

# รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดิน  
ด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์

โดย

นางสาวพิลาสลักษณ์ ลุ่นลิ้ว  
นายพัฒน์พงษ์ เกิดหล้า  
นางชุติมา จันทรเจริญ  
นางทรายแก้ว อนาคต  
นายสาธิต กาละพวง

รหัสโครงการวิจัย 54 56 03 09 040000 022 102 01 11

กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน  
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8  
กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์  
มีนาคม 2557

## สารบัญ

|                                | หน้า |
|--------------------------------|------|
| สารบัญตาราง                    | ก    |
| สารบัญตารางภาคผนวก             | ข    |
| แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ | 1    |
| บทคัดย่อ                       | 2    |
| หลักการและเหตุผล               | 3    |
| วัตถุประสงค์                   | 3    |
| ขอบเขตการศึกษา                 | 4    |
| การตรวจเอกสาร                  | 4    |
| ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินงาน    | 7    |
| อุปกรณ์และวิธีการ              | 7    |
| ผลการทดลอง                     | 10   |
| สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง       | 22   |
| ประโยชน์ที่ได้รับ              | 23   |
| ข้อเสนอแนะ                     | 23   |
| เอกสารอ้างอิง                  | 24   |
| ภาคผนวก                        | 25   |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่ |                                                 | หน้า |
|----------|-------------------------------------------------|------|
| 1        | ความสูงของมะนาว ปีที่ 1 (2554)                  | 11   |
| 2        | ความสูงของมะนาว ปีที่ 2 (2555)                  | 12   |
| 3        | ความสูงของมะนาว ปีที่ 3 (2556)                  | 12   |
| 4        | ความกว้างทรงพุ่มของมะนาว ปีที่ 1 (2554)         | 14   |
| 5        | ความกว้างทรงพุ่มของมะนาว ปีที่ 2 (2555)         | 14   |
| 6        | ความกว้างทรงพุ่มของมะนาว ปีที่ 3 (2556)         | 16   |
| 7        | ผลผลิตมะนาว ปีที่ 2 (2555)                      | 17   |
| 8        | ค่าเฉลี่ยสมบัติของดินก่อนดำเนินการทดลอง         | 18   |
| 9        | ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปีที่ 1-3                | 19   |
| 10       | ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในปีที่ 1-3             | 20   |
| 11       | ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ปีที่ 1-3    | 21   |
| 12       | ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ปีที่ 1-3 | 22   |

## สารบัญตารางภาคผนวก

| ตาราง<br>ภาคผนวกที่ |                                                                              | หน้า |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1                   | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 9 เดือน (สิ้นปีที่ 1)           | 26   |
| 2                   | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 21 เดือน (สิ้นปีที่ 2)          | 26   |
| 3                   | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 35 เดือน (สิ้นปีที่ 3)          | 26   |
| 4                   | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 9 เดือน (สิ้นปีที่ 1)  | 26   |
| 5                   | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 21 เดือน (สิ้นปีที่ 2) | 26   |
| 6                   | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 35 เดือน (สิ้นปีที่ 3) | 27   |
| 7                   | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตมะนาว ปี 2555 (ปีที่ 2)                       | 27   |
| 8                   | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 1)               | 27   |
| 9                   | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 2)               | 27   |
| 10                  | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 3)               | 27   |
| 11                  | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ปีที่ 1)                  | 28   |
| 12                  | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ปีที่ 2)                  | 28   |
| 13                  | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ปีที่ 3)                  | 28   |
| 14                  | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่ 1)        | 28   |
| 15                  | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่ 2)        | 28   |
| 16                  | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่ 3)        | 29   |
| 17                  | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายได้ในดิน (ปีที่ 1)          | 29   |
| 18                  | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายได้ในดิน (ปีที่ 2)          | 29   |
| 19                  | ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายได้ในดิน (ปีที่ 3)          | 29   |

## แบบรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ทะเบียนวิจัย 54-56-03-09-040000-022-102-03-11

ชื่อโครงการ การตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดินด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์

ผู้รับผิดชอบ นางสาวพิลาสลักษณ์ ลุ่นลิ้ว

หน่วยงาน กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8

ที่ปรึกษาโครงการ นายเมธิน ศิริวงศ์ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8  
นายประศาสน์ สุทธารักษ์ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8

ผู้ร่วมดำเนินการ นายพัฒนพงษ์ เกิดหล้า กลุ่มวิชาการฯ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8  
นางชุตินา จันทร์เจริญ กลุ่มวิชาการฯ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8  
นางทรายแก้ว อนาคต กลุ่มวิชาการฯ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8  
นายสาธิต กาละพวง กลุ่มวิชาการฯ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8

เริ่มต้น ตุลาคม พ.ศ. 2553 สิ้นสุด กันยายน พ.ศ. 2556

สถานที่ดำเนินการ พิกัด ชุดดิน กลุ่มชุดดิน ชนิดดิน  
จังหวัดพิจิตร อำเภอโพทะเล 1778451N 637767E หล่มสัก 15 ร่วนเหนียวปน  
ตำบลท่าบัว บ้านท่าบัว ทรายแป้ง

### ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งสิ้น

| ปีงบประมาณ | งบบุคลากร | งบดำเนินงาน | รวม     |
|------------|-----------|-------------|---------|
| 2554       | -         | 75,000      | 75,000  |
| 2555       | -         | 100,000     | 100,000 |
| 2556       | -         | 100,000     | 100,000 |

แหล่งงบประมาณที่ใช้ กรมพัฒนาที่ดิน

พร้อมนี้ได้แนบรายละเอียดประกอบตามฟอร์มที่กำหนดมาแล้วด้วย

ลงชื่อ.....  
(นางสาวพิลาสลักษณ์ ลุ่นลิ้ว)  
ผู้รับผิดชอบโครงการ

ลงชื่อ.....  
(.....)

ประธานคณะกรรมการกลั่นกรองผลงานวิชาการของหน่วยงานต้นสังกัด

วัน เดือน พ.ศ.

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 54-56-03-09-040000-022-102-03-11

ชื่อโครงการวิจัย การตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดินด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์  
Response of Lime Yield from Soil Management with Compost and Dolomite

กลุ่มชุดดินที่ กลุ่มชุดดินที่ 15 (Soil group no. 15) ชุดดินหล่มสัก

|              |                            |                          |
|--------------|----------------------------|--------------------------|
| ผู้ดำเนินการ | นางสาวพิลาสลักษณ์ ลุ่นลิ้ว | Miss. Pilatluk Lunliu    |
|              | นายพัฒนพงษ์ เกิดหล้า       | Mr. Patpong Kirdlum      |
|              | นางชุตินา จันทรเจริญ       | Mrs. Chutima Chancharoen |
|              | นางทรายแก้ว อนากาศ         | Mrs. Saikaew Anakad      |
|              | นายสาธิต กาละพวก           | Mr. Sathit Kalapuak      |

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) การตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดินด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์ในจังหวัดพิจิตร (2) สมบัติทางเคมีของดินจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และการใช้ปุ๋ยเคมีในพื้นที่จังหวัดพิจิตร ทำการทดลองในตำบลท่าบัว อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 สิ้นสุดเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 7 ดำรับการทดลอง 3 ซ้ำ ประกอบด้วย ดำรับการทดลองที่ 1 วิถีเกษตรกร ดำรับการทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ดำรับการทดลองที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ย ดำรับการทดลองที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ดำรับการทดลองที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ดำรับการทดลองที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ย และปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และดำรับการทดลองที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์ อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ย และปุ๋ยหมักที่ขยายด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้น

ผลการศึกษาพบว่า ผลผลิตมะนาวในปีที่ 2 ซึ่งเริ่มให้ผลผลิตในเป็นครั้งแรก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งดำรับการทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (สูตร 13-13-21 อัตรา 1.7 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และสูตร 46-0-0 อัตรา 400 กรัมต่อต้นต่อปี) ให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 372.80 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ดำรับการทดลองที่ 4 ให้ผลผลิตเท่ากับ 236.00 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนดำรับการทดลองที่ 6 ให้ผลผลิตต่ำสุดเท่ากับ 22.40 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินในปีที่ 1 2 และ 3 พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avai. P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exch. K) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปัจจัยที่ใส่ลงไปในดิน

### หลักการและเหตุผล

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

ประเทศไทยปลูกมะนาวได้ทุกภาค เนื่องจากเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ดีในดินเกือบทุกชนิด เช่น ดินเหนียว ดินทราย ดินปนทราย แม้กระทั่งดินลูกรัง แต่ต้องมีการระบายน้ำได้ดี 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) จากการสำรวจของส่วนวางแผนการใช้ที่ดินสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 พบว่า พื้นที่ที่มีการปลูกมะนาวมากในจังหวัดพิจิตรมีหลายอำเภอด้วยกัน เช่น อำเภอโพทะเล อำเภอตะพานหิน และบางส่วนของอำเภอเมือง แต่เนื่องจากดินที่มีการปลูกมะนาวในจังหวัดพิจิตรนั้นส่วนใหญ่เป็นดินกรด ดินมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำหรือค่อนข้างต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) ทำให้ผลผลิตและคุณภาพที่ได้ของมะนาวก็ต่ำลงไปด้วย เนื่องจากสภาพดินไม่เหมาะสม เกษตรกรส่วนใหญ่แก้ปัญหาโดยการใส่ปุ๋ยเคมีในปริมาณที่สูงเกินความต้องการของมะนาว ทำให้ดินเกิดปัญหาเสื่อมโทรม และเกษตรกรประสบปัญหาภาวะขาดทุน ซึ่งหากไม่ได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการดินที่ถูกต้องก็จะทำให้เกิดการสูญเสียรายได้ และเกิดความเสื่อมโทรมยิ่งขึ้นของทรัพยากรดิน ดังนั้นการศึกษาถึงการตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดินด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์ในจังหวัดพิจิตร จะทำให้ได้แนวทางในการจัดการดินที่เหมาะสมในพื้นที่ปลูกมะนาว วิธีการในการผลิตมะนาวทั้งในด้านการลดต้นทุนการผลิต การเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมะนาว หรืออาจเน้นการผลิตที่ปลอดภัยต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม นำไปสู่ระบบการผลิตที่ยั่งยืนต่อไป

### วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดินด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์ในจังหวัดพิจิตร
2. ศึกษาสมบัติทางเคมีของดินจากการใช้ปุ๋ย ปุ๋ยอินทรีย์ และการใช้ปุ๋ยเคมีในพื้นที่จังหวัดพิจิตร

## ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาการตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดินด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์ในจังหวัดพิจิตร โดยดำเนินการทดลองร่วมกับเกษตรกรผู้ปลูกมะนาวในตำบลท่าบัว อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร โดยเริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2556

## การตรวจเอกสาร

มะนาว (common lime, Lime) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus aurantifolia* (Christmann) Swing. (ปิยะ, 2544) เป็นพืชพื้นเมืองในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผู้คนในภูมิภาคนี้รู้จักและใช้ประโยชน์จากมะนาวมาช้านาน น้ำมะนาวนอกจากใช้ปรุงรสเปรี้ยวในอาหารหลายประเภทแล้ว ยังนำมาใช้เป็นเครื่องดื่มผสมเกลือ และน้ำตาล เป็นน้ำมะนาว ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีทั้งในประเทศไทย และต่างประเทศทั่วโลกโดยเฉพาะภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และภายหลังจากที่ประเทศไทยและจีนได้เจรจาเปิดเสรีการค้า (FTA) ก็ทำให้มีการแลกเปลี่ยนสินค้าระหว่างสองประเทศเพิ่มมากขึ้น สินค้าเกษตรของไทยที่มีโอกาสขยายตัวขึ้นก็คือ ลองกอง และมะนาว โดยเฉพาะมะนาวกำลังเป็นที่ต้องการสูงในประเทศจีน มะนาวไทยที่ส่งไปขายประเทศจีนมีราคาสูงถึงผลละ 30 บาท (ปรัชญา, 2548) ซึ่งหากประเทศไทยสามารถผลิตมะนาวได้มากขึ้นก็จะทำให้มีโอกาสส่งออกมะนาวมากขึ้นด้วย

ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะนาวทั้งหมด 140,000 ไร่ ผลผลิตมะนาวทั้งประเทศมีประมาณ 3 ล้านผล โดยแหล่งปลูกมะนาวของไทยกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ แหล่งปลูกมะนาวแหล่งใหญ่ที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักกันดีในบ้านเรา คือ จังหวัดเพชรบุรีและสมุทรสาคร ซึ่งมีการปลูกมะนาวเพื่อสร้างรายได้มานาน แหล่งผลิตมะนาวแหล่งใหม่ที่มีการขยายตัวมากขึ้นจนกลายเป็นแหล่งผลิตใหญ่อีกแห่งหนึ่งในปัจจุบันนี้คือ แหล่งผลิตในจังหวัดพิจิตร ที่มีการปลูกมะนาวกันมานานนับสิบปีมาแล้ว แต่เพิ่งมีการขยายพื้นที่มากจนทำให้เป็นแหล่งผลิตใหญ่ระดับประเทศเมื่อสัก 3-4 ปีมานี้ ส่วนใหญ่แหล่งผลิตมะนาวในจังหวัดพิจิตรเป็นดินกรด (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 และคณะ, 1981) ทำให้ฟอสเฟตในดินถูกตรึงอยู่ในรูปเหล็กและอลูมิเนียมฟอสเฟต ซึ่งพืชเอาไปใช้ประโยชน์ได้ยาก เมื่อใส่ปุ๋ยลงไปดินกรด ปุ๋ยส่วนใหญ่จะทำปฏิกิริยากับเหล็ก และอลูมิเนียมเสียหมด ทำให้เหลือส่วนที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง ระดับ pH 6.0-7.0 นับว่าเหมาะสมที่สุดสำหรับฟอสเฟตในดินที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ เพราะฟอสฟอรัสจะถูกละลายน้อยที่สุด ถ้า pH สูงกว่า 7.0 ฟอสเฟตจะถูกตรึงเพราะทำปฏิกิริยากับแคลเซียม แมกนีเซียม และคาร์บอนเนตของธาตุทั้งสองด้วย (วิจิตร, 2552)

มาตรการจัดการเพื่อลดความเสียหายที่เกิดจากความรุนแรงของกรดในดินมีหลายแนวทาง ได้แก่ การใช้ปูน การจัดการอินทรีย์วัตถุ การเลือกชนิดและพันธุ์พืชที่ทนความเป็นกรด การปรับสภาวะธาตุอาหารพืชในดินให้เพียงพอและมีประสิทธิภาพ การจัดการผิวหน้าดินให้เหมาะสม ปรับปรุงสภาวะแวดล้อมของดินรอบๆ รากพืชได้ชั้นโพรวนให้เหมาะสม 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 ดังนั้นเมื่อใส่ปูนลงไปดินที่เป็นกรด จึงมีผลช่วยให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์นั้นดีขึ้นด้วย มีการเกิด การเน่าเปื่อยผุพังของอินทรีย์วัตถุในดิน เช่น aminization, ammonification และ nitrification ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชก็จะถูกปลดปล่อยออกมา นอกจากนั้นขบวนการ nitrogen fixation ทั้งพวก symbiotic และ non symbiotic จะดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อระดับ pH ของดินเป็นกรดอย่างอ่อนถึงปานกลาง (เจริญ และคณะ, 2540)

โดโลไมท์ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า แคลเซียมแมกนีเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) ช่วยในการปรับค่าความสมดุลของดินและน้ำให้มีความปกติ การใส่โดโลไมท์เป็นการแก้ปัญหาเพื่อลดระดับความรุนแรงของกรดในดินและน้ำ ทำให้ธาตุอาหารพืชละลายได้ดี ช่วยเพิ่มธาตุอาหารแคลเซียมและแมกนีเซียมให้แก่พืช ช่วยในการแบ่งเซลล์พืช เร่งการเจริญเติบโต ทำให้พืชแข็งแรง มีความต้านทานโรคสูง ช่วยในการปรับปรุงบำรุงดินทำให้โครงสร้างดินดี ร่วนซุย มีรูพรุนให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก วิธีการและอัตราการใส่โดโลไมท์สำหรับไม้ยืนต้นและไม้ผลให้รอกันหลุมประมาณ 2-3 ชีด ถ้าพืชอายุ 1-5 ปีให้ใส่ประมาณ 1-2 กิโลกรัม และสำหรับไม้ผลที่ออกผลแล้วและไม้ผลที่มีปัญหาให้ใส่ตามอายุอัตราส่วน 1 ปีต่อ 1 กิโลกรัม (ปิยะ, 2553)

ปุ๋ยหมักเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการปรับปรุงสภาพหรือลักษณะของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ช่วยทำให้ดินนั้นมีสภาพร่วนซุยมากขึ้น ไม่อัดตัวกันแน่นทึบ ทำให้ดินมีสภาพการระบายน้ำระบายอากาศดีขึ้น ช่วยลดการแพร่กระจายของเชื้อโรค ทั้งยังช่วยให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำ รากพืชเจริญเติบโตได้รวดเร็ว แข็งแรง แตกแขนงได้มาก มีระบบรากที่สมบูรณ์ ดูดซับแร่ธาตุอาหารหรือน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ปุ๋ยหมักยังสามารถช่วยปรับปรุงลักษณะดินในแง่อื่น ๆ อีก เช่น ช่วยลดการจับตัวเป็นแผ่นแข็งของหน้าดิน ทำให้การงอกของเมล็ดหรือการซึมของน้ำลงไปในดินสะดวกขึ้น ช่วยลดการไหลบ่าของน้ำ

เวลาฝนตก เป็นการลดการพัดพาหน้าดินที่อุดมสมบูรณ์ไป ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งแร่ธาตุอาหารที่จะปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาให้แก่พืชอย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอ การใช้ปุ๋ยหมักมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อปรับปรุงสภาพของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ควรใส่ปุ๋ยหมักในปริมาณที่มากเพียงพอและสม่ำเสมอ สำหรับอัตราการใส่ปุ๋ยหมักในไม้ผลหรือไม้ยืนต้นนั้น ถ้าใช้ในการเตรียมหลุมปลูกควรชุดหลุมให้ลึก แล้วใส่ปุ๋ยหมัก 1 ส่วนผสมคลุกเคล้ากับดินที่ขุดจากหลุม 2-3 ส่วน ใส่กลับลงไปเป็นหลุมเพื่อใช้ปลูกพืชต่อไป ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักสำหรับไม้ผลที่เจริญเติบโตแล้วอาจทำได้โดยการพรวนดินรอบ ๆ ต้น ห่างจากโคนต้นประมาณ 2-3 ฟุต ออกไปจนถึงนอกทรงพุ่มของต้นประมาณ 1 ฟุต พรวนดินให้ลึกประมาณ 2 นิ้ว โรยปุ๋ยหมักให้หนาประมาณ 1 นิ้ว หรือมากกว่า ใช้จอบผสมคลุกเคล้าให้เข้ากับดิน แล้วรดน้ำหรือจะใช้วิธีชุดร่อรอบ ๆ ทรงพุ่มของต้นให้ลึกประมาณ 30-50 เซนติเมตร แล้วใส่ปุ๋ยหมักลงไปในรอบประมาณ 40-50 กิโลกรัมต่อต้น ใช้ดินกลบแล้วรดน้ำ ซึ่งการใส่ปุ๋ยหมักตามวิธีดังกล่าวนี้เป็นการใส่ปีละครั้ง และเมื่อต้นไม้มีขนาดโตขึ้นก็ควรเพิ่มปริมาณปุ๋ยหมักตามขนาดของต้นไม้ด้วย (ขวลิต, 2552) สำหรับคำแนะนำในการให้ปุ๋ยพืชตระกูลส้ม จากเกษตรที่ดีที่เหมาะสมหรือ GAP ของกรมวิชาการเกษตร แนะนำว่าควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต้นละ 10-20 กิโลกรัม สำหรับปีแรก และ 20-50 กิโลกรัม สำหรับปีที่ 2-4 โดยใส่ปีละครั้งช่วงปลายฤดูฝน (วิจิตร, 2552)

สารเร่งชูปเปอร์ พด. 3 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีความสามารถควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช โดยมีคุณสมบัติเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อสาเหตุโรคพืชในดิน มีความสามารถป้องกันหรือยับยั้งการเจริญหรือการระบาดของเชื้อโรคพืชที่ทำให้เกิดอาการรากเน่าโคนเน่าของพืช โดยวิธีการแข่งขันการใช้อาหารเพื่อการเจริญได้ดีกว่าเชื้อโรคพืชหรือการเข้าทำลายเซลล์ของเชื้อโรคพืชโดยตรง และหรือการสร้างสารปฏิชีวนะยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคพืชและแปรสภาพแร่ธาตุในดินบางชนิดให้เป็นประโยชน์ต่อพืช ประกอบด้วยเชื้อไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* spp.) และบาซิลลัส (*Bacillus* spp.) สำหรับส่วนผสมในการขยายเชื้อสารเร่งชูปเปอร์ พด. 3 ได้แก่ ปุ๋ยหมัก 100 กิโลกรัม รำข้าว 1 กิโลกรัม และสารเร่งชูปเปอร์ พด. 3 จำนวน 1 ซอง (25 กรัม) ทำการขยายเชื้อสารเร่งชูปเปอร์ พด. 3 โดยผสมสารเร่งชูปเปอร์ พด. 3 ในน้ำ 5 ลิตร คนให้เข้ากันนาน 5 นาที แล้วรดสารเร่งชูปเปอร์ พด. 3 ลงในกองปุ๋ยหมักและรำข้าวที่เตรียมไว้ คลุกเคล้าให้เข้ากัน ตั้งกองปุ๋ยหมักเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้มีความสูง 50 เซนติเมตร และใช้วัสดุคลุมกองปุ๋ย เพื่อรักษาความชื้นให้ได้ 60-70 เปอร์เซ็นต์ กองปุ๋ยหมักให้อยู่ในที่ร่มเป็นเวลา 7 วัน สังเกตจากลักษณะสปอร์และเส้นใยสีขาวเจริญบนกองปุ๋ยหมัก จึงนำไปใส่พื้นที่เพาะปลูกได้ โดยระวังไม่ให้มีน้ำท่วมขังในพื้นที่เพาะปลูก อัตราที่เหมาะสมที่แนะนำให้ใช้สำหรับไม้ผลหรือไม้ยืนต้น คือจำนวน 6 กิโลกรัมต่อต้นโดยการหว่านให้ทั่วภายใต้ทรงพุ่ม และถ้ากรณีเตรียมหลุมปลูกแนะนำให้คลุกเคล้ากับดินในหลุม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

จากรายงานผลการศึกษาดูงานการจัดการชุดดินเชิงราย (กลุ่มชุดดินที่ 6) เพื่อการปลูกข้าวในภาคเหนือของประเทศไทย ผลการทดลองพบว่า การปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 1 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์ อัตรา 1 ตันต่อไร่ มีแนวโน้มทำให้ข้าว กข.6 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 639 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกข้าวโดยไม่ใส่ปุ๋ย การใช้ปุ๋ยคอก อัตรา 1 ตันต่อไร่ การใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ หรือการใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยโดโลไมท์อัตรา 1 ตันต่อไร่ แต่ผลผลิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวในปีสุดท้าย 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. ผู้ดำเนินการ
  - 2.1 นางสาวพิลาสลักษณ์ ลุ่นลิว ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ  
มีหน้าที่ ดำเนินงานแปลงวิจัย รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและเขียนรายงาน  
ปฏิบัติงาน 80%
  - 2.2 นายพัฒนพงษ์ เกิดหล้า ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ  
มีหน้าที่ เก็บข้อมูล จัดเตรียมวัสดุทดลอง ปฏิบัติงาน 5%
  - 2.3 นางชุติมา จันทรเจริญ ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ  
มีหน้าที่ เก็บข้อมูล จัดเตรียมวัสดุทดลอง ปฏิบัติงาน 5%
  - 2.4 นางทรายแก้ว อนาคต ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการ  
มีหน้าที่ เก็บข้อมูล จัดเตรียมวัสดุทดลอง ปฏิบัติงาน 5%
  - 2.5 นายสาธิต กาละพวง ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ  
มีหน้าที่ เก็บข้อมูล จัดเตรียมวัสดุทดลอง ปฏิบัติงาน 5%

### 3. สภาพพื้นที่

แปลงทดลองจำแนกอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 15 ชุดดินหล่มสัก เกิดจากตะกอนน้ำพาใหม่บนที่ราบน้ำท่วมถึง มีความลาดชันน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ มีการระบายน้ำเร็ว ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านและการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเร็ว ระดับน้ำใต้ดินต่ำกว่า 2 เมตรในฤดูแล้งและมีน้ำท่วมขัง 4-5 เดือน ในช่วงฤดูฝน ดินบนลึกไม่เกิน 30 ซม. มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแข็งหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแข็งสีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลเข้ม พบจุดประสีเหลืองและสีน้ำตาลตามรอยรากพืช ปฏิบัติการดินเป็นกลางถึงกรดปานกลาง (pH 6.0-7.0) ซึ่งเมื่อใช้ทำนาจะให้ผลผลิตข้าวอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง สำหรับปัญหาและข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ ได้แก่ น้ำท่วมในบางปี การระบายน้ำค่อนข้างเร็ว จึงไม่สามารถปลูกพืชไร่ ไม้ผลและพืชผักได้ในฤดูฝน หากจะใช้ปลูกพืชดังกล่าวต้องมีการปรับปรุงโดยการทำคันดินรอบพื้นที่เพื่อป้องกันน้ำท่วม มีการยกทรงปลูกเพื่อช่วยการระบายน้ำ นอกจากนี้ดินยังขาดธาตุอาหารพืชบางธาตุ จึงต้องใส่ทั้งปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

## อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

### 1. อุปกรณ์

- 1.1 ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 13-13-21 46-0-0 และ 0-0-60
- 1.2 ปุ๋ยหมัก
- 1.3 ปูนโดโลไมท์

- 1.4 สารเร่ง พด. 3
- 1.5 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน
- 1.6 เครื่องชั่ง
- 1.7 ไม้วัดความสูง
- 1.8 ถังพลาสติก
- 1.9 สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช

## 2. วิธีดำเนินงาน

### 2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCBD) จำนวน 7 ตำรับการทดลอง 3 ซ้ำ ตามตำรับการทดลองดังนี้

ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร

ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน

ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้น

ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายด้วยสารเร่ง พด.3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้น

ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้น

ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายด้วยสารเร่ง พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้น

หมายเหตุ 1. โดโลไมท์ใส่ขณะเตรียมดินในปีแรก

2. ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักที่ขยายด้วยสารเร่ง พด.3 แบ่งใส่ปีละ 2 ครั้ง

3. ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร ได้แก่ สูตร 15-15-15 อัตรา 300 กรัมต่อต้นต่อปี ร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี

4. โดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดินเท่ากับ 392 กิโลกรัมต่อไร่

5. ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ได้แก่

- สูตร 13-13-21 อัตรา 1.7 กิโลกรัมต่อต้น

- สูตร 46-0-0 อัตรา 400 กรัมต่อต้น

6. ผลวิเคราะห์ปุ๋ยหมัก ได้แก่

- ไนโตรเจน (%) 1.47

- ฟอสฟอรัส (%) 1.51

- โพแทสเซียม (%) 1.92

## 2.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. สำรวจพื้นที่ตามกลุ่มชุดดินที่กำหนด คือกลุ่มดินชุดที่ 15 ในจังหวัดพิจิตร
2. คัดเลือกพื้นที่ปลูกมะนาวในพื้นที่เกษตรกรจังหวัดพิจิตร
3. ประสานกับเกษตรกรที่ร่วมโครงการวิจัย ถ่ายทอดความรู้ให้เกษตรกรที่ร่วมโครงการวิจัยทราบถึงหลักการเหตุผลที่ทำการวิจัย
4. เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร จำนวน 1 ตัวอย่างต่อซ้ำ
5. วิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของดิน ได้แก่ ค่าปฏิกิริยาของดิน (ค่า pH ของดิน) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%OM) ปริมาณความต้องการปูนของดิน (Lime requirement) ปริมาณของฟอสฟอรัส (P) และปริมาณของโพแทสเซียม (K)
6. เตรียมปุ๋ย และวัสดุปรับปรุงดินที่ใช้ในการทดลอง คือ ปุ๋ยเคมี (ตามค่าวิเคราะห์ดิน) ปูนโดโลไมท์ (ตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปูนของดิน) ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยหมักที่ขยายด้วยสารเร่ง พด. 3
7. ปลูกมะนาว โดยใช้มะนาว จำนวน 210 ต้น (7 ตำรับการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ใช้ตัวอย่างจำนวน 10 ต้นต่อตำรับการทดลอง)
8. ใส่ปุ๋ย และสารปรับปรุงดินสำหรับมะนาวตามตำรับการทดลอง
9. การดูแลรักษา สำรวจแปลง และกำจัดวัชพืชอย่างสม่ำเสมอ
10. เก็บตัวอย่างดินเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติเคมีของดินทุก 3 เดือน
11. การบันทึกข้อมูล
  - 11.1 ข้อมูลดิน ได้แก่ สมบัติทางเคมีของดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินแบบทำลายโครงสร้างดิน ความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรจากผิวดิน เพื่อหาค่าปฏิกิริยาของดิน (ค่า pH ของดิน) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%OM) ปริมาณความต้องการปูนของดิน (Lime requirement) ปริมาณของฟอสฟอรัส (P) และปริมาณของโพแทสเซียม (K)
  - 11.2 ข้อมูลพืช เก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของมะนาว เช่น วัดความสูง ความกว้างของทรงพุ่ม และผลผลิตต่อไร่
12. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีทางสถิติ (ANOVA: Analysis of Variance) และหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)
13. เขียนรายงานผลการวิจัย
  - เขียนรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์เมื่อสิ้นสุดโครงการภายในปี 2556

## ผลการทดลอง

จากการศึกษาการตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดินด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์ จังหวัด พิจิตร ปรากฏผลดังนี้

### 1. การเจริญเติบโตและผลผลิตมะนาว

งานวิจัยนี้ทำการทดลองเป็นเวลา 3 ปี คือตั้งแต่ปี 2554-2556 โดยใช้มะนาวพันธุ์แป้นรำไพ มีการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงและความกว้างทรงพุ่มของมะนาวในทุกๆเดือน แต่ในที่นี้จะแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสูงของมะนาว ทุก 2 เดือน ส่วนข้อมูลผลผลิตมะนาว ซึ่งเริ่มเก็บผลผลิตได้บางส่วนในปีที่ 2 สำหรับในปี 3 เกิดการระบาดของโรคแคงเกอร์ ทำให้ผลมะนาวซึ่งใกล้ระยะเก็บเกี่ยวร่วงเสียหายทั้งแปลงจึงไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ดังนั้นจึงแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะปีที่ 2 ดังนี้

#### 1.1 ความสูงของมะนาว

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความสูงของมะนาวในปีที่ 1 (2554) พบว่า

เดือนที่ 1 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 41.67-52.47 เซนติเมตร โดยทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 52.47 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าเท่ากับ 41.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

เดือนที่ 3 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 42.67-57.25 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 6 มีความแตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 6 มีค่าเท่ากับ 57.25 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าเท่ากับ 42.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

เดือนที่ 5 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 53.33-63.61 เซนติเมตร โดยทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 มีค่าเท่ากับ 63.61 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าเท่ากับ 53.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

เดือนที่ 7 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 59.00-68.30 เซนติเมตร โดยทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความสูงมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 68.30 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่ 7 มีความสูงมะนาวต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 59.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

เดือนที่ 9 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 70.67-101.67 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 2 และ 4 มีความแตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 1 3 5 6 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 101.67 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 6 มีค่าเท่ากับ 70.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ความสูงของมะนาว ปีที่ 1 (2554)

| ตำรับที่ | ความสูง (cm) |              |              |              |              |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|          | อายุ 1 เดือน | อายุ 3 เดือน | อายุ 5 เดือน | อายุ 7 เดือน | อายุ 9 เดือน |
| 1        | 51.22        | 51.94ab      | 63.61        | 63.67        | 78.39b       |
| 2        | 52.47        | 55.37ab      | 63.00        | 68.30        | 101.67a      |
| 3        | 49.67        | 51.28ab      | 59.19        | 64.64        | 77.94b       |
| 4        | 46.83        | 51.58ab      | 63.33        | 64.08        | 95.19a       |
| 5        | 45.94        | 51.46ab      | 60.59        | 59.31        | 71.89b       |
| 6        | 52.25        | 57.25a       | 63.32        | 66.33        | 70.67b       |
| 7        | 41.67        | 42.67b       | 53.33        | 59.00        | 73.00b       |
| CV (%)   | 12.4         | 12.8         | 11.0         | 15.8         | 10.8         |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสตรัมเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความสูงของมะนาวในปีที่ 2 (2555) พบว่า

เดือนที่ 11 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 75.50-124.67 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 2 3 และ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 124.67 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 75.50 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

เดือนที่ 13 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 77.50-134.83 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 3 5 และ 7 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าเท่ากับ 134.83 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 77.50 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

เดือนที่ 15 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 95.50-158.00 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 2 และ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 158.00 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 95.50 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

เดือนที่ 17 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 104.33-175.00 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 3 5 และ 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 3 มีค่าเท่ากับ 175.00 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 104.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

เดือนที่ 19 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 156.20-188.06 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 1 และ 7 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 มีค่าเท่ากับ 188.06 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าเท่ากับ 156.20 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

เดือนที่ 21 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 176.67-193.89 เซนติเมตร โดยทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 มีค่า

เท่ากับ 193.89 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 และ 7 มีค่าเท่ากับ 176.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ความสูงของมะนาว ปีที่ 2 (2555)

| ดำรับที่ | ความสูง (cm)  |               |               |               |               |               |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|          | อายุ 11 เดือน | อายุ 13 เดือน | อายุ 15 เดือน | อายุ 17 เดือน | อายุ 19 เดือน | อายุ 21 เดือน |
| 1        | 120.00ab      | 122.11ab      | 136.94ab      | 165.00a       | 188.06a       | 193.89        |
| 2        | 124.67a       | 134.33a       | 158.00a       | 150.00ab      | 167.33ab      | 176.67        |
| 3        | 92.56d        | 110.00b       | 116.33bc      | 175.00a       | 175.00ab      | 187.50        |
| 4        | 100.00cd      | 106.67b       | 147.92a       | 170.22a       | 172.11ab      | 173.89        |
| 5        | 75.50e        | 77.50c        | 95.50c        | 104.33c       | 178.37ab      | 181.33        |
| 6        | 106.08cd      | 112.67ab      | 116.6bc       | 131.67b       | 182.92ab      | 189.17        |
| 7        | 110.00bc      | 134.83a       | 151.50a       | 154.83ab      | 156.20b       | 176.67        |
| CV (%)   | 7.2           | 10.3          | 12.5          | 7.2           | 8.0           | 13.3          |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความสูงของมะนาวในปีที่ 3 (2556) พบว่า

เดือนที่ 23 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 177.27-201.67 เซนติเมตร โดยดำรับการทดลองที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 1 มีค่าเท่ากับ 201.67 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 และ 7 มีค่าเท่ากับ 177.27 เซนติเมตร (ตารางที่ 3)

เดือนที่ 25 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 184.67-205.28 เซนติเมตร โดยทุกดำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 1 มีค่าเท่ากับ 205.28 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 184.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 3)

เดือนที่ 27 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 187.33-212.83 เซนติเมตร โดยทุกดำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 1 มีค่าเท่ากับ 212.83 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 187.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 3)

เดือนที่ 29 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 189.33-222.50 เซนติเมตร โดยดำรับการทดลองที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 1 มีค่าเท่ากับ 222.50 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 189.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 3)

เดือนที่ 31 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 197.00-225.00 เซนติเมตร โดยทุกดำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 1 มีค่าเท่ากับ 225.00 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 197.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 3)

เดือนที่ 33 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 201.67-226.67 เซนติเมตร โดยดำรับการทดลองที่ 1 มีความแตกต่างกับดำรับการทดลองที่ 4 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 1 มีค่าเท่ากับ 226.67 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 4 มีค่าเท่ากับ 201.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 3)

เดือนที่ 35 ความสูงของมะนาวอยู่ในช่วง 204.44-240.00 เซนติเมตร โดยทุกดำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 1 มีค่าเท่ากับ 240.00 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่มีความสูงของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 4 มีค่าเท่ากับ 204.44 เซนติเมตร (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ความสูงของมะนาว ปีที่ 3 (2556)

| ดำรับที่ | ความสูง (cm)     |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|----------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|          | อายุ<br>23 เดือน | อายุ<br>25 เดือน | อายุ<br>27 เดือน | อายุ<br>29 เดือน | อายุ<br>31 เดือน | อายุ<br>33 เดือน | อายุ<br>35 เดือน |
| 1        | 201.67a          | 205.28           | 212.83           | 222.50a          | 225.00           | 226.67a          | 240.00           |
| 2        | 177.27b          | 184.67           | 187.33           | 189.33b          | 197.00           | 213.33ab         | 220.00           |
| 3        | 189.17ab         | 190.00           | 192.50           | 194.58ab         | 197.22           | 210.33ab         | 215.00           |
| 4        | 181.67ab         | 186.67           | 192.89           | 196.67ab         | 198.33           | 201.67b          | 204.44           |
| 5        | 186.67ab         | 187.22           | 200.00           | 201.11ab         | 205.61           | 209.44ab         | 211.67           |
| 6        | 190.00ab         | 191.25           | 191.67           | 213.33ab         | 201.42           | 202.92b          | 211.50           |
| 7        | 189.17ab         | 191.67           | 195.00           | 196.67ab         | 201.67           | 205.00ab         | 208.33           |
| CV (%)   | 5.8              | 7.6              | 6.7              | 8.0              | 9.0              | 5.6              | 10.5             |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

## 1.2 ความกว้างของทรงพุ่ม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความกว้างทรงพุ่มของมะนาวในปีที่ 1 (2554) พบว่า

เดือนที่ 5 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 45.03-78.00 เซนติเมตร โดยดำรับการทดลองที่ 4 และ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งดำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 4 มีค่าเท่ากับ 78.00 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 45.03 เซนติเมตร (ตารางที่ 4)

เดือนที่ 7 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 51.90-89.83 เซนติเมตร โดยดำรับการทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกับดำรับการทดลองที่ 3 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งดำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 89.83 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 51.90 เซนติเมตร (ตารางที่ 4)

เดือนที่ 9 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 59.33-110.00 เซนติเมตร โดยดำรับการทดลองที่ 2, 4 มีความแตกต่างกับดำรับการทดลองที่ 3 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งดำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 4 มีค่าเท่ากับ 110.00 เซนติเมตร ส่วนดำรับการ

ทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 59.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาว ปีที่ 1

| ดำรับที่ | ความกว้างทรงพุ่ม (cm) |              |              |
|----------|-----------------------|--------------|--------------|
|          | อายุ 5 เดือน          | อายุ 7 เดือน | อายุ 9 เดือน |
| 1        | 69.00ab               | 78.06ab      | 90.72ab      |
| 2        | 59.30bcd              | 89.83a       | 105.00a      |
| 3        | 51.44cd               | 54.72c       | 63.89c       |
| 4        | 78.00a                | 78.42ab      | 110.00a      |
| 5        | 45.03d                | 51.90c       | 59.33c       |
| 6        | 65.25abc              | 68.92bc      | 71.67bc      |
| 7        | 56.50bcd              | 62.17bc      | 76.83bc      |
| CV (%)   | 14.6                  | 13.3         | 15.0         |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความกว้างทรงพุ่มของมะนาวในปีที่ 2 (2555) พบว่า

เดือนที่ 11 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 77.00-146.33 เซนติเมตร โดยดำรับการทดลองที่ 2 และ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งดำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 146.33 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 77.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 5)

เดือนที่ 13 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 77.61-166.67 เซนติเมตร โดยดำรับการทดลองที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างกับดำรับการทดลองที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งดำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 166.67 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 96.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 5)

เดือนที่ 15 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 98.00-166.67 เซนติเมตร โดยดำรับการทดลองที่ 1 4 และ 6 มีความแตกต่างกับดำรับการทดลองที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งดำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 166.67 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 98.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 5)

เดือนที่ 17 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 138.75-223.33 เซนติเมตร โดยดำรับการทดลองที่ 4 และ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งดำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวสูงที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 4 มีค่าเท่ากับ 223.33 เซนติเมตร ส่วนดำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวต่ำที่สุด คือ ดำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 138.75 เซนติเมตร (ตารางที่ 5)

เดือนที่ 19 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 215.00-274.00 เซนติเมตร โดยทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 274.00 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 215.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 5)

เดือนที่ 21 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 243.33-298.33 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 1 2 และ 3 มีความแตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 มีค่าเท่ากับ 298.33 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าเท่ากับ 243.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาว ปีที่ 2

| ตำรับที่ | ความกว้างทรงพุ่ม (cm) |               |               |               |               |               |
|----------|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|          | อายุ 11 เดือน         | อายุ 13 เดือน | อายุ 15 เดือน | อายุ 17 เดือน | อายุ 19 เดือน | อายุ 21 เดือน |
| 1        | 134.17ab              | 143.33a       | 166.67a       | 211.67ab      | 273.61        | 298.33a       |
| 2        | 146.33a               | 153.67a       | 159.17a       | 200.67ab      | 274.00        | 290.00a       |
| 3        | 128.11ab              | 141.67ab      | 148.33ab      | 198.61ab      | 255.56        | 293.89a       |
| 4        | 116.67abc             | 133.75ab      | 162.92a       | 223.33a       | 260.00        | 281.67ab      |
| 5        | 77.00c                | 77.61c        | 98.00c        | 138.75c       | 215.00        | 260.00ab      |
| 6        | 114.58abc             | 127.50ab      | 165.00a       | 194.17ab      | 265.00        | 282.50ab      |
| 7        | 89.17bc               | 100.00bc      | 113.33bc      | 160.00bc      | 234.17        | 243.33b       |
| CV (%)   | 21.6                  | 17.3          | 17.0          | 11.0          | 13.5          | 8.0           |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความกว้างทรงพุ่มของมะนาวในปีที่ 3 (2556) พบว่า

เดือนที่ 23 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 172.78-257.70 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 1 2 3 และ 4 มีความแตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 มีค่าเท่ากับ 257.70 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 172.78 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

เดือนที่ 25 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 186.67-268.33 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 2 และ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 268.33 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 186.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

เดือนที่ 27 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 215.00-274.00 เซนติเมตร โดยทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 274.00 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 215.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

เดือนที่ 29 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 236.67-295.00 เซนติเมตร โดยทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 มีค่าเท่ากับ 295.00 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 236.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

เดือนที่ 31 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 243.33-298.33 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีความแตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 1 มีค่าเท่ากับ 298.33 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าเท่ากับ 243.33 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

เดือนที่ 33 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 246.67-305.00 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 1 2 3 และ 6 มีความแตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 305.00 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าเท่ากับ 246.67 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

เดือนที่ 35 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอยู่ในช่วง 261.00-325.00 เซนติเมตร โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 5 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวสูงที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากับ 325.00 เซนติเมตร ส่วนตำรับการทดลองที่มีความกว้างทรงพุ่มของมะนาวต่ำที่สุด คือ ตำรับการทดลองที่ 7 มีค่าเท่ากับ 261.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ความกว้างทรงพุ่มของมะนาว ปีที่ 3

| ตำรับที่ | ความกว้างทรงพุ่ม (cm) |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|----------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|          | อายุ<br>23 เดือน      | อายุ<br>25 เดือน | อายุ<br>27 เดือน | อายุ<br>29 เดือน | อายุ<br>31 เดือน | อายุ<br>33 เดือน | อายุ<br>35 เดือน |
| 1        | 257.70a               | 258.33ab         | 273.61           | 295.00           | 298.33a          | 301.00a          | 310.00ab         |
| 2        | 244.00a               | 268.33a          | 274.00           | 288.33           | 290.00a          | 305.00a          | 325.00a          |
| 3        | 233.33a               | 237.42ab         | 255.56           | 278.33           | 293.89a          | 300.97a          | 302.67ab         |
| 4        | 233.33a               | 243.33ab         | 260.00           | 270.00           | 281.67ab         | 286.67ab         | 290.67ab         |
| 5        | 172.78b               | 186.67c          | 215.00           | 236.67           | 260.00ab         | 271.67ab         | 272.78b          |
| 6        | 219.33ab              | 233.33ab         | 265.00           | 273.33           | 282.50ab         | 300.00a          | 308.33ab         |
| 7        | 205.00ab              | 215.00bc         | 234.17           | 240.00           | 243.33b          | 246.67b          | 261.00b          |
| CV (%)   | 12.9                  | 9.6              | 13.5             | 14.0             | 8.0              | 7.5              | 8.9              |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

### 1.3 ผลผลิตมะนาว

การเก็บข้อมูลผลผลิตของมะนาว ซึ่งเริ่มเก็บผลผลิตได้บางส่วนในปีที่ 2 สำหรับในปี 3 เกิดการระบาดของโรคแคงเกอร์ ทำให้ผลมะนาวซึ่งใกล้ระยะเก็บเกี่ยวร่วงเสียหายทั้งแปลงจึงไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ดังนั้นจึงแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลในเฉพาะปีที่ 2 ดังนี้

ในปีที่ 2 พบว่า ทุกตำรับการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นตำรับทดลองที่ 1 และ 7 ที่ไม่มีความแตกต่างกัน โดยตำรับการทดลองที่ให้ผลผลิตมะนาวสูงสุด คือตำรับการทดลองที่ 2 ให้ผลผลิตเท่ากับ 372.80 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนตำรับการทดลองที่ 6 ให้ผลผลิตต่ำที่สุด คือเท่ากับ 22.40 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลผลิตมะนาว ปีที่ 2

| ตำรับการทดลอง                                                                                                                                                                | ผลผลิตต่อไร่ (กก.) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร                                                                                                                                   | 23.80e             |
| ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน                                                                                                                                     | 372.80a            |
| ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน                                                                   | 161.87c            |
| ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้น                                                                                     | 236.00b            |
| ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายด้วยสารเร่งซูเปอร์ พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้น                                                      | 62.08d             |
| ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดินและปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้น                                 | 22.40e             |
| ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายด้วยสารเร่งซูเปอร์ พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้น | 29.33e             |
| CV (%)                                                                                                                                                                       | 11.7               |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

## 2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน

### 2.1 สมบัติของดินก่อนการทดลอง

จากการวิเคราะห์ดินก่อนเริ่มดำเนินการทดลอง พบว่า ดินมีความเป็นกรดจัด ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินเท่ากับ 5.4 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) อยู่ในระดับปานกลาง คือ 2.67 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avai. P) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch. K) อยู่ในระดับต่ำ คือ 11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยสมบัติของดินก่อนดำเนินการทดลอง

| สมบัติของดิน                                             | ผลการวิเคราะห์ |
|----------------------------------------------------------|----------------|
| ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)                              | 5.4            |
| ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%OM)                                | 2.67           |
| ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ( $\text{mg kg}^{-1}$ )    | 11             |
| ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) | 20             |

## 2.2 สมบัติของดินภายหลังทำการทดลอง

การเก็บข้อมูลดินในแปลงวิจัย ได้เก็บตัวอย่างดินทุกๆ 3 เดือน ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

### 2.2.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน

การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ในปีที่ 1 (พ.ศ. 2554) พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 5.5-6.3 โดยทำการทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกับทำการทดลองที่ 3 5 6 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งทุกทำการทดลองมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้น โดยทำการทดลองที่ 7 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงสุดเท่ากับ 6.3 ส่วนทำการทดลองที่ 2 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำสุดเท่ากับ 5.5 (ตารางที่ 9)

ในปีที่ 2 (พ.ศ. 2555) พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 5.3-5.9 โดยทำการทดลองที่ 2 และ 7 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งทุกทำการทดลองมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงจากปีแรก ยกเว้นทำการทดลองที่ 1 โดยทำการทดลองที่ 7 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงสุดเท่ากับ 5.9 ส่วนทำการทดลองที่ 2 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำสุดเท่ากับ 5.3 (ตารางที่ 9)

ในปีที่ 3 (พ.ศ. 2556) พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 5.2-6.2 โดยทำการทดลองที่ 1 มีความแตกต่างกับทำการทดลองที่ 2 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งทำการทดลองที่ 1 3 และ 4 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้น ส่วนทำการทดลองที่ 2 และ 5 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงจากปีที่ 2 โดยทำการทดลองที่ 1 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงสุดเท่ากับ 6.2 และทำการทดลองที่ 2 มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำสุดเท่ากับ 5.2 (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปีที่ 1-3

| ตำรับการทดลอง                                                                                                                                                                | ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH 1:1) |         |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------|---------|
|                                                                                                                                                                              | ปีที่ 1                      | ปีที่ 2 | ปีที่ 3 |
| ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร                                                                                                                                   | 5.7bc                        | 5.8ab   | 6.2a    |
| ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน                                                                                                                                     | 5.5c                         | 5.3c    | 5.2c    |
| ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน                                                                   | 5.9b                         | 5.5cde  | 6.0ab   |
| ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้น                                                                                     | 5.8bc                        | 5.4de   | 5.5bc   |
| ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายด้วยสารเร่งซูเปอร์ พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้น                                                      | 5.8b                         | 5.6bcd  | 5.3c    |
| ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดินและปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้น                                 | 6.0b                         | 5.8 abc | 5.8ab   |
| ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายด้วยสารเร่งซูเปอร์ พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้น | 6.3a                         | 5.9a    | 5.9ab   |
| CV (%)                                                                                                                                                                       | 2.8                          | 2.8     | 5.3     |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

## 2.2.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%OM)

การวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%OM) ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ในปีที่ 1 (พ.ศ. 2554) พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในช่วง 1.68-1.90 เปอร์เซ็นต์ โดยทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลง โดยตำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดเท่ากับ 1.90 เปอร์เซ็นต์ และตำรับการทดลองที่ 6 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำสุดเท่ากับ 1.68 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10)

ในปีที่ 2 (พ.ศ. 2555) พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในช่วง 1.67-2.21 เปอร์เซ็นต์ โดยตำรับการทดลองที่ 1 มีความแตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งทุกตำรับการทดลองปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าเพิ่มขึ้นจากปีแรก ยกเว้นตำรับการทดลองที่ 1 โดยตำรับการทดลองที่ 3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดเท่ากับ 2.21 เปอร์เซ็นต์ และตำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำสุดเท่ากับ 1.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10)

ในปีที่ 3 (พ.ศ. 2556) พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ในช่วง 1.89 -2.05 เปอร์เซ็นต์ โดยทุกตำรับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งตำรับการทดลองที่ 1, 5 และ 6 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้น ส่วนตำรับการทดลองที่ 2 3 และ 7 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีปริมาณลดลงจากปีที่ 2 โดยตำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดเท่ากับ 2.03 เปอร์เซ็นต์ และตำรับการทดลองที่ 7 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำสุดเท่ากับ 1.89 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในปีที่ 1-3

| ตำรับการทดลอง                                                                                                                                                                | ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%OM) |         |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------|---------|
|                                                                                                                                                                              | ปีที่ 1                   | ปีที่ 2 | ปีที่ 3 |
| ตำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร                                                                                                                                   | 1.75                      | 1.67b   | 2.03    |
| ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน                                                                                                                                     | 1.79                      | 1.94ab  | 1.82    |
| ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน                                                                   | 1.77                      | 2.21a   | 1.91    |
| ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้น                                                                                     | 1.90                      | 2.10a   | 2.05    |
| ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายด้วยสารเร่งซูเปอร์ พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้น                                                      | 1.76                      | 1.85ab  | 1.92    |
| ตำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดินและปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้น                                 | 1.68                      | 1.89ab  | 1.99    |
| ตำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายด้วยสารเร่งซูเปอร์ พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้น | 1.84                      | 1.98ab  | 1.89    |
| CV (%)                                                                                                                                                                       | 12.0                      | 11.0    | 17.0    |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

### 2.2.3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ในปีที่ 1 (พ.ศ. 2554) พบว่า ปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในช่วง 9.67-30.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยตำรับการทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 4 6 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งทุกตำรับการทดลองปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าเพิ่มขึ้น ยกเว้นตำรับการทดลองที่ 2 โดยตำรับการทดลองที่ 7 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงสุดเท่ากับ 30.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับการทดลองที่ 2 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำสุดเท่ากับ 9.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 11)

ในปีที่ 2 (พ.ศ. 2555) พบว่า ปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในช่วง 6.00 - 22.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยตำรับการทดลองที่ 2 และ 3 มีความแตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 6 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งทุกตำรับการทดลองปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าลดลงจากปีแรก โดยตำรับการทดลองที่ 7 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงสุดเท่ากับ 22.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตำรับการทดลองที่ 2 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำสุดเท่ากับ 6.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 11)

ในปีที่ 3 (พ.ศ. 2556) พบว่า ปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในช่วง 28.00 - 78.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยตำรับการทดลองที่ 2 และ 3 มีความแตกต่างกับตำรับการทดลองที่ 5 และ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งทุกตำรับการทดลองปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าเพิ่มขึ้นจากปีที่ 2 โดยตำรับการทดลองที่ 5 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงสุดเท่ากับ 60.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ

ดำรับการทดลองที่ 3 มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำสุดเท่ากับ 28.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ปีที่ 1-3

| ดำรับการทดลอง                                                                                                                                                                | Avai. P (mg kg <sup>-1</sup> ) |         |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------|---------|
|                                                                                                                                                                              | ปีที่ 1                        | ปีที่ 2 | ปีที่ 3 |
| ดำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร                                                                                                                                   | 12.42bc                        | 9.58cd  | 60.17ab |
| ดำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน                                                                                                                                     | 9.67c                          | 6.00d   | 34.33c  |
| ดำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน                                                                   | 13.77bc                        | 7.18d   | 28.00c  |
| ดำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้น                                                                                     | 14.83b                         | 13.08bc | 68.33ab |
| ดำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายด้วยสารเร่งซูเปอร์ พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้น                                                      | 12.58bc                        | 11.08bc | 78.83a  |
| ดำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดินและปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้น                                 | 15.33b                         | 13.58b  | 63.33ab |
| ดำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่าวิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายด้วยสารเร่งซูเปอร์ พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้น | 30.08a                         | 22.25a  | 54.33b  |
| CV (%)                                                                                                                                                                       | 16.4                           | 17.5    | 18.2    |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

#### 2.2.4 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K)

ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ในปีที่ 1 (พ.ศ. 2554) พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในช่วง 27.25-53.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดำรับการทดลองที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างกับดำรับการทดลองที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งทุกดำรับการทดลองปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าเพิ่มขึ้น โดยดำรับการทดลองที่ 4 มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงสุดเท่ากับ 53.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และดำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำสุดเท่ากับ 27.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 12)

ในปีที่ 2 (พ.ศ. 2555) พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในช่วง 23.00-51.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดำรับการทดลองที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างกับดำรับการทดลองที่ 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งทุกดำรับการทดลองปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าลดลงจากปีแรก ยกเว้นดำรับการทดลองที่ 3 โดยดำรับการทดลองที่ 4 มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงสุดเท่ากับ 51.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และดำรับการทดลองที่ 1 มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำสุดเท่ากับ 23.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 12)

ในปีที่ 3 (พ.ศ. 2556) พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินอยู่ในช่วง 60.89-90.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยดำรับการทดลองที่ 2 และ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งทุกดำรับ การทดลองปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าเพิ่มขึ้นจากปีที่ 2 โดยที่ดำรับการทดลองที่ 4 มี ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูงสุดเท่ากับ 90.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และดำรับการทดลองที่ 2 มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินต่ำสุดเท่ากับ 60.89 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ปีที่ 1-3

| ดำรับการทดลอง                                                                                                                                                                        | Exch. K (mg kg <sup>-1</sup> ) |         |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------|---------|
|                                                                                                                                                                                      | ปีที่ 1                        | ปีที่ 2 | ปีที่ 3 |
| ดำรับที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีการของเกษตรกร                                                                                                                                           | 27.25c                         | 23.00d  | 76.89ab |
| ดำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน                                                                                                                                             | 34.42c                         | 30.00d  | 60.89b  |
| ดำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่า<br>วิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน                                                                       | 38.83bc                        | 40.67b  | 70.66ab |
| ดำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักอัตรา<br>25 กิโลกรัมต่อต้น                                                                                          | 53.33a                         | 51.67a  | 90.68a  |
| ดำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยหมักที่ขยายด้วย<br>สารเร่งซูเปอร์ พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้น                                                          | 36.92bc                        | 31.33cd | 82.00ab |
| ดำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่า<br>วิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดินและปุ๋ยหมักอัตรา 25 กิโลกรัมต่อต้น                                     | 49.75ab                        | 45.33ab | 74.22ab |
| ดำรับที่ 7 ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับโดโลไมท์อัตราตามค่า<br>วิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของดิน และปุ๋ยหมักที่ขยายด้วยสารเร่ง<br>ซูเปอร์ พด. 3 อัตรา 6 กิโลกรัมต่อต้น | 48.67ab                        | 48.00ab | 66.22ab |
| CV (%)                                                                                                                                                                               | 17.7                           | 14.1    | 16.9    |

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี DMRT

### สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาการตอบสนองของผลผลิตมะนาวต่อการจัดการดินด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์ สรุป  
ผลได้ดังนี้

1. ผลผลิตมะนาวในปีที่ 2 ซึ่งถือว่าเป็นปีแรกในการให้ผลผลิต พบว่า ผลผลิตมะนาวมีความ  
แตกต่างกันทางสถิติ โดยดำรับการทดลองที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (สูตร 13-13-21 อัตรา 1.7  
กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และสูตร 46-0-0 อัตรา 400 กรัมต่อต้นต่อปี) ให้ผลผลิตสูงสุด เท่ากับ 372.80 กิโลกรัมต่อ  
ไร่ จะเห็นได้ว่าปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใส่มีปริมาณมากเมื่อเทียบกับดำรับการทดลองอื่นๆ

2. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินในปีที่ 1 2 และ 3 พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)  
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Avai. P) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยน  
ได้ในดิน (Exch. K) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปัจจัยที่ใส่ลงไปในดิน

### ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้แนวทางการจัดการดินกรดด้วยปุ๋ยหมักและโดโลไมท์ในจังหวัดพิจิตร
2. เกษตรกรสามารถเลือกวิธีการจัดการดินและนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่ของตนเอง  
เกิดความคุ้มค่าทั้งในด้านการลดต้นทุนการผลิต การเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมะนาว

### ข้อเสนอแนะ

1. การทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และปูน มักจะไม่เห็นผลชัดเจนในปีที่ 1 -2 ในขณะที่มะนาวจะให้ผลผลิตเต็มที่มีเมื่อมีอายุ 3-5 ปี การเปรียบผลผลิตมะนาวปีที่ 2 เพียงปีเดียวซึ่งยังให้ผลผลิตได้ไม่เต็มศักยภาพ ทำให้ได้ข้อมูลคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ดังนั้นในการทดลองครั้งต่อไปควรเลือกใช้มะนาวพันธุ์ที่ต้านทานโรคมาใช้ในการทดลอง โดยเฉพาะโรคแคงเกอร์ เช่น ตาฮิติ และพิจิตร 1 เป็นต้น
2. การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวแม้จะให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีการอื่น แต่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าลดลง จึงไม่ใช่วิธีแก้ปัญหาดินกรด ดังนั้นควรใส่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อรักษาสมดุลธาตุอาหารพืชในดิน

### เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. รายงานการจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 2 ดินบนพื้นที่ดอน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2551. สารเร่ง พด. 3 สำหรับผลิตเชื้อจุลินทรีย์ควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 13-18.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2552. มะนาว ระบบออนไลน์ วันที่ 9 กันยายน 2552 จาก (<http://www.doae.go.th/plant/lime/lime.htm>)
- เจริญ เจริญจำรัสชีพ กำชัย กาญจนธนเศรษฐ และเมธิ์ ศิริวงศ์. 2540. การจัดการดินกรดในประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 120 หน้า.
- ชลิต งบประมาณ. 2552. การทำปุ๋ยหมัก ระบบออนไลน์ วันที่ 9 กันยายน 2552 จาก (<http://www.doae.go.th/library/html/detail/puyy/index.html>)
- ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. 2552. วารสารเส้นทางกสิกรรม ฉบับพิเศษ : การบังคับมะนาวออกฤดูแล้ง. 84 หน้า.
- นคร สืบแสน. 2541. บทความงานวิจัยการศึกษาการจัดการชุดดินเชียงราย (กลุ่มชุดดินที่ 6) เพื่อการปลูกข้าว ในภาคเหนือของประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ปรัชญา รัตมีธรรมวงศ์. 2548. มะนาวนอกฤดู. 116 หน้า.
- ปิยะ เณลิมกลิ่น. 2544. มะนาว. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 88 หน้า.
- ปิยะ ดวงพัตรา. 2553. สารปรับปรุงบำรุงดิน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 256 หน้า.
- วิจิตร วังไ. 2552. ธาตุอาหารกับการผลิตพืชผล. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 388 หน้า.
- ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย. 2547. มะนาวแพง : ผลกระทบต่อเนื่อง รัฐต้องเร่งดูแลใกล้ชิด. ระบบออนไลน์ วันที่ 29 มีนาคม 2553 จาก (<http://www.positioningmag.com/PRNews/PrintPRNews>.)
- สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดพิจิตร. 2553. ข้อมูลพื้นฐานจังหวัดพิจิตร. ระบบออนไลน์ วันที่ 29 มีนาคม 2553 จาก ([http://www.phichit.go.th/mnre/Doc/menu\\_phichit1.pdf](http://www.phichit.go.th/mnre/Doc/menu_phichit1.pdf))
- Roy H. Follett, Larry S. Murphy and Roy L. Donahue. 1981. Fertilizers and Soil Amendments. USA. 557 p.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 9 เดือน (สิ้นปีที่ 1)

| Source    | df | SS        | MS       | F      |
|-----------|----|-----------|----------|--------|
| Block     | 2  | 37.7311   | 18.8656  |        |
| Treatment | 6  | 2694.1486 | 449.0248 | 5.83** |
| Error     | 12 | 1049.2859 | 87.4405  |        |
| Total     | 20 | 3781.1656 | 189.0583 |        |

ตารางภาคผนวกที่ 2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 21 เดือน (สิ้นปีที่ 2)

| Source    | df | SS        | MS       | F                  |
|-----------|----|-----------|----------|--------------------|
| Block     | 2  | 65.0170   | 32.5085  |                    |
| Treatment | 6  | 1027.0604 | 171.1767 | 0.29 <sup>ns</sup> |
| Error     | 12 | 7070.3349 | 589.1946 |                    |
| Total     | 20 | 8162.4124 | 408.1206 |                    |

ตารางภาคผนวกที่ 3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของมะนาวอายุ 35 เดือน (สิ้นปีที่ 3)

| Source    | df | SS         | MS       | F                  |
|-----------|----|------------|----------|--------------------|
| Block     | 2  | 1438.6670  | 719.3335 |                    |
| Treatment | 6  | 2472.6077  | 412.1013 | 2.18 <sup>ns</sup> |
| Error     | 12 | 6221.8255  | 518.4855 |                    |
| Total     | 20 | 10133.1003 | 506.6550 |                    |

ตารางภาคผนวกที่ 4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 9 เดือน (ปีที่ 1)

| Source    | df | SS        | MS        | F       |
|-----------|----|-----------|-----------|---------|
| Block     | 2  | 209.1056  | 104.5528  |         |
| Treatment | 6  | 7087.8648 | 1181.3108 | 7.74 ** |
| Error     | 12 | 1830.5963 | 152.5497  |         |
| Total     | 20 | 9127.5666 | 456.3783  |         |

ตารางภาคผนวกที่ 5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 21 เดือน (ปีที่ 2)

| Source    | df | SS         | MS        | F                  |
|-----------|----|------------|-----------|--------------------|
| Block     | 2  | 3097.7516  | 1548.8758 |                    |
| Treatment | 6  | 7102.2853  | 1183.7142 | 2.38 <sup>ns</sup> |
| Error     | 12 | 5964.0419  | 497.0035  |                    |
| Total     | 20 | 16164.0788 | 808.2039  |                    |

ตารางภาคผนวกที่ 6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนความกว้างทรงพุ่มของมะนาวอายุ 35 เดือน (ปีที่ 3)

| Source    | df | SS         | MS        | F                  |
|-----------|----|------------|-----------|--------------------|
| Block     | 2  | 1904.2398  | 952.1199  | 2.18 <sup>ns</sup> |
| Treatment | 6  | 9077.9317  | 1512.9886 |                    |
| Error     | 12 | 8327.2188  | 693.9349  |                    |
| Total     | 20 | 19309.3903 | 965.4695  |                    |

ตารางภาคผนวกที่ 7 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตมะนาว ปี 2555 (ปีที่ 2)

| Source    | df | SS          | MS         | F         |
|-----------|----|-------------|------------|-----------|
| Block     | 2  | 2618.9037   | 1309.4519  | 236.88 ** |
| Treatment | 6  | 326416.6613 | 54402.7769 |           |
| Error     | 12 | 2755.9136   | 229.6595   |           |
| Total     | 20 | 331791.4786 | 16589.5739 |           |

ตารางภาคผนวกที่ 8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 1)

| Source    | df | SS     | MS     | F       |
|-----------|----|--------|--------|---------|
| Block     | 2  | 0.0924 | 0.046  | 6.97 ** |
| Treatment | 6  | 1.1657 | 0.1943 |         |
| Error     | 12 | 0.3343 | 0.0279 |         |
| Total     | 20 | 1.5924 | 0.0796 |         |

ตารางภาคผนวกที่ 9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 2)

| Source    | df | SS     | MS     | F      |
|-----------|----|--------|--------|--------|
| Block     | 2  | 0.1324 | 0.0662 | 6.38 * |
| Treatment | 6  | 0.9181 | 0.1530 |        |
| Error     | 12 | 0.2876 | 0.0240 |        |
| Total     | 20 | 1.3381 | 0.0669 |        |

ตารางภาคผนวกที่ 10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรดเป็นด่างในดิน (ปีที่ 3)

| Source    | df | SS     | MS     | F       |
|-----------|----|--------|--------|---------|
| Block     | 2  | 0.0371 | 0.0186 | 4.97 ** |
| Treatment | 6  | 2.6590 | 0.4432 |         |
| Error     | 12 | 1.0695 | 0.0891 |         |
| Total     | 20 | 3.7657 | 0.1883 |         |

ตารางภาคผนวกที่ 11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ปีที่ 1)

| Source    | df | SS     | MS     | F                  |
|-----------|----|--------|--------|--------------------|
| Block     | 2  | 0.2560 | 0.1280 |                    |
| Treatment | 6  | 0.0924 | 0.0154 | 0.34 <sup>ns</sup> |
| Error     | 12 | 0.5479 | 0.0457 |                    |
| Total     | 20 | 0.8963 | 0.0448 |                    |

ตารางภาคผนวกที่ 12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ปีที่ 2)

| Source    | df | SS     | MS     | F                  |
|-----------|----|--------|--------|--------------------|
| Block     | 2  | 0.3344 | 0.1672 |                    |
| Treatment | 6  | 0.5426 | 0.0904 | 1.95 <sup>ns</sup> |
| Error     | 12 | 0.5572 | 0.0464 |                    |
| Total     | 20 | 1.4342 | 0.0717 |                    |

ตารางภาคผนวกที่ 13 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (ปีที่ 3)

| Source    | df | SS     | MS     | F                  |
|-----------|----|--------|--------|--------------------|
| Block     | 2  | 0.2261 | 0.1131 |                    |
| Treatment | 6  | 0.1227 | 0.0204 | 0.19 <sup>ns</sup> |
| Error     | 12 | 1.3221 | 0.1102 |                    |
| Total     | 20 | 1.6709 | 0.0835 |                    |

ตารางภาคผนวกที่ 14 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่ 1)

| Source    | df | SS       | MS       | F                   |
|-----------|----|----------|----------|---------------------|
| Block     | 2  | 10.3788  | 5.1894   |                     |
| Treatment | 6  | 804.5614 | 134.0936 | 20.26 <sup>**</sup> |
| Error     | 12 | 78.0479  | 6.5040   |                     |
| Total     | 20 | 892.9881 | 44.6494  |                     |

ตารางภาคผนวกที่ 15 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่ 2)

| Source    | df | SS       | MS      | F                   |
|-----------|----|----------|---------|---------------------|
| Block     | 2  | 3.6288   | 1.8144  |                     |
| Treatment | 6  | 523.2198 | 87.2033 | 20.41 <sup>**</sup> |
| Error     | 12 | 51.2645  | 4.2720  |                     |
| Total     | 20 | 578.1131 | 28.9057 |                     |

ตารางภาคผนวกที่ 16 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (ปีที่ 3)

| Source    | df | SS        | MS       | F       |
|-----------|----|-----------|----------|---------|
| Block     | 2  | 167.4524  | 83.7262  |         |
| Treatment | 6  | 5993.1667 | 998.8611 | 9.81 ** |
| Error     | 12 | 1222.0476 | 101.8373 |         |
| Total     | 20 | 7382.6667 | 369.1333 |         |

ตารางภาคผนวกที่ 17 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายได้ในดิน (ปีที่ 1)

| Source    | df | SS        | MS       | F       |
|-----------|----|-----------|----------|---------|
| Block     | 2  | 15.0417   | 7.5208   |         |
| Treatment | 6  | 1621.6548 | 270.2758 | 5.23 ** |
| Error     | 12 | 620.0417  | 51.6701  |         |
| Total     | 20 | 2256.7381 | 112.8369 |         |

ตารางภาคผนวกที่ 18 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายได้ในดิน (ปีที่ 2)

| Source    | df | SS        | MS       | F       |
|-----------|----|-----------|----------|---------|
| Block     | 2  | 5.4286    | 2.7143   |         |
| Treatment | 6  | 2036.4762 | 339.4127 | 2.04 ns |
| Error     | 12 | 355.2381  | 29.6032  |         |
| Total     | 20 | 2397.1429 | 119.8571 |         |

ตารางภาคผนวกที่ 19 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายได้ในดิน (ปีที่ 3)

| Source    | df | SS        | MS       | F       |
|-----------|----|-----------|----------|---------|
| Block     | 2  | 654.5959  | 327.2979 |         |
| Treatment | 6  | 1777.1822 | 296.1970 | 1.87 ** |
| Error     | 12 | 1897.5982 | 158.1332 |         |
| Total     | 20 | 4329.3763 | 216.4688 |         |