

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ทำการทดลองในสวนส้มบอเนียว ตำบลท่าหลวง อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี โดยการเก็บข้อมูลทางกายภาพของดิน เพื่อวางระบบการให้น้ำ จากนั้นทำการติดตั้งระบบควบคุมการให้น้ำและปุ๋ย

3.1 อุปกรณ์ในการทดลอง

3.1.1 ต้นส้มโชกุน

ส้มโชกุน ที่มีความสม่ำเสมอ อายุ 1 ปี 6 เดือน ระยะปลูก 4x6 เมตร จำนวน 96 ต้น เท่ากับ 66 ต้นต่อไร่ จำนวน 1.5 ไร่

3.1.2 อุปกรณ์การให้น้ำ

ติดตั้งระบบการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์ หัวจ่ายน้ำแบบมินิสปริงเกอร์แบบควบคุมแรงดันมีอัตราการไหล 70 ลิตร/ชม. และรัศมีการจ่ายน้ำ 1-2 เมตร

3.1.3 อุปกรณ์ฉีดจ่ายสารละลายปุ๋ย (Fertilizer Injection Pump)

ใช้อุปกรณ์การฉีดจ่ายปุ๋ยแบบ Suction Type รุ่น 4-01 ของบริษัท Amiad โดยใช้แรงดันน้ำในการทำงาน อัตราการจ่ายปุ๋ย 9-320 ลิตร/ชม. ที่ความดัน 0.5-8 บาร์

3.1.4 ปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการทดลอง

- ปุ๋ยไนโตรเจน (N) ใช้ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)
- ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P) ใช้ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) (ให้ทางดิน) และโมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต (12-60-0) ให้ทางระบบน้ำ
- ปุ๋ยโพแทสเซียม (K) ให้ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) โพแทสเซียมไนเตรต (13-0-46) โพแทสเซียมซัลเฟต (0-0-50)
- ปุ๋ยเม็ดทางดิน ได้แก่ สูตร 16-16-16, 8-24-24, 13-21-21
- แคลเซียมใช้ ยิปซัม (Ca 23%) แคลเซียมไนเตรต (15-0-0)
- แมกนีเซียมใช้ แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO 33%)

3.1.5 อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดินและพืช

วิเคราะห์ผลหาธาตุอาหารในตัวอย่างดิน และตัวอย่างใบส้ม ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.2 กรรมวิธีทดลอง (Treatment)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (Randomized Complete Block Design: RCBD) มี 4 บล็อก (Block) จำนวน 6 คำรับการทดลอง (Treatment) ดังนี้

คำรับที่ 1 การให้ปุ๋ยเคมีอัตราเกษตรกรแบบหวานทางดิน

คำรับที่ 2 การให้ปุ๋ยเคมีอัตราเกษตรกรทางระบบน้ำ

คำรับที่ 3 การให้ปุ๋ยเคมีอัตราประเมิน โดยให้ N, P และ K ทางระบบน้ำ ใช้ 46-0-0, 12-60-0 และ 0-0-60 เป็นปุ๋ย N, P และ K ตามลำดับ

คำรับที่ 4 การให้ปุ๋ยเคมีอัตราประเมิน N, K ทางระบบน้ำ ให้ P ทางดิน ใช้ 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-60 เป็นปุ๋ย N, P และ K ตามลำดับ

คำรับที่ 5 การให้ปุ๋ยเคมีอัตราประเมิน โดยให้ N, K ทางระบบน้ำ ให้ P ทางดิน ใช้ 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-50 เป็นปุ๋ย N, P และ K ตามลำดับ

คำรับที่ 6 การให้ปุ๋ยเคมีอัตราประเมิน โดยให้ N, K ทางระบบน้ำ ให้ P ให้ทางดิน ใช้ 46-0-0, 0-46-0 และ 13-0-46 เป็นปุ๋ย N, P และ K ตามลำดับ

3.2.1 การให้ปุ๋ย

การให้ปุ๋ยทางดินจะแบ่งการให้ 3 ครั้งต่อปี

การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำจะทำการให้ทุกสัปดาห์ อัตรา 20 กรัมต่อต้น

เมื่อสิ้นสุดงานทดลองการต้นส้มได้รับปุ๋ย ดังนี้

ปุ๋ยอัตราเกษตรกรทางดินและทางระบบน้ำ 500 g N, 200 g P₂O₅ และ 350 g K₂O

ปุ๋ยอัตราประเมินทางระบบน้ำ 500 g N, 200 g P₂O₅ และ 330 g K₂O

3.3 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์

เก็บตัวอย่างดินรวม 4 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ก่อนการทดลอง เดือนเมษายน 2545 ครั้งที่ 2 ช่วงฤดูแล้ง เดือนกุมภาพันธ์ 2546 ครั้งที่ 3 ช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม 2546 ครั้งที่ 4 สิ้นสุดการทดลอง เดือนพฤษภาคม 2547 เก็บตัวอย่างดินก่อนการให้ปุ๋ยบล็อกละ 4 จุด ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 ซม. นำดินทั้ง 4 จุดมารวมกันโดยแยกแต่ละระดับความลึก นำมาผึ่งในร่มให้แห้ง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด

2 มม. แล้วนำมาวิเคราะห์หาความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) อินทรีย์วัตถุ (OM) การนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้ (Extractable K, Ca, Mg) ปริมาณจุลธาตุที่สกัดได้ (Extractable Fe, Mn, Zn และ Cu) ซัลเฟอร์ที่สกัดได้ (Extractable S) และคลอไรด์ที่สกัดได้ (Extractable Cl)

ตารางที่ 3.1 ค่าผลการวิเคราะห์ดินแปลงสัมสวนบอเนียวก่อนการทดลอง

| รายการวิเคราะห์ | หน่วย | ผลการวิเคราะห์ดินก่อนทำการทดลอง | | |
|-------------------------------------|---|---|-----------|------|
| | | ระดับความลึกที่เก็บตัวอย่าง 0-15 ซม. | 15-30 ซม. | |
| ความเป็นกรด-ด่าง (pH, 1:1) | - | 5.02 | 4.99 | |
| ค่าการนำไฟฟ้า (EC, 1:5) | $\mu\text{S/cm}$ | 103 | 57.4 | |
| อินทรีย์วัตถุ (OM, Walkley & Black) | % | 3.72 | 3.29 | |
| ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray II) | mg kg^{-1} | 67.1 | 28.5 | |
| โพแทสเซียม | สกัดด้วย | mg kg^{-1} | 184 | 113 |
| แมกนีเซียม | 1 N NH_4AcO | mg kg^{-1} | 125 | 76.7 |
| แคลเซียม | pH 7.0 | mg kg^{-1} | 435 | 368 |
| กำมะถัน | สกัดด้วย $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ | mg kg^{-1} | 25.1 | 20.3 |
| เหล็ก | | mg kg^{-1} | 51.5 | 47.8 |
| แมงกานีส | สกัดด้วย DTPA | mg kg^{-1} | 17.8 | 14.2 |
| สังกะสี | | mg kg^{-1} | 1.7 | 0.58 |
| ทองแดง | | mg kg^{-1} | 1.78 | 1.35 |
| คลอไรด์ | สกัดด้วยน้ำ | mg kg^{-1} | 7.66 | 7.35 |

3.4 การเก็บตัวอย่างใบส้ม

สุ่มสุกป้าย ใบส้มที่แตกใบใหม่โดยเริ่มสุกตั้งแต่ใบส้มอายุ 1 เดือนสุกใบที่อยู่ตรงกลางของกิ่งคือใบที่ 4 และใบที่ 6 ให้ได้จำนวนที่มากพอในแต่ละต้นเพื่อที่จะเก็บใบส้มจนถึงอายุ 7 เดือน โดยเก็บ

ครั้งแรกที่ใบส้มอายุ 1 เดือนและเก็บทุก ๆ เดือนรวม 7 ครั้ง โดยเก็บใบส้มจากต้นที่ให้ปุ๋ยเหมือนกันในแต่ละบล็อกรวมกันเป็น 1 ตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 24 ตัวอย่างในแต่ละครั้ง

3.5 การเก็บตัวอย่างผลส้ม

สุ่มสุกป้ายผลส้มตั้งแต่อายุ 1 เดือนโดยสุกให้ได้มากที่สุดสำหรับเก็บตัวอย่างผลส้ม 4 ครั้ง เมื่อผลส้มมีอายุ 5 เดือน ผลส้มอายุ 7 เดือน ผลส้มอายุ 9 เดือน และผลส้มอายุ 10 เดือน นำตัวอย่างมาล้างในสารละลาย 0.1 N HCl แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง ผึ่งให้แห้งแล้วตัดผลส้มเป็น 4 ส่วนตามความยาวของผล นำไปทำให้แห้งโดยวิธี Freeze Dry จากนั้นนำตัวอย่างไปบดให้ละเอียดก่อนนำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร N, P, K, Ca, Mg, S, Cl, Fe, Mn, Zn และ Cu

3.6 การเก็บผลผลิตและการบันทึกข้อมูล

สุ่มเก็บผลส้มเมื่อผลส้มที่สุกป้ายไว้เมื่อผลส้มอายุ 10 เดือน จำนวนผลส้ม 30 ผลต่อต้น นำมาชั่งน้ำหนักผล วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของผล ปริมาณน้ำคั้น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid: Brix) ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (Titratable Acidity: %TA) สีน้ำคั้น และปริมาณธาตุอาหารในน้ำคั้น

3.7 การวิเคราะห์ทางเคมี

3.7.1 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

- ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ใช้อัตราส่วนของดิน : น้ำ เท่ากับ 1:1 นำไปวัดด้วยเครื่อง pH meter
- ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC) ใช้อัตราส่วนดิน : น้ำ เท่ากับ 1:5 นำไปวัดด้วยเครื่อง EC meter
- ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ใช้วิธี wet oxidation ของ Walkley and Black แล้วนำไปไตเตรตด้วย 0.5 N FeSO_4
- ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) สกัดด้วย Bray II แล้ววิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสโดยใช้ Ascorbic Acid เป็น Reducing Agent แล้ววัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer
- ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ (Extractable K, C และ Mg)

สกัดด้วย 1 N NH_4OAc pH 7 แล้ววิเคราะห์ปริมาณ Ca, K และ Mg โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

- ปริมาณจุลธาตุที่สกัดได้ (Extractable Fe, Mn, Cu และ Zn) สกัดด้วยสารละลาย DTPA pH

7.3 แล้ววิเคราะห์ปริมาณ Fe, Mn, Cu และ Zn โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

- ปริมาณซัลเฟอร์ที่สกัดได้ (Extractable S) ในดิน ใช้วิธีสกัดด้วย $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ แล้ววิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ ($\text{SO}_4^{2-} - \text{S}$) โดยใช้วิธี Turbidity (Faithfull, 2002)

- ปริมาณคลอไรด์ที่สกัดได้ (Extractable Cl) สกัดด้วยน้ำโดยใช้อัตราส่วน ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:2 แล้ววิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ (Cl) โดยการไทเทรตกับ AgNO_3 (Franson, 1985)

3.7.2 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบและผลส้ม

- ปริมาณไนโตรเจน (N) โดยวิธี Micro Kjeldahl ด้วยวิธีย่อยสลายด้วยกรด H_2SO_4 เข้มข้น แล้วหาปริมาณ N โดยการกลั่น

- ปริมาณ P, K, Ca, Mg, S, Mn, Fe, Cu และ Zn โดยการย่อยสลายด้วยกรด HNO_3 : HClO_4 อัตราส่วน 5:1 หลังจากที่ได้ตัวอย่างใสแล้วทิ้งไว้ให้เย็น เติมกรด HCl 3 N จำนวน 5 มล. แล้วกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ P โดยวิธี molybdate–vanadate yellow colour แล้ววัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer วิเคราะห์หาปริมาณ P, K, Ca, Mg, S, Mn, Fe, Cu และ Zn โดยใช้เครื่อง Atomic absorption Spectrophotometer และวิเคราะห์หาปริมาณ S โดยวิธี Turbidity (Allan, 1971)

- ปริมาณ Cl โดยวิธี Dry Ashing ด้วยการเผาตัวอย่างใบที่อุณหภูมิ 550 °C เป็นเวลาอย่างน้อย 90 นาที แล้วนำไปไทเทรตกับ AgNO_3 (Yoshida et al., 1976)

3.7.3 การวิเคราะห์คุณภาพผลผลิต

- การวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total Soluble Solid: Brix) วัดด้วยเครื่อง Hand Reflectometer และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity: %TA) โดยการไทเทรตด้วย 0.1 N NaOH และใช้ Phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์

- การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร โดยหั่นผลส้มเป็น 4 ส่วน นำไปทำให้แห้งโดยวิธี Freeze Dry

3.8 การวิเคราะห์ผลข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) Version 13.0

3.9 สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองที่สวนส้มบอเนียว ของคุณประภม นรินทร์ศักดิ์ชัย ตำบลมะขาม อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี

3.10 ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองเดือนมิถุนายน 2545 ถึง พฤษภาคม 2547 รวมระยะเวลา 2 ปี