

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการศึกษา

วัสดุ อุปกรณ์

1. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง ได้แก่
 - 1.1 เครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เช่น ปิเปต บิวเรต บีกเกอร์ กระจกตวง กรวยกรอง ขวดรูปชมพู่ ขวดปรับปริมาตร ตะแกรงร่อนตัวอย่าง ขวดพลาสติก กระจกจืดน้ำกลั่น ฯลฯ
 - 1.2 เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด (Analytical balance) ของ Sartorius รุ่น 2462 และของ Mettler รุ่น AC 100
 - 1.3 เครื่องวัดพีเอช (pH meter) ของ Radiometer Copenhagen รุ่น PHM83 AUTOCAL
 - 1.4 เตาอบ (Oven) ของ Memmert
 - 1.5 เตาแผ่นความร้อน (Hot plate) ของ Despatch Industries, inc.
 - 1.6 อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิได้ (Water bath) ของ Huber
 - 1.7 เครื่องเขย่า (Shaking machine) ของ Edmund Buhler
 - 1.8 เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifuge) ของ Hettich แบบ universal 2S รุ่น D-7200
 - 1.9 บีมดูดอากาศ ของ GAST รุ่น 0211-V45M-G230CX
 - 1.10 เครื่อง Spectrophotometer ของ Milton Roy รุ่น SPECTRONIC 301
 - 1.11 เครื่อง Kjeltac system ของ Tecator รุ่น 1002
 - 1.12 Atomic absorption spectrophotometer (AAS) ของ Perkin Elmer
2. สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่าง ใช้สารเคมีระดับงานวิเคราะห์ (Analytical grade)
3. ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภท คือ
 - 3.1 ปุ๋ยหมัก (Compost) ได้แก่
 - 3.1.1 ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากมูลฝอยชุมชนในเขตกรุงเทพมหานคร โดยมีแหล่งผลิตอยู่ ณ สถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช เป็นการผลิตที่ใช้เครื่องจักรกลช่วยในกระบวนการหมัก
 - 3.1.2 ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเกษตร แบ่งออกเป็น
 - ก. ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย (ปุ๋ยหมักแผ่นดินทอง)
 - ข. ปุ๋ยหมักจากกากอ้อยและน้ำสำเหล้า (ปุ๋ยหมักไบโอไนค)
 - ค. ปุ๋ยหมักจากแกลบที่ได้จากโรงสีข้าว (ปุ๋ยหมักเมืองสุพรรณ)

โดยมีกระบวนการผลิตแบบกองบนพื้น และมีการผลิตในลักษณะเป็นปุ๋ยหมักอุตสาหกรรม

3.1.3 ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากวัสดุเหลือทิ้งในไร่นา ที่เกษตรกรเป็นผู้ผลิตขึ้นเอง ในที่นี้ ได้ทำการเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักที่ผลิตขึ้นจากกากและฟางข้าวเหลือง โดยมีกระบวนการผลิตแบบกองบนพื้น เช่นเดียวกัน แต่เป็นการผลิตขนาดเล็ก

3.2 ปุ๋ยคอก (Farm manure) ได้แก่

3.2.1 มูลโค

3.2.2 มูลไก่

3.3 ดินผสม (Enriched soil) ได้แก่

3.3.1 ดินเผา ผสมกับ ปุ๋ยหมัก ทราาย ในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 ต่อ 1/4 และ กากตะกอน (ดินสีดำ)

3.3.2 ดินเผา ผสมกับ ปุ๋ยหมัก และทราาย ในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 ต่อ 1/4 (ดินลำดวน)

ทั้งนี้สามารถสรุปรายละเอียดของตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา ได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ตัวอย่างที่	ประเภท	วัสดุต้นกำเนิด	ชื่อทางการค้า
1	ปุ๋ยหมัก	มูลฝอยชุมชนในเขตกรุงเทพมหานคร	ปุ๋ยอินทรีย์ กทม.
2	ปุ๋ยหมัก	กากตะกอนอ้อย	ปุ๋ยหมักแผ่นดินทอง
3	ปุ๋ยหมัก	กากอ้อยและน้ำสำเหล้า	ปุ๋ยหมักไบโอนิค
4	ปุ๋ยหมัก	แกลบจากโรงสีข้าว	ปุ๋ยหมักเมืองสุพรรณ
5	ปุ๋ยหมัก	กากและฟางข้าวเหลือง	
6	ปุ๋ยคอก	มูลโค	ปุ๋ยคอกมนตรี
7	ปุ๋ยคอก	มูลไก่	ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด วาย.วี.พี.
8	ดินผสม	ดินเผา ผสมกับ ปุ๋ยหมัก ทราาย และกากตะกอน	ดินสีดำ
9	ดินผสม	ดินเผา ผสมกับ ปุ๋ยหมัก ทราาย	ดินลำดวน

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่มีชื่อทางการค้า เนื่องจากเป็นปุ๋ยหมักที่เกษตรกรผลิตขึ้นเอง

การดำเนินการศึกษา

1. ระยะเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง

ในการเก็บตัวอย่างแต่ละชนิด จะทำการเก็บตัวอย่าง 1 ครั้งต่อเดือน เป็นระยะเวลา 4 เดือน โดยเริ่มเก็บตัวอย่างครั้งแรกในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ.2537 และเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 3 และ 4 ในช่วงเดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมิถุนายน พ.ศ.2538 ตามลำดับ

2. วิธีการเก็บตัวอย่าง

2.1 การเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมัก

ตัวอย่างปุ๋ยหมักที่ทำการเก็บเพื่อใช้ในการศึกษาค้างนี้ ได้จากการสุ่มตัวอย่างโดยตรงจากแหล่งผลิต โดยทำการสุ่มตัวอย่างจากกองปุ๋ยที่เป็นแล้ว (Matured) ในหลายๆ จุดของกองปุ๋ย ให้ได้ปุ๋ยประมาณ 100 กิโลกรัม นำมาคลุกเคล้าให้เข้ากันดี แล้วกองปุ๋ยให้เป็นรูปผืนสี่ ทำการแบ่งกองดังกล่าวออกเป็น 4 ส่วน (Quartering) สุ่มเลือกกองย่อย 2 ใน 4 กองออก นำ 2 กองที่เหลือมารวมกัน แล้วคลุกเคล้าให้ทั่วอีกครั้ง ทำการแบ่งกอง (Quartering) อีก 1 ครั้ง นำตัวอย่างที่ได้เป็นกองสุดท้ายซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 5 กิโลกรัม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 มีน้ำหนักประมาณ 0.5 กิโลกรัม และส่วนที่ 2 มีน้ำหนักประมาณ 4.5 กิโลกรัม นำตัวอย่างทั้ง 2 ส่วนใส่ถุงพลาสติก เพื่อนำกลับมายังวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

2.2 การเก็บตัวอย่างปุ๋ยคอกและดินผสม

ตัวอย่างปุ๋ยคอกและดินผสมที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ ทำการเก็บจากท้องตลาด โดยการสุ่มซื้อให้ได้ชนิดละประมาณ 100 กิโลกรัม นำตัวอย่างแต่ละชนิดมาผสมกันและทำการแบ่งกอง (Quartering) เช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมัก และนำตัวอย่างที่ได้เป็นกองสุดท้ายซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 5 กิโลกรัม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 มีน้ำหนักประมาณ 0.5 กิโลกรัม และส่วนที่ 2 มีน้ำหนักประมาณ 4.5 กิโลกรัม นำตัวอย่างทั้ง 2 ส่วนใส่ถุงพลาสติก เพื่อนำกลับมายังวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

3.2 การเตรียมตัวอย่าง

3.2.1 นำตัวอย่างส่วนที่ 1 ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างมาหาปริมาณความชื้น โดยชั่งน้ำหนักของตัวอย่างก่อนอบ หลังจากนั้นนำตัวอย่างเข้าอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 24 ชั่วโมง หรือจนตัวอย่างแห้งสนิท ชั่งน้ำหนักหลังอบ แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

3.2.2 นำตัวอย่างส่วนที่ 2 ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างมาผึ่งลม (Air dried) ให้แห้ง หลังจากนั้นนำมาบดด้วยครกกระเบื้องเคลือบให้ละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรง Nalgene ขนาด 2 มิลลิเมตร ตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงต้องนำไปบดอีก และร่อนผ่านตะแกรงจนหมด นำตัวอย่างที่บดละเอียดแล้วผสมคลุกเคล้ากันให้ดี และเก็บใส่กล่องพลาสติกเพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี และปริมาณโลหะหนักในห้องปฏิบัติการ

4. การวิเคราะห์และตรวจวัดตัวแปรต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม ที่ผ่านการเตรียมตัวอย่างจากข้อ 3.2.2 มาแล้ว จะนำมาตรวจวิเคราะห์หาค่าประกอบทางเคมี และปริมาณโลหะหนัก มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การวิเคราะห์หาค่าประกอบทางเคมีของตัวอย่าง ปฏิบัติตามวิธีการของคู่มือ

Method of soil analysis (Page, Miller and Keeney, 1984) มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์พารามิเตอร์

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
1. pH (อัตราส่วน ตัวอย่าง : น้ำ = 1 : 2.5)	เครื่องวัด pH (pH meter)
2. ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (Organic carbon)	Walkley and Black method
3. ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter)	จากการคำนวณ
4. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)	Micro kjeldahl method
5. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus)	สกัดด้วยสารละลาย Bray II และหาปริมาณฟอสฟอรัสด้วย Ascorbic acid reduction
6. ปริมาณโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium)	สกัดด้วย Neutral 1N NH_4OAc หาปริมาณโปตัสเซียมด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (AAS)
7. อัตราส่วนคาร์บอน : ไนโตรเจน (C/N Ratio)	จากการคำนวณ

4.2 การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ มังกานีส สังกะสี ทองแดง นิกเกิล โครเมียม ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท โดยหาปริมาณโลหะหนักทั้งหมด (Total form) และปริมาณโลหะหนักซึ่งพืชสามารถดูดซับได้ (Available form) มีรายละเอียดของการวิเคราะห์ดังนี้

4.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักทั้งหมด (Total form)

ก. การวิเคราะห์ปริมาณมังกานีส สังกะสี ทองแดง นิกเกิล โครเมียม ตะกั่ว และแคดเมียม โดยการต้มตัวอย่างในกรดผสมเข้มข้น (Conc HNO_3 และ Conc HClO_4) ในอัตราส่วนของ Conc HNO_3 และ Conc HClO_4 เท่ากับ 5 ต่อ 1 (โดยปริมาตร) (Genevini, Mezzanotte and Garbarino, 1987) และหาปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (AAS)

ข. การวิเคราะห์ปริมาณปรอท ปฏิบัติตามวิธีการของคู่มือ Method of soil analysis (Page, Miller and Keeney, 1984)

4.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่สามารถดูดดึงได้ (Available form) โดยสกัดได้ด้วย

- ก. H₂O (Ciavatta et al., 1993)
- ข. 1 M KNO₃ (Petruzzelli et al., 1985)
- ค. 0.005M DTPA (diethylene triamine pentaacetic acid) ผสมกับ 0.1M TEA (triethanolamine) และ 0.01 M CaCl₂ ปรับ pH ของสารละลายให้ได้ 7.3 ด้วย HCl เจือจาง (Lindsay and Norvell, 1978)
- ง. 0.05M EDTA (ethylene diamine tetraacetic acid) ที่ pH 7 (ปรับ pH ของสารละลายด้วย NaOH เข้มข้น) (Lakanen and Ervio, 1971)

ในการสกัดตัวอย่างด้วยสารสกัดทั้ง 4 ชนิด จะใช้ปริมาณตัวอย่าง 2.5 กรัม และเติมสารสกัดจำนวน 50 มิลลิลิตร (อัตราส่วนตัวอย่างต่อสารสกัด เท่ากับ 1 ต่อ 20) นำเข้าเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยใช้รอบของการเขย่าเท่ากับ 100 รอบต่อนาที จากนั้นกรองส่วนใสผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 นำสารละลายที่ได้ไปหาปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (AAS)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (ANOVA) ของปริมาณโลหะหนักชนิดต่างๆ ในสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิด และในวิธีการสกัดแต่ละวิธี เพื่อทดสอบปริมาณของโลหะหนักแต่ละชนิดว่ามีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 หรือไม่ ถ้าแตกต่างกันจะทดสอบว่าปริมาณโลหะหนักในสารปรับปรุงคุณภาพดินชนิดใด ที่แตกต่างไปจากกลุ่มอื่นที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธีของ Duncan's new multiple range test (DMRT) นอกจากนี้ยังใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของคุณสมบัติต่างๆ ในปุ๋ยแต่ละชนิด โดยใช้วิธี Correlation