	131.67d	176.33	189.67	190.00
7	128.33a	141.67a	145.00cd	149.67	166.67	189.33
F-test	**	**	**	ns	ns	ns
CV (%)	6.51	8.15	6.34	10.81	11.56	5.19

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความสูงของมะนาวในปีที่ 3 (ปี พ.ศ. 2556) พบว่า

เดือนที่ 25 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 184.67-205.33 เซนติเมตร ความสูงของมะนาวที่อายุ 25 เดือนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 205.33 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 184.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 8 และตารางภาคผนวกที่ 27)

เดือนที่ 27 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 184.00-209.67 เซนติเมตร ความสูงของมะนาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 209.67 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 184.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 8 และตารางภาคผนวกที่ 28)

เดือนที่ 29 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 196.00-219.33 เซนติเมตร ความสูงของมะนาวที่อายุ 29 เดือนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 219.33 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 196.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 8 และตารางภาคผนวกที่ 29)

เดือนที่ 31 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 198.33-225.00 เซนติเมตร ความสูงของมะนาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ

ตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 225.00 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 4 มีค่าเท่ากับ 198.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 8 และตารางภาคผนวกที่ 30)

เดือนที่ 33 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 201.67-230.00 เซนติเมตร ความสูงของมะนาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 230.00 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 4 มีค่าเท่ากับ 201.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 8 และตารางภาคผนวกที่ 31)

เดือนที่ 35 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 208.33-226.67 เซนติเมตร ความสูงของมะนาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 226.67 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ความสูงของมะนาวมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าเท่ากับ 208.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 8 และตารางภาคผนวกที่ 32) จะเห็นได้ว่าในปีที่ 3 พบว่า ความสูงของมะนาวคงที่ จึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละตำรับการทดลองเช่นเดียวกัน แต่ยังมีแนวโน้มสูงขึ้นดังแสดงในภาพที่ 1

ตารางที่ 8 ความสูงของมะนาว ปีที่ 3

ตำรับที่	ความสูง (cm.)					
	อายุ 25 เดือน	อายุ 27 เดือน	อายุ 29 เดือน	อายุ 31 เดือน	อายุ 33 เดือน	อายุ 35 เดือน
1	205.33	209.67	219.33	225.00	230.00	226.67
2	184.67	184.00	196.00	210.33	213.33	220.00
3	190.33	192.67	201.33	204.00	210.33	215.00
4	186.67	193.00	196.67	198.33	201.67	217.67
5	187.00	200.00	201.00	205.67	209.33	211.67
6	191.33	195.33	206.67	208.33	213.00	215.00
7	191.67	191.67	196.67	201.67	205.00	208.33
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	7.66	5.69	6.22	6.48	5.26	7.96

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2.3 ความกว้างของทรงพุ่ม

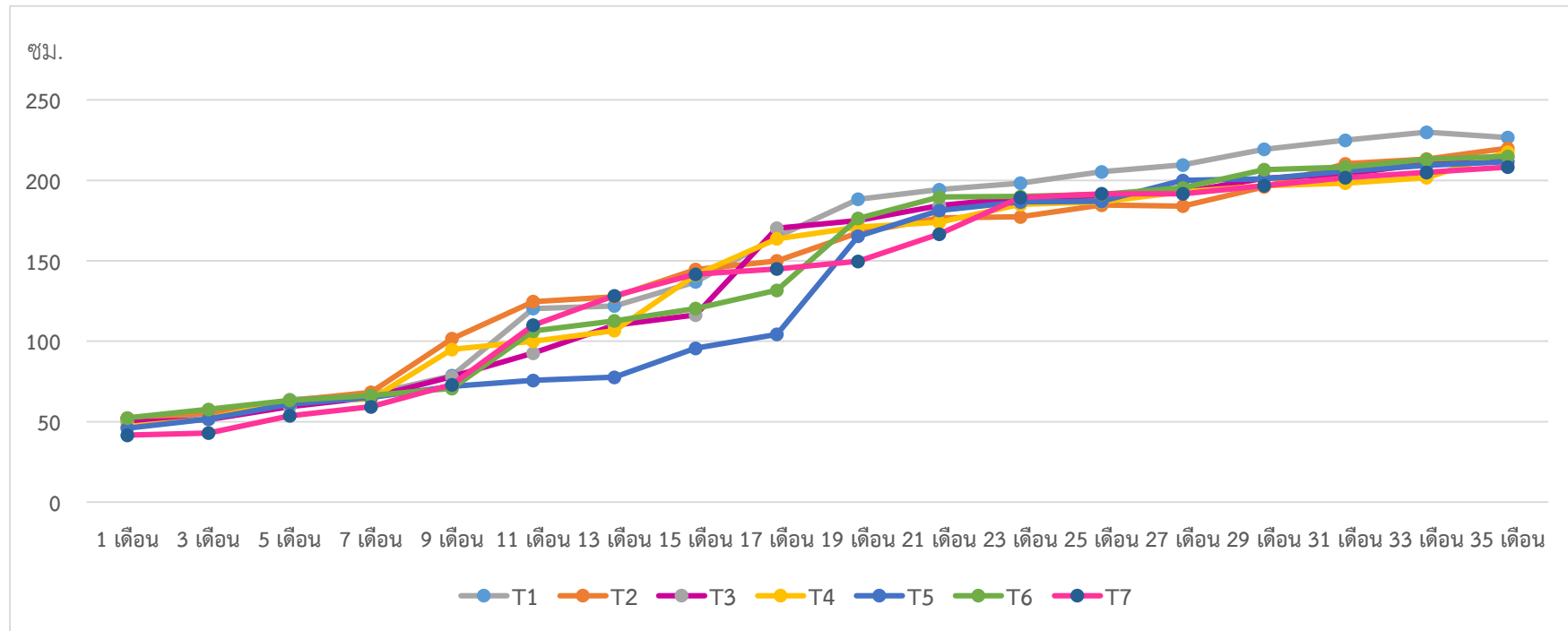
จากการวิเคราะห์ข้อมูลความกว้างทรงพุ่มของมะนาวในปีที่ 1 (ปี พ.ศ. 2554) พบว่า

เดือนที่ 5 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 45.33-78.00 เซนติเมตรและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 78.00 เซนติเมตร รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 1 และ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 69.33 และ 65.33 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรง

พุ่มน้อยที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 45.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 9 และตารางภาคผนวกที่ 33)

เดือนที่ 7 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 52.00-90.00 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวที่อายุ 7 เดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 90.00 เซนติเมตร รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 4 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 78.33 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 52.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 9 และตารางภาคผนวกที่ 34)

เดือนที่ 9 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 59.33-110.00 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวที่อายุ 9 เดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 110.00 เซนติเมตร รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 105.00 และ 91.00 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 59.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 9 และตารางภาคผนวกที่ 35)



T1 = วิธีของเกษตรกร; T2 = ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน; T3 = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน; T4 = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี; T5 = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี; T6 = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี; T7 = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

ภาพที่ 1 ความสูงของมะนาวที่อายุต่าง ๆ

เดือนที่ 11 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 77.00-133.00 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดำรับการทดลองที่ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวมีแนวโน้มมากที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 133.00 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวมีแนวโน้มน้อยที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 77.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 9 และตารางภาคผนวกที่ 36)

ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวในปีที่ 1 เมื่อมะนาวอายุได้ 11 เดือน พบว่า ดำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีแนวโน้มทำให้ต้นมะนาวมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด เนื่องจากในปีที่ 1 เป็นช่วงแรกของการเจริญเติบโตของมะนาว มีการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 ในอัตรา 1.7 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งเป็นปริมาณที่มากที่สุดเมื่อเทียบกับดำรับการทดลองอื่น ๆ ที่มีการใส่เพียงครึ่งหนึ่งเท่านั้น จึงทำให้มะนาวที่ปลูกตามดำรับการทดลองที่ 2 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด และมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุดในช่วงปีแรกเช่นเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 2

ตารางที่ 9 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาว ปีที่ 1

ดำรับที่	ความกว้างทรงพุ่ม (cm.)			
	อายุ 5 เดือน	อายุ 7 เดือน	อายุ 9 เดือน	อายุ 11 เดือน
1	69.33ab	78.33ab	91.00ab	114.33
2	59.33bcd	90.00a	105.00a	133.00
3	51.67cd	55.00c	63.33c	121.67
4	78.00a	78.33ab	110.00a	116.67
5	45.33d	52.00c	59.33c	77.00
6	65.33abc	69.00bc	71.67bc	108.00
7	56.67bcd	62.33bc	77.00bc	89.33
F-test	**	**	**	ns
CV (%)	14.27	13.20	14.67	18.67

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.01)

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความกว้างทรงพุ่มของมะนาวในปีที่ 2 (ปี พ.ศ. 2555) พบว่า

เดือนที่ 13 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 77.67-153.67 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวที่อายุ 13 เดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 153.67 เซนติเมตร รองลงมาคือ ดำรับการทดลองที่ 1 3 4 และ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 143.33 141.67 133.67 และ 127.67 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนดำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 77.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 10 และตารางภาคผนวกที่ 37)

เดือนที่ 15 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 98.00-166.67 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวที่อายุ 15 เดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 166.67 เซนติเมตร รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 4 2 6 และ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 163.00 159.33 158.67 และ 148.33 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 98.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 10 และตารางภาคผนวกที่ 38)

เดือนที่ 17 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 111.67-188.33 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวที่อายุ 17 เดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 188.33 เซนติเมตร รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 1 6 2 และ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 184.33 178.33 175.00 และ 167.67 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 111.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 10 และตารางภาคผนวกที่ 39)

เดือนที่ 19 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 138.67-220.00 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 220.00 เซนติเมตร รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 1 2 3 และ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 211.67 200.67 198.67 และ 194.33 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 138.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 10 และตารางภาคผนวกที่ 40)

เดือนที่ 21 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 150.33-234.67 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 234.67 เซนติเมตร รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 4 2 3 และ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 223.33 221.33 217.33 และ 204.00 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 150.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 10 และตารางภาคผนวกที่ 41)

เดือนที่ 23 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 172.67-257.67 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 257.67 เซนติเมตร รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 2 3 4 6 และ 7 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 247.33 233.33 233.33 219.33 และ 205.00 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 172.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 10 และตารางภาคผนวกที่ 42)

ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวในปีที่ 2 เมื่อมะนาวมีอายุ 23 เดือน พบว่า มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มใกล้เคียงกันในทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นตำรับการทดลองที่ 5 แต่มีแนวโน้มกว้างขึ้นดังแสดงในภาพที่ 2

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความกว้างทรงพุ่มของมะนาวในปีที่ 3 (ปี พ.ศ. 2556) พบว่า

เดือนที่ 25 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 186.67-268.33 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวในเดือนที่ 25 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 268.33 เซนติเมตร รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 1 4 3 และ 6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 258.33 243.33 240.67 และ 233.67 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 186.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 11 และตารางภาคผนวกที่ 43)

เดือนที่ 27 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 215.00-274.00 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวมีแนวโน้มมากที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 274.00 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวมีแนวโน้มน้อยที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 215.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 11 และตารางภาคผนวกที่ 44)

เดือนที่ 29 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 230.00-295.00 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวมีแนวโน้มมากที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 295.00 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวมีแนวโน้มน้อยที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 230.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 11 และตารางภาคผนวกที่ 45)

ตารางที่ 10 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาว ปีที่ 2

ตำรับที่	ความกว้างทรงพุ่ม (cm.)					
	อายุ 13 เดือน	อายุ 15 เดือน	อายุ 17 เดือน	อายุ 19 เดือน	อายุ 21 เดือน	อายุ 23 เดือน
1	143.33a	166.67a	184.33a	211.67a	234.67a	257.67a
2	153.67a	159.33a	175.00ab	200.67ab	221.33ab	247.33a
3	141.67a	148.33ab	167.67ab	198.67ab	217.33ab	233.33a
4	133.67ab	163.00a	188.33a	220.00a	223.33ab	233.33a
5	77.67c	98.00c	111.67c	138.67c	150.33c	172.67b
6	127.67ab	158.67a	178.33a	194.33ab	204.00ab	219.33ab
7	100.00bc	113.33bc	160.00bc	160.00bc	183.33bc	205.00ab
F-test	*	*	**	**	**	*
CV (%)	17.23	16.05	13.46	11.48	10.60	12.23

หมายเหตุ * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

** หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

เดือนที่ 31 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 243.33-298.33 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวในเดือนที่ 31 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 298.33 เซนติเมตร รองลงมาคือ ดำรับการทดลองที่ 3 2 6 4 และ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 294.00 290.00 289.33 265.00 และ 260.00 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนดำรับการทดลองที่มะนาวมีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 7 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 243.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 11 และตารางภาคผนวกที่ 46)

เดือนที่ 33 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 256.67-305.00 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดำรับการทดลองที่ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวมีแนวโน้มมากที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 305.00 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวมีแนวโน้มน้อยที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 7 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 256.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 11 และตารางภาคผนวกที่ 47)

เดือนที่ 35 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 272.67-325.00 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดำรับการทดลองที่ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวมีแนวโน้มมากที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 325.00 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวมีแนวโน้มน้อยที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 272.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 11 และตารางภาคผนวกที่ 48) ในปีที่ 3 พบว่า ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เนื่องจากการเจริญเติบโตของมะนาวทางด้านความกว้างทรงพุ่มของมะนาวเริ่มคงที่ ดังแสดงในภาพที่ 2

2.4 ผลผลิตมะนาว

การเก็บข้อมูลผลผลิตของมะนาว สามารถเริ่มเก็บเกี่ยวได้เพียงบางส่วนในปีที่ 2 สำหรับในปีที่ 3 เกิดการระบาดของโรคแคงเกอร์ ทำให้ผลมะนาวซึ่งใกล้เก็บเกี่ยวร่วงเสียหายทั้งแปลง จึงไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ ดังนั้นจึงแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะเพียงบางส่วนในปีที่ 2 (ปี พ.ศ. 2555) ดังนี้

ในปีที่ 2 พบว่า ดำรับการทดลองที่ 7 การใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี เป็นดำรับที่ให้ผลผลิตมะนาวสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง มีค่าเท่ากับ 609.33 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ ดำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน ซึ่งให้ผลผลิตมะนาวเท่ากับ 512.67 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนดำรับการทดลองที่ผลผลิตมะนาวมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ซึ่งให้ผลผลิตมะนาวเพียง 274.67 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 12 และตารางภาคผนวกที่ 49) กราฟผลผลิตของมะนาวในปีที่ 2 แสดงไว้ในภาพที่ 3

การทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ สุนิย์รัตน์ (2556) ซึ่งได้ทำการทดลองผลของการใช้จุลินทรีย์ควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชในดินร่วมกับโดโลไมท์ต่อการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพริกในดินกรด พบว่า การปรับปรุงดินโดยใส่โดโลไมท์ทำให้ผลผลิตของพริกมีแนวโน้มเฉลี่ยสูง

กว่าการไม่ใส่โดโลไมท์ และยังพบว่า การปรับปรุงดินโดยใส่โดโลไมท์มีแนวโน้มเกิดโรคในพริกน้อยกว่าการไม่ใส่โดโลไมท์อีกด้วย

ตารางที่ 11 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาว ปีที่ 3

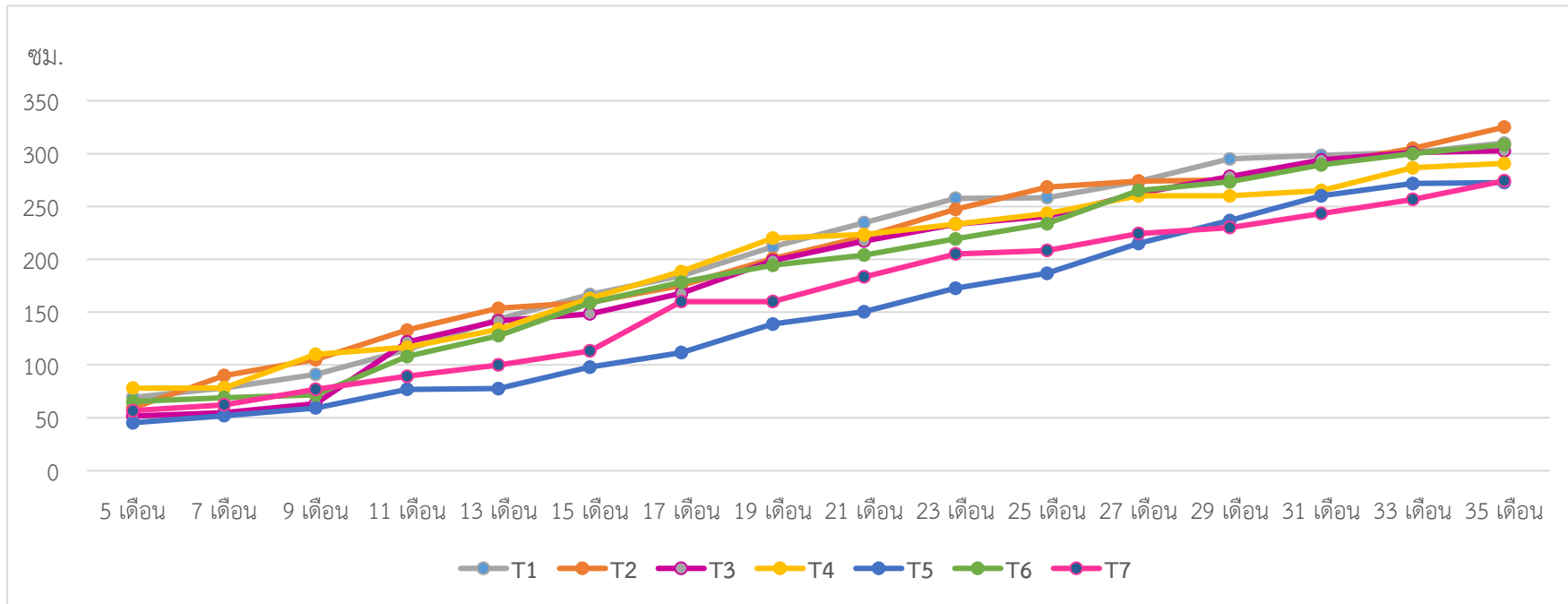
ตำรับที่	ความกว้างทรงพุ่ม (cm.)					
	อายุ 25 เดือน	อายุ 27 เดือน	อายุ 29 เดือน	อายุ 31 เดือน	อายุ 33 เดือน	อายุ 35 เดือน
1	258.33a	273.67	295.00	298.33a	301.00	310.00
2	268.33a	274.00	275.00	290.00a	305.00	325.00
3	240.67ab	262.33	278.33	294.00a	301.00	302.67
4	243.33ab	260.00	260.00	265.00ab	286.67	290.67
5	186.67c	215.00	236.67	260.00ab	271.67	272.67
6	233.67ab	265.00	273.33	289.33a	300.00	308.33
7	208.33bc	224.33	230.00	243.33b	256.67	274.33
F-test	*	ns	ns	*	ns	ns
CV (%)	10.53	11.94	12.16	7.29	7.32	7.03

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

จากผลการทดลองในปีที่ 2 ตำรับการทดลองที่ 7 ซึ่งเป็นตำรับการทดลองที่ทำให้ผลผลิตมะนาวสูงที่สุด ทั้งนี้ สุรชัย และคณะ (2535) กล่าวว่า การใส่อินทรีย์วัตถุเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหารให้กับดิน และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บรักษาความชื้นให้กับดินได้อีกด้วย นอกจากนี้คณะอาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2544) กล่าวว่า การใส่ปูนลงไป ในดินที่เป็นกรด จะทำให้ระดับของ pH สูงขึ้น และจะเป็นผลดีต่อพืช เพราะมี H^+ ลดลง OH^- ก็จะสูงขึ้น การลดระดับของเหล็ก อะลูมิเนียม และแมงกานีสที่ละลายอยู่ในสารละลายดินก็จะกลายเป็นผลดีต่อพืชอีกเช่นกัน สำหรับแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม นั้น เมื่อดินเป็นกรด ดินจะอึดตัวไปด้วย H แลกเปลี่ยนได้ ดังนั้นพื้นผิวของคอลลอยด์ดินจึงมี Ca Mg และ K แลกเปลี่ยนได้อยู่น้อยมาก และมักไม่ค่อยเพียงพอต่อความต้องการของพืช ทั้งนี้เพราะธาตุที่อยู่ในสภาพที่แลกเปลี่ยนได้นี้เป็นส่วนที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย ดังนั้นเมื่อใส่ปูนลงไปก็จะทำให้ระดับ Ca และ Mg แลกเปลี่ยนได้ซึ่งมาจากปูนโดยตรงสูงขึ้น ส่วนโพแทสเซียม นั้นมีได้มากับปูน แต่ก็จะมีการเปลี่ยนแปลง K แลกเปลี่ยนได้ด้วยเช่นกัน โดยที่ระดับการเป็นประโยชน์ต่อพืชจะสูงขึ้นเมื่อใส่ปูนลงไป



T1 = วิธีของเกษตรกร; T2 = ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน; T3 = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน; T4 = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี; T5 = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี; T6 = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี; T7 = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

ภาพที่ 2 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวที่อายุต่าง ๆ

ตารางที่ 12 ผลผลิตมะนาว ปีที่ 2

ตำรับการทดลอง	ผลผลิต (kg rai ⁻¹)
ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร	279.00c
ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	349.67bc
ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน	512.67ab
ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	274.67c
ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่งพด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	490.67ab
ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดินและปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	303.67c
ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี	609.33a
F-test	**
CV (%)	24.52

หมายเหตุ ** หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

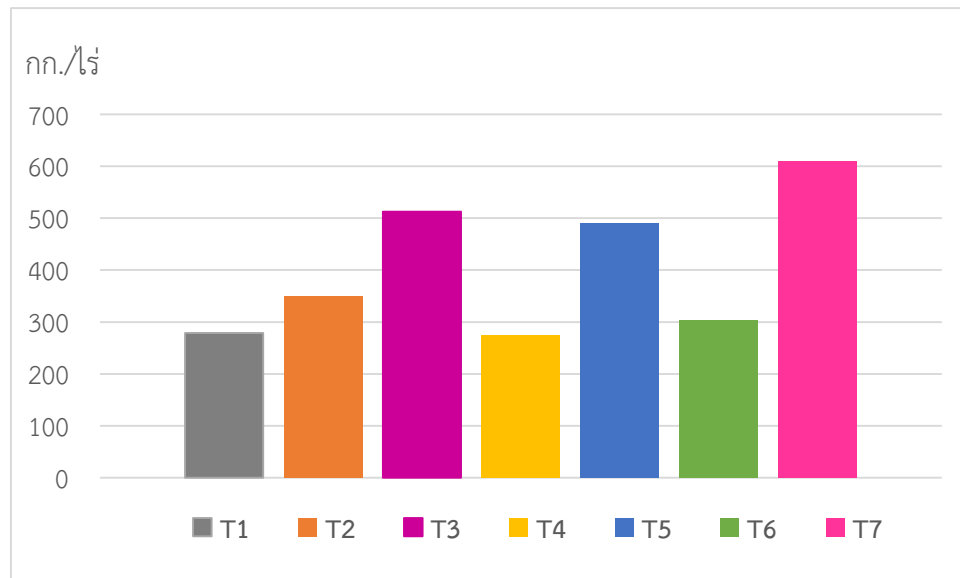
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

3. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของมะนาวในแต่ละตำรับการทดลอง ได้ทำการเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเฉพาะ 2 ปีแรกที่มะนาวเริ่มให้ผลผลิต ส่วนปีที่ 3 ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้เนื่องจากการระบาดของโรคแคงเกอร์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า ตำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี เป็นตำรับที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงที่สุด มีมูลค่าผลผลิตและผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรสูงสุดเท่ากับ 24,373 และ 16,487 บาทต่อไร่ ตามลำดับ รองลงมาคือตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน ซึ่งมีมูลค่าผลผลิตและผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรเท่ากับ 20,507 และ 13,761 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีมูลค่าผลผลิตและผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรต่ำสุด คือเท่ากับ 10,987 และ 3,400 บาทต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 13 และ 14) ทั้งนี้อาจเป็น

เพราะมะนาวที่ปลูกตามตำรับการทดลองนี้มีการระบาดของโรคแคงเกอร์ก่อนตำรับการทดลองอื่น ๆ จึงมีส่วนทำให้ได้ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่ำกว่าตำรับการทดลองอื่น ๆ



T1 = วิธีของเกษตรกร; T2 = ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน; T3 = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน; T4 = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี; T5 = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี; T6 = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี; T7 = ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

ภาพที่ 3 ผลผลิตของมะนาว ปีที่ 2

ตารางที่ 13 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ตำรับ ที่	ต้นทุน ผันแปร (บาท/ไร่)	ผลผลิต (กก./ไร่)	ราคาผลผลิต (บาท/กก.)	มูลค่า ผลผลิต (บาท/ไร่)	ต้นทุน การผลิต (บาท/กก.)	ผลตอบแทนเหนือ ต้นทุนผันแปร (บาท/ไร่)
1	5,640	279.00	40	11,160	20.22	5,520
2	6,923	349.67	40	13,987	19.80	7,064
3	6,746	512.67	40	20,507	13.16	13,761
4	7,587	274.67	40	10,987	27.62	3,400
5	7,002	490.67	40	19,627	14.27	12,625
6	8,471	303.67	40	12,147	27.90	3,676
7	7,886	609.33	40	24,373	12.94	16,487

ตารางที่ 14 รายละเอียดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

รายการ	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3	ตำรับที่ 4	ตำรับที่ 5	ตำรับที่ 6	ตำรับที่ 7
1. ค่าเตรียมแปลง							
ทดลอง							
1.1 ค่าไถและค่ายกร่อง							
ปลูก	500	500	500	500	500	500	500
2. ค่าแรงงาน							
2.1 การปลูกมะนาว	200	200	200	200	200	200	200
2.2 การใส่ปุ๋ยเคมี (4 ครั้ง/2 ปี)	600	600	600	600	600	600	600
2.3 การใส่ปุ๋ยหมัก (4 ครั้ง/2 ปี)	0	0	0	600	600	600	600
2.4 การใส่โดโลไมท์ (ปีที่ 1)	0	0	100	0	0	100	100
2.5 การกำจัดวัชพืช (8 ครั้ง/2 ปี)	800	800	800	800	800	800	800
3. ค่าวัสดุการเกษตร							
3.1 ค่าต้นพันธุ์มะนาว	900	900	900	900	900	900	900
3.2 ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 (4 ครั้ง/2 ปี)	840	0	0	0	0	0	0
3.3 ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 (4 ครั้ง/2 ปี)	0	1,796	898	898	898	898	898
3.4 ค่าปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (4 ครั้ง/2 ปี)	0	327	164	164	164	164	164
3.5 ค่าปุ๋ยหมัก (4 ครั้ง/2 ปี)	0	0	0	1,125	540	1,125	540
3.6 ค่าโดโลไมท์	0	0	784	0	0	784	784
4. อื่น ๆ							
4.1 ค่าไฟสำหรับสูบน้ำ รดมะนาว (8 เดือน/2 ปี)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4.2 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (เครื่องตัดหญ้า) (8 ครั้ง/2 ปี)	800	800	800	800	800	800	800

ตารางที่ 14 รายละเอียดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (ต่อ)

รายการ	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3	ตำรับที่ 4	ตำรับที่ 5	ตำรับที่ 6	ตำรับที่ 7
ต้นทุนผันแปร							
(บาท/ไร่)	5,640	6,923	6,746	7,587	7,002	8,471	7,886
ผลผลิต (กก./ไร่)	279.00	349.67	512.67	274.67	490.67	303.67	609.33
ราคาผลผลิต							
(บาท/กก.)	40	40	40	40	40	40	40
มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่)	11,160	13,987	20,507	10,987	19,627	12,147	24,373
ต้นทุนการผลิต							
(บาท/กก.)	20.22	19.80	13.16	27.62	14.27	27.90	12.94
ผลตอบแทนเหนือ							
ต้นทุนผันแปร							
(บาท/ไร่)	5,520	7,064	13,761	3,400	12,625	3,676	16,487

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดินด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์ มีผลการทดลองเป็นดังนี้

การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินในปีที่ 1 2 และ 3 ภายหลังจากทดลอง พบว่า ดำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี มีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินมีค่าสูงที่สุด ซึ่งปีที่ 3 ซึ่งเป็นปีสุดท้ายของการทดลอง พบว่า ดำรับการทดลองที่ 7 สามารถยกระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินจาก 5.40 (Strongly acid) เป็น 6.20 (Slightly acid) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avai. P) พบว่า ดำรับการทดลองที่ 7 ทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงที่สุดในปีที่ 1 และ 2 และสูงขึ้นในปีที่ 3 สอดคล้องกับการทดลองของปฏิภาณ (2555) ซึ่งได้ทำการทดลองการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการธาตุอาหารลำไยอินทรีย์ เพื่อทดสอบความเป็นกรดเป็นด่างในดินหลังการใส่มูลค่างควและโดโลไมท์ พบว่า ดำรับการทดลองที่ใส่โดโลไมท์มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เท่ากับ 7.03 มีค่าสูงกว่าการไม่ใส่วัสดุอินทรีย์และการใส่มูลค่างคว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.40 และ 6.60 ตามลำดับ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปฏิภาณ (2555) พบว่า การใส่โดโลไมท์มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าการไม่ใส่โดโลไมท์ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการทดลองของ นริศ (2551) ซึ่งได้ทำการศึกษาอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยและฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานที่ปลูกในดินกรด พบว่า การใส่ปุ๋ยในอัตราที่สูงขึ้นตั้งแต่ $\frac{1}{4}$ LR จนถึง 2 LR มีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้นเป็นลำดับอย่างมีนัยสำคัญ โดยเพิ่มขึ้นจาก 4.5 ถึง 7.3 ส่วนการใส่ปุ๋ยในอัตรา $\frac{1}{2}$ LR จนถึง 2 LR ทำให้ปริมาณการดูดซับฟอสฟอรัสลดลงอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Avai. K) ในดิน พบว่า ดำรับการทดลองที่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินสูงที่สุดคือ ดำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ในดิน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ดำรับการทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยหมักและโดโลไมท์มีแนวโน้มที่จะทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงขึ้นกว่าดำรับการทดลองที่ 1 การใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร และดำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งเป็นดำรับการทดลองที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักและโดโลไมท์เลย

สำหรับการวิเคราะห์ความสูงของมะนาว พบว่า ตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงอายุ 7 เดือน ความสูงของมะนาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อมะนาวอายุ 9-15 เดือน พบว่าความสูงมะนาวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งดำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้การเจริญเติบโตของมะนาวสูงที่สุด จนกระทั่งเมื่อมะนาวมีอายุ 17 เดือน ดำรับการทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน ทำให้มะนาวมีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 170.33 เซนติเมตร และหลังจากนั้นดำรับการทดลองไม่มีผลทำให้การเจริญเติบโตของมะนาวมีความแตกต่างกัน ในขณะที่การวิเคราะห์ผลผลิตของมะนาว พบว่า ในปีที่ 2 พบว่า ดำรับการทดลองที่ 7 การใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้น

ต่อปี เป็นตำรับที่ให้ผลผลิตมะนาวสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง มีค่าเท่ากับ 609.33 กิโลกรัมต่อไร่ สอดคล้องกับการทดลองของ สุณีย์รัตน์ (2556) ซึ่งได้ทำการทดลองผลของการใช้จุลินทรีย์ควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชในดินร่วมกับโดโลไมท์ต่อการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพริกในดินกรด พบว่า การปรับปรุงดินโดยใส่โดโลไมท์ทำให้ผลผลิตของพริกมีแนวโน้มเฉลี่ยสูงกว่าการไม่ใส่โดโลไมท์ และยังพบว่าการปรับปรุงดินโดยใส่โดโลไมท์มีแนวโน้มเกิดโรคในพริกน้อยกว่าการไม่ใส่โดโลไมท์อีกด้วย ตำรับที่ให้ผลผลิตมะนาวสูงรองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน ซึ่งให้ผลผลิตมะนาวเท่ากับ 512.67 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนตำรับการทดลองที่ผลผลิตมะนาวมีแนวโน้มต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อตันต่อปี ซึ่งให้ผลผลิตมะนาวเพียง 274.67 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนอัตราการรอดตายของมะนาว พบว่า มะนาวมีอัตราการรอดตายเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ตลอดทั้งสามปีของการทดลอง จึงสรุปได้ว่าในฤดูกาลปลูกนี้มะนาวไม่ได้รับผลกระทบจากโรครากเน่าโคนเน่า

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า ตำรับการทดลองที่ 7 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อตันต่อปี เป็นตำรับที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงที่สุด มีมูลค่าผลผลิตและผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรสูงสุดเท่ากับ 24,373 และ 16,487 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อตันต่อปี มีมูลค่าผลผลิตและผลตอบแทนเหนือต้นทุนผันแปรต่ำสุด คือเท่ากับ 10,987 และ 3,400 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

ดังนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน ร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายเชื้อด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อตันต่อปี (ตำรับการทดลองที่ 7) จึงเป็นตำรับการทดลองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการปลูกมะนาวในกลุ่มชุดดินที่ 15 (ชุดดินหล่มสัก) เนื่องจากเป็นตำรับการทดลองที่สามารถยกระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินจาก 5.40 เป็น 6.20 และทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงที่สุดในปีที่ 1 และ 2 และสูงขึ้นในปีที่ 3 รวมทั้งปริมาณอินทรีย์วัตถุก็เพิ่มขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ตำรับการทดลองที่ 7 ยังเป็นตำรับการทดลองที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงที่สุดอีกด้วย

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้แนวทางการจัดการดินกรดด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์ในจังหวัดพิจิตร
2. เกษตรกรสามารถเลือกวิธีการจัดการดินและนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่ของตนเอง ทำให้เกิดความคุ้มค่าทั้งในด้านการลดต้นทุนการผลิต การเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมะนาว และการใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

1. จากการทดลองจะยังไม่เห็นผลชัดเจนในปีที่ 1-2 เนื่องจากในปีที่ 2 เป็นปีแรกที่มะนาวเพิ่งเริ่มมีการให้ผลผลิตและยังให้ผลผลิตได้ไม่เต็มที่ ซึ่งมะนาวจะให้ผลผลิตได้เต็มที่เมื่อมีอายุ 3-5 ปี ดังนั้นการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลผลิตมะนาวในปีที่ 2 เพียงปีเดียว ซึ่งเป็นปีที่มะนาวยังให้ผลผลิตได้ไม่เต็มศักยภาพ และยังเก็บเกี่ยวได้ไม่หมดฤดูกาลแต่เกิดการระบาดของโรคแคงเกอร์ขึ้น ทำให้ได้ข้อมูลเพียงบางส่วนที่อาจจะส่งผลให้การทดลองคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงได้ ดังนั้นในการทดลองครั้งต่อไปควรเลือกใช้มะนาวพันธุ์ที่ต้านทานโรคมานใช้ในการทดลอง โดยเฉพาะโรคแคงเกอร์ เช่น ตาฮิติ และฟิจิตร 1 เป็นต้น และควรทำการทดลองในระยะยาว 3-5 ปี เพราะเป็นช่วงที่มะนาวสามารถให้ผลผลิตได้เต็มศักยภาพ นอกจากนี้งานทดลองทางด้านไม้ผล ควรมีเวลาในการทำงานวิจัยในระยะ 4-5 ปี เนื่องจากควรมีระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี จึงจะทำให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง และน่าเชื่อถือมากขึ้น

2. การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดินมีค่าลดลง ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาดินเป็นกรด ดังนั้นควรใส่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อรักษาสสมดุลของธาตุอาหารพืชในดินและเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่ม
ชุดดิน เล่มที่ 2 ดินบนพื้นที่ดอน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2551. สารเร่ง พด. 3 สำหรับผลิตเชื้อจุลินทรีย์ควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช. กระทรวง
เกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2552. มะนาว. แหล่งที่มา:
<http://www.doae.go.th/plant/lime/lime.html>, 9 กันยายน 2552.

เกษม จันทรจิรากร สุวพันธ์ รัตนะรัต บัณฑิต ชมศิริ และประณีต ไทยอุทัย. 2527. อิทธิพลและผล
ตกค้างของปูนขาว ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยมูลไก่ ต่อปอแก้วไทยที่ปลูกในดินชุดร่อยเอ็ด. ใน รายงาน
ผลการค้นคว้าวิจัย ปี 2527 พืชเส้นใย อ้อย และยาสูบ. กองพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2554. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เจริญ เจริญจำรัสชีพ กำชัย กาญจนธนเศรษฐ และเมธิน ศิริวงศ์. 2540. การจัดการดินกรดใน
ประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ชลิต ฮงประยูร. 2552. การทำปุ๋ยหมัก. แหล่งที่มา:
<http://www.doae.go.th/library/html/detail/puyy/index.html>, 9 กันยายน 2552.

ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. 2552. การบังคับมะนาวออกฤดูแล้ง. วารสารเส้นทางกลีกรม 14(165)
(พิเศษ): 84.

นคร สืบแสน. 2541. บทคัดย่องานวิจัยการศึกษาการจัดการชุดดินเชิงราย (กลุ่มชุดดินที่ 6)
เพื่อการปลูกข้าวในภาคเหนือของประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์, กรุงเทพฯ.

นริศ หนูจันทร์. 2551. อิทธิพลของการใส่ปูนและฟอสฟอรัสต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด
หวานที่ปลูกในดินกรด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปฐวิภาณ สุทธิกุลบุตร. 2555. การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการธาตุอาหารลำไยอินทรีย์. ใน รายงานผลการวิจัย การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการผลิตลำไยอินทรีย์, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ปรีชญา รัศมีธรรมวงศ์. 2548. **มะนาวนอกฤดู**. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัทนาคา อินเตอร์ มีเดีย จำกัด, กรุงเทพฯ.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น. 2544. **มะนาว**. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2556. **สารปรับปรุงดิน**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิจิตร วังใน. 2552. **ธาตุอาหารกับการผลิตพืชผล**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2547. **มะนาวแพง**. แหล่งที่มา:
<http://www.positioningmag.com/PRNews/PrintPRNews>, 29 มีนาคม 2553.

สุนัยรัตน์ โลหะโชติ. 2556. ผลของการใช้จุลินทรีย์ควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชในดินร่วมกับโดโลไมท์ ต่อการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพริกในดินกรด, น. 13-16. ใน **รายงานประจำปี 2556 สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7**, กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรัชย์ หมั่นสังข์ เจริญ เจริญจำรัสชีพ และจุมพล ยูวะนิยม. 2535. การปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดและดินกรด, น. 35-43. ใน **คู่มือการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย**. ศูนย์การพิมพ์พลชัย, กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรัตน์มณ. 2552. **คู่มือปฏิบัติการการสำรวจดิน**. พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Bray R. H. and L. T. Kurtz. 1945. **Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils**. Soil Sci. 59: 39-45.

Jackson, M. L. 1958. **Soil chemical analysis**. Prestige – Hall, Inc., New York. USA.

Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. **Soil Interpretation Handbook for Thailand**. Dept. of Land Development, Ministry of Agri. and Coop., Bangkok.

- Peech, M. 1965. Hydrogen-Ion Activity, pp. 914-926. *In* C.A. Black (ed.) **Methods of Soil Analysis Part 2**. American society of Agronomy, Inc., Publisher. USA.
- Roy H. F., L. S. Murphy and R. L. Donahue. 1981. **Fertilizers and Soil Amendments**. USA.
- Soil Survey Division Staff. 1993. **Soil Survey Manual**. US. Dep. of Agr. Handbook No. 18, U.S. Government Printing Office, Washington D.C. USA.
- Walkley, A. and I. A. Black. 1947. **Chromic acid titration method for determination of soil organic matter**. Soil. Sci. Amer. Proc. 63:257.
- Woodruff, C. M. 1948. **Testing soils for lime requirement by means of a buffer solution and glass electrodes**. Soil Science 66:53-63.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดลอง

ธาตุอาหารหลัก	ผลการวิเคราะห์ (%)
ไนโตรเจน (Total N)	1.47
ฟอสฟอรัส (Total P)	1.51
โพแทสเซียม (Total K)	1.92

ตารางภาคผนวกที่ 2 พิสัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมีของดิน

Soil properties	Range	Rating
Soil pH (1:1 Soil: H ₂ O)	< 3.5	Ultra acid
	3.5-4.4	Extremely acid
	4.5-5.0	Very strongly acid
	5.1-5.5	Strongly acid
	5.6-6.0	Moderately acid
	6.1-6.5	Slightly acid
	6.6-7.3	Neutral
	7.4-7.8	Slightly alkaline
	7.9-8.4	Moderately alkaline
	8.5-9.0	Strongly alkaline
	> 9.0	Very strongly alkaline
Organic matter (g kg ⁻¹)	< 5	Very low
	5-10	Low
	10-15	Moderately low
	15-25	Moderate
	25-35	Moderately high
	35-45	High
	> 45	Very high
Available P by Bray II (mg kg ⁻¹)	< 3	Very low
	3-6	Low
	6-10	Moderately low
	10-15	Moderate
	15-25	Moderately high
	25-45	High
	> 45	Very high

ตารางภาคผนวกที่ 2 พิสัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมีของดิน (ต่อ)

Soil properties	Range	Rating
Available K by NH_4OAc (mg kg^{-1})	< 30	Very low
	30-60	Low
	60-90	Moderate
	90-120	High
	> 120	Very high

ที่มา: เอิบ, 2552; Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993

ตารางภาคผนวกที่ 3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.092	0.046	
Treatment	6	1.166	0.194	6.974**
Error	12	0.334	0.028	
Total	21	727.890		
Grand mean		5.881		

ตารางภาคผนวกที่ 4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.132	0.066	
Treatment	6	0.918	0.153	6.384**
Error	12	0.288	0.024	
Total	21	662.140		
Grand mean		5.610		

ตารางภาคผนวกที่ 5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	.001	0.000	
Treatment	6	3.472	0.579	17.403**
Error	12	0.399	0.033	
Total	21	698.760		
Grand mean		5.752		

ตารางภาคผนวกที่ 6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.264	0.132	
Treatment	6	0.092	0.015	0.339 ^{ns}
Error	12	0.542	0.045	
Total	21	68.041		
Grand mean		1.788		

ตารางภาคผนวกที่ 7 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	0.334	0.167	
Treatment	6	0.543	0.090	1.947 ^{ns}
Error	12	0.557	0.046	
Total	21	81.092		
Grand mean		1.948		

ตารางภาคผนวกที่ 8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	.219	0.110	
Treatment	6	0.235	0.039	0.601 ^{ns}
Error	12	0.781	0.065	
Total	21	81.517		
Grand mean		1.955		

ตารางภาคผนวกที่ 9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	12.095	6.048	
Treatment	6	788.286	131.381	18.642**
Error	12	84.571	7.048	
Total	21	6008.000		
Grand mean		15.619		

ตารางภาคผนวกที่ 10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน
(ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	.381	0.190	
Treatment	6	565.143	94.190	46.541**
Error	12	24.286	2.024	
Total	21	3735.000		
Grand mean		12.238		

ตารางภาคผนวกที่ 11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน
(ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	18.667	9.333	
Treatment	6	4436.952	739.492	6.606**
Error	12	1343.333	111.944	
Total	21	73119.000		
Grand mean		56.619		

ตารางภาคผนวกที่ 12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน
(ปีที่ 1)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	24.667	12.333	
Treatment	6	1401.810	233.635	2.334 ^{ns}
Error	12	1201.333	100.111	
Total	21	36629.000		
Grand mean		40.238		

ตารางภาคผนวกที่ 13 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน
(ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	7.238	3.619	
Treatment	6	2104.667	350.778	36.051**
Error	12	116.762	9.730	
Total	21	36958.000		
Grand mean		40.667		

ตารางภาคผนวกที่ 14 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน
(ปีที่ 3)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	710.571	355.286	
Treatment	6	2032.952	338.825	4.007*
Error	12	1014.762	84.563	
Total	21	119644.000		
Grand mean		74.286		

ตารางภาคผนวกที่ 15 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 1 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	17.238	8.619	
Treatment	6	287.333	47.889	1.330 ^{ns}
Error	12	432.095	36.008	
Total	21	50474.000		
Grand mean		48.667		

ตารางภาคผนวกที่ 16 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 3 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	146.000	73.000	
Treatment	6	381.238	63.540	1.446 ^{ns}
Error	12	527.333	43.944	
Total	21	57527.000		
Grand mean		51.857		

ตารางภาคผนวกที่ 17 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 5 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	177.238	88.619	
Treatment	6	235.619	39.270	0.857 ^{ns}
Error	12	550.095	45.841	
Total	21	79226.000		
Grand mean		61.048		

ตารางภาคผนวกที่ 18 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 7 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	3.524	1.762	
Treatment	6	232.571	38.762	0.417 ^{ns}
Error	12	1115.143	92.929	
Total	21	87880.000		
Grand mean		64.190		

ตารางภาคผนวกที่ 19 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 9 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	39.714	19.857	
Treatment	6	2666.286	444.381	5.126**
Error	12	1040.286	86.690	
Total	21	142501.000		
Grand mean		81.286		

ตารางภาคผนวกที่ 20 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 11 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	57.238	28.619	
Treatment	6	5046.476	841.079	15.383**
Error	12	656.095	54.675	
Total	21	233937.000		
Grand mean		104.238		

ตารางภาคผนวกที่ 21 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 13 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	95.143	47.571	
Treatment	6	5471.238	911.873	17.093**
Error	12	640.190	53.349	
Total	21	270303.000		
Grand mean		112.143		

ตารางภาคผนวกที่ 22 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 15 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	20.857	10.429	
Treatment	6	5890.571	981.762	8.999**
Error	12	1309.143	109.095	
Total	21	352053.000		
Grand mean		128.143		

ตารางภาคผนวกที่ 23 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 17 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	936.857	468.429	
Treatment	6	9643.905	1607.317	18.443**
Error	12	1045.810	87.151	
Total	21	466298.000		
Grand mean		147.143		

ตารางภาคผนวกที่ 24 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 19 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	156.857	78.429	
Treatment	6	2529.810	421.635	1.241 ^{ns}
Error	12	4076.476	339.706	
Total	21	616727.000		
Grand mean		170.429		

ตารางภาคผนวกที่ 25 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 21 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	392.000	196.000	
Treatment	6	1612.000	268.667	0.613 ^{ns}
Error	12	5258.000	438.167	
Total	21	695243.000		
Grand mean		181.000		

ตารางภาคผนวกที่ 26 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 23 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	59.429	29.714	
Treatment	6	716.667	119.444	1.255 ^{ns}
Error	12	1141.905	95.159	
Total	21	744142.000		
Grand mean		188.000		

ตารางภาคผนวกที่ 27 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 25 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	83.143	41.571	
Treatment	6	844.000	140.667	0.657 ^{ns}
Error	12	2568.857	214.071	
Total	21	769597.000		
Grand mean		191.000		

ตารางภาคผนวกที่ 28 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 27 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	25.524	12.762	
Treatment	6	1144.571	190.762	1.546 ^{ns}
Error	12	1481.143	123.429	
Total	21	802737.000		
Grand mean		195.190		

ตารางภาคผนวกที่ 29 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 29 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	272.095	136.048	
Treatment	6	1243.905	207.317	1.304 ^{ns}
Error	12	1907.238	180.770	
Total	21	864757.000		
Grand mean		202.524		

ตารางภาคผนวกที่ 30 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 31 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	744.095	372.048	
Treatment	6	1345.619	224.270	1.241 ^{ns}
Error	12	2169.238	180.770	
Total	21	909478.000		
Grand mean		207.619		

ตารางภาคผนวกที่ 31 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 33 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	484.667	242.333	
Treatment	6	1476.571	246.095	1.982 ^{ns}
Error	12	1490.000	124.167	
Total	21	945580.000		
Grand mean		211.810		

ตารางภาคผนวกที่ 32 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 35 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	1500.095	750.048	
Treatment	6	634.000	105.667	0.356 ^{ns}
Error	12	3560.571	296.714	
Total	21	988497.000		
Grand mean		216.333		

ตารางภาคผนวกที่ 33 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 5 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	194.667	97.333	
Treatment	6	2193.238	365.540	4.856 ^{**}
Error	12	903.333	75.278	
Total	21	80945.000		
Grand mean		60.810		

ตารางภาคผนวกที่ 34 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 7 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	296.857	148.429	
Treatment	6	3432.286	572.048	6.843**
Error	12	1003.143	83.595	
Total	21	105543.000		
Grand mean		69.286		

ตารางภาคผนวกที่ 35 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 9 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	169.810	84.905	
Treatment	6	6740.952	1123.492	7.573**
Error	12	1780.190	148.349	
Total	21	153526.000		
Grand mean		83.048		

ตารางภาคผนวกที่ 36 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 11 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	376.286	188.143	
Treatment	6	6702.476	1117.079	2.718 ^{ns}
Error	12	4932.381	411.032	
Total	21	259554.000		
Grand mean		108.571		

ตารางภาคผนวกที่ 37 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 13 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	1014.952	507.476	
Treatment	6	13146.952	2191.159	4.694*
Error	12	5601.048	466.754	
Total	21	349891.000		
Grand mean		125.381		

ตารางภาคผนวกที่ 38 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 15 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	434.952	217.476	
Treatment	6	13200.476	2200.079	4.126*
Error	12	6398.381	533.198	
Total	21	454914.000		
Grand mean		143.905		

ตารางภาคผนวกที่ 39 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 17 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	6.095	3.048	
Treatment	6	14750.476	2458.413	5.112**
Error	12	5771.238	480.937	
Total	21	577825.000		
Grand mean		162.905		

ตารางภาคผนวกที่ 40 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 19 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	700.286	350.143	
Treatment	6	15321.238	2553.540	5.421**
Error	12	5653.048	471.087	
Total	21	772950.000		
Grand mean		189.143		

ตารางภาคผนวกที่ 41 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 21 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	1498.381	749.190	
Treatment	6	15281.810	2546.968	5.396**
Error	12	5663.619	471.968	
Total	21	904149.000		
Grand mean		204.905		

ตารางภาคผนวกที่ 42 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 23 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	1231.524	615.762	
Treatment	6	14609.810	2434.968	3.242*
Error	12	9012.476	751.040	
Total	21	1079446.000		
Grand mean		224.095		

ตารางภาคผนวกที่ 43 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 25 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	4711.524	2355.762	
Treatment	6	14404.571	2400.762	3.948*
Error	12	7297.143	608.095	
Total	21	1178612.000		
Grand mean		234.190		

ตารางภาคผนวกที่ 44 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 27 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	5086.095	2543.048	
Treatment	6	10237.238	1706.206	1.862 ^{ns}
Error	12	10997.905	916.492	
Total	21	1375575.000		
Grand mean		253.476		

ตารางภาคผนวกที่ 45 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 29 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	1888.095	944.048	
Treatment	6	9880.952	1646.825	1.599 ^{ns}
Error	12	12361.905	1030.159	
Total	21	1488275.000		
Grand mean		264.048		

ตารางภาคผนวกที่ 46 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 31 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	2600.000	1300.000	
Treatment	6	7894.571	1315.762	3.228*
Error	12	4892.000	407.667	
Total	21	1628358.000		
Grand mean		277.143		

ตารางภาคผนวกที่ 47 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 33 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	2689.143	1344.571	
Treatment	6	6048.571	1008.095	2.253 ^{ns}
Error	12	5368.857	447.405	
Total	21	1766314.000		
Grand mean		288.857		

ตารางภาคผนวกที่ 48 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 35 เดือน

Source	df	SS	MS	F
Block	2	2347.524	1173.762	
Treatment	6	6769.333	1128.222	2.577 ^{ns}
Error	12	5253.810	437.817	
Total	21	1875085.000		
Grand mean		297.667		

ตารางภาคผนวกที่ 49 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตมะนาว ปี 2555 (ปีที่ 2)

Source	df	SS	MS	F
Block	2	83340.095	41670.048	
Treatment	6	320527.238	53421.206	5.477**
Error	12	117041.905	9753.492	
Total	21	3070251.000		
Grand mean		402.810		

