

วัสดุอุปกรณ์และวัสดุดำเนินงานวิจัย



วัสดุที่ใช้ในงานทดลอง

1. กากตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียชุมชน (Sewage sludge) ใช้กากตะกอนแฉะ (wet sludge) จาก anaerobic digestion tank โรงบำบัดน้ำเสียกรุงเทพมหานคร (ชุมชนห้วยขวาง) ตากในที่โล่งแจ้งให้ลู่ในรูปของกากตะกอนแห้ง โดยให้ระยะเวลาประมาณ 5 วันจน จากเม็มหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น วิเคราะห์ลักษณะสมบัติทางเคมี ซึ่งนำหนักแล้วใส่ในงานทดลอง

2. แกลบ (Rice Husk) ใช้แกลบจากโรงสีข้าวในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี หาเปอร์เซ็นต์ความชื้นเพื่อหาน้ำหนักแห้ง (dry weight) นำมาชั่งน้ำหนักแล้วใส่ในงานทดลอง

3. เมล็ดพันธุ์ฝัก

3.1 ฝักคะน้า ใช้พันธุ์คะน้าสดได้หวั่น บางบัวทอง 30 ตราสารแดง บริษัท อีสท์ เวสต์ ซี๊ดส์ จำกัด

3.2 ฝักภาคหอม ใช้เมล็ดพันธุ์ตราสารแดง บริษัท อีสท์ เวสต์ ซี๊ดส์ จำกัด

4. ฟาง ใช้สำหรับคลุมดินและรักษาระดับความชื้นในดินระหว่างเพาะปลูกพืช ทั้ง 2 ชนิด

5. สารเคมีกำจัดศัตรู

การวิจัยครั้งนี้มีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีในการเพาะปลูก สารเคมีที่ใช้เหล่านี้เป็นสารเคมีที่เกษตรกรใช้ในการเพาะปลูกโดยทั่วไป แบ่งออกได้ดังนี้คือ

5.1 สารเคมีกำจัดวัชพืช

5.1.1 ใช้ฟอสส์ 25 เอสที (ชื่อสามัญ : คาร์โบซัลแฟน (Carbosulfan) ของบริษัทนิทสุลิน จำกัด เนกัทิมต สำหรับพืชทั้ง 2 ชนิด

5.1.2 ใช้คลอราส (Chloras) (ชื่อสามัญ : โพรคลอราสและคาร์เบนดาซีน (Prochloraz and Carbendazin) ของบริษัทแอ็กโกร (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อป้องกันและกำจัดเชื้อราสำหรับพืชทั้ง 2 ชนิด

5.2 สารคุมหญ้า ใช้โกล 2 อี (ชื่อสามัญ : อ็อกซิฟลูอออร์เฟน (Oxyfluorfen)

5.3 สารปราบศัตรูพืชประเภทแมลง หนอน และอาหารเสริม

สารเคมีที่ใช้ส่วนใหญ่จะผสมธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่เรียกว่า "อาหารเสริม" เพื่อให้ได้ประโยชน์ร่วมกับการฉีดพ่นสารปราบศัตรูพืชต่าง ๆ สารเคมีที่ใช้มีดังต่อไปนี้

อาหารเสริม

5.3.1 อากรี-วิต (agri-vit)

5.3.2 อีลีมีนพี (Elemin P)

5.3.3 สำหรับายทะเลสกัด (Sea-Born)

สารเคมี

- 5.3.4 เมตาแลกซิล 35 เอสดี (Matalaxyl)
- 5.3.5 เอจี-เลฟ (Akylaryl Polyetnoxylate and Sodium Salt of Alkylsulfonated 60%)
- 5.3.6 โชมโคตร (Monocrotophos)
- 5.3.7 ลาร์ฟอส-เมวินฟอส (Mevinphos Larphos)
- 5.3.8 อะกาเมท

อุปกรณ์ที่ใช้ในแพทคลอง

ใช้อุปกรณ์ที่จำเป็นในการเพาะปลูก เช่น จอบ เสียม พลั่ว และเครื่องมือเครื่องจักรการเกษตรต่าง ๆ เช่น เรือร่อนน้ำ รถคราดดิน เป็นต้น

วัสดุที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

1. สารเคมี สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมดใช้ Analytical grade
2. น้ำยาล้างเครื่องแก้ว ใช้ Decon 90 (non-Phosphate)

อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

1. เครื่องมือ เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์มีดังตัวอย่างต่อไปนี้
 - 1.1 เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด (ทศนิยม 2-4 ตำแหน่ง)
(Analytical balance)
 - 1.2 เครื่องวัดพีเอช (pH meter)

- 1.3 เครื่องบดตัวผง
 - 1.4 ตู้อบ อุณหภูมิสูง (Oven)
 - 1.5 เตาเผา (Muffle furnace)
 - 1.6 เตาแผ่นความร้อน (Hot plate)
 - 1.7 เครื่องเขย่า (Shaking machine)
 - 1.8 เครื่องเหวี่ยงเหินศูนย์กลาง (Centrifuge)
 - 1.9 เครื่อง Spectrophotometer ของ Bausch and Lomb รุ่น 88
 - 1.10 เครื่อง Kjeltec system ของ Tecator รุ่น 1002
 - 1.11 เครื่อง Atomic Absorbance spectrophotometer (AAS) ของ Perkin Elmer รุ่น 4000
2. เครื่องแก้ว ได้แก่ เครื่องแก้วชนิดต่าง ๆ เช่น flask ชนิดต่าง ๆ, Beaker, Buret, Pipet, Cylinder, Glass watch, Stirring rod, Test tube เป็นต้น
 3. อื่น ๆ ได้แก่ Crucible, Parafin, Aluminium foil, ซ้อนดักสาร, ลูกยาง เป็นต้น

วิธีดำเนินงานวิจัย

1. การเลือกพืชทดลอง

งานวิจัยนี้ทำการทดลองโดยใช้น้ำ 2 ชนิด คือ ผักคะน้า (Chinese Kale, Brassica oleracea L. var. alboglabra Bailey) และผักกาดหอม (Lettuce, Lactuca sativa var. crispa) เหตุผลที่เลือกพืชทั้ง 2 ชนิดนี้เนื่องจาก

จากพืชทั้ง 2 ชนิดเป็นพืชที่นิยมบริโภคกัน โดยคะแนนนับเป็นพืชซึ่งได้ศึกษาแล้วว่าสามารถให้ผลผลิตได้ใกล้เคียงกับยูสเคม เมื่อใช้กากตะกอนน้ำเสียชุมชนในอัตรา 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ในการเพาะปลูก และการสะสมโลหะหนักของผักคะแนนนอกฤดูในอัตราต่อต้น และผู้บริโภคแต่อย่างใด (อรรชรณ ศิริรัตน์นิริยะ, 2529) ในส่วนของผักกาดหอมเห็นจัดว่าเป็นพืชซึ่งมีความสามารถในการดูดซับโลหะหนักเข้ามาสะสมในส่วนต่าง ๆ ได้มากเมื่อเทียบกับพืชผักชนิดอื่น ๆ (Dowdy และ Larson, 1975) ดังนั้นการเลือกพืชทั้งสองมาเพาะปลูกโดยมีค่ารับทดลอง (treatment) เหมือนกัน ก็น่าที่จะทำให้เปรียบเทียบผลของข้อมูลที่ได้ในด้านต่าง ๆ ได้เช่นกัน

2. การเลือกอัตราใส่กากตะกอน

เลือกที่อัตรา 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นอัตราที่ อรรชรณ ศิริรัตน์นิริยะ (2529) เสนอไว้ว่าเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในแง่ที่การเกษตร ทั้งด้านความปลอดภัยจากโลหะหนักและทางด้านเศรษฐศาสตร์ ในการปลูกผักบางชนิด (คะแนนน)

3. การเลือกอัตราการใช้แกลบ

สำหรับอัตราการใช้แกลบนั้น จากการตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยในที่ต่าง ๆ เช่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) มหาวิทยาลัยมหิดล กรมปศุสัตว์และสภาวิจัยแห่งชาติ เป็นต้น ก็ยังไม่พบงานวิจัยในลักษณะนี้ ดังนั้นปริมาณการใช้แกลบจึงถืออัตราการใช้กากตะกอนที่เหมาะสม คือ 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ (อรรชรณ ศิริรัตน์นิริยะ, 2529) เป็นหลัก

จากการทำการทดสอบเบื้องต้น (preliminary) เพื่อหาปริมาณของแกลบที่ใกล้เคียงกับอัตราการใช้กากตะกอนดังกล่าว พบว่า อัตราส่วนของแกลบต่อกากตะกอนโดย

ปริมาณเท่ากับ 1 ต่อ 1 นั้นจะต้องใส่เกลือให้มีน้ำหนักประมาณ 1 ใน 10 ของน้ำหนักกากตะกอน (ตารางที่ 3) การใส่เกลือ 320 กิโลกรัมต่อไร่ จึงมีปริมาณเท่ากับการใส่กากตะกอน 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ อัตราการใส่เกลือ 320 กิโลกรัมต่อไร่ จึงเป็นอัตราการใส่เกลือที่กำหนดให้เป็นอัตราต่ำสุด และเพื่อให้ได้คำตอบถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ที่อาจจำเป็นต้องดำเนินการจัดการกับเกลือในปริมาณมากขึ้น ประกอบกับผลทางการเปรียบเทียบข้อมูลที่จะได้รับตามการออกแบบการทดลอง ดังมีอัตราที่ใส่เกลือจึงมี 4 อัตรา คือ 320 640 960 และ 1,280 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 3 น้ำหนักโดยประมาณของกากตะกอนและเกลือที่ปริมาณเดียวกัน

ประเภท / ครึ่งที่	1	2	3	เฉลี่ย	อัตราส่วนน้ำหนักของกากตะกอนต่อเกลือ
กากตะกอน (กรัม)	1,100	1,080	1,050	1,110	= 1,110 : 108.3
เกลือ (กรัม)	110	105	110	108.3	= 10.24 : 1 หรือประมาณ 10 : 1

4. การวางแผนการทดลอง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการทดลองในภาคสนาม โดยออกแบบการทดลองแบบ 2 x 4 factorial in - completely randomize ศึกษาโดยใช้พืช 2 ชนิด แต่ละชนิดจะทำ 3 ซ้ำ (Replication) โดยมีดำรับทดลอง (Treatment) สำหรับพืชทั้ง 2 ชนิด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การวางแผนการทดลอง

หน่วยทดลอง	คำรับทดลอง (Treatment)
1	ควบคุม (ไม่เติมกากตะกอน แกลบ และปุ๋ยเคมี)
2	ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 สำหรับผักคะน้าและผักกาดหอม ที่อัตรา 96 กิโลกรัมต่อไร่
3	ใส่กากตะกอน ณ ระดับ 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธี คลุกเคล้ากับดิน
4 - 7	ใส่กากตะกอน ณ ระดับ 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ โดยวิธี คลุกเคล้ากับดินทุกหน่วยทดลอง และใส่แกลบด้วยอัตรา 320, 640, 960 และ 1,280 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ด้วยวิธีคลุกเคล้ากับดิน

หน่วยทดลอง (Plot) หนึ่งชุดจะนับได้เท่ากับ 7 หน่วยทดลองต่อ 1 ซ้ำ (Replication) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ จึงมีหน่วยทดลองทั้งสิ้น 42 หน่วยทดลอง

5. การเตรียมพื้นที่ทดลอง

- 5.1 พื้นที่ทดลอง อยู่ที่ตำบลบ้านฉาง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร
- 5.2 ลักษณะพื้นที่ทดลอง เป็นแบบยกร่องสี่เหลี่ยม กว้างประมาณ 4 - 5 เมตร มีน้ำล้อมรอบ แต่ละร่องยาวประมาณ 70 เมตร ซานแปลงกว้างประมาณ 30 เซนติเมตรโดยรอบ (ดังภาพที่ 4) ลักษณะเนื้อดินในพื้นที่ทดลองเป็นดินเหนียว (clay soil) รอบพื้นที่ทดลองมีคันกั้นน้ำโดยรอบและสูบน้ำเข้าออกเพื่อระบายน้ำเป็นครั้งคราว

5.3 การเตรียมดิน ทำการไถดินและสับดินที่ระดับ 15-20 เซนติเมตร ส่วนตัวอย่างดินมาวัดค่าพีเอช (เนื่องจากดินในพื้นที่ทดลองมีพีเอชเป็นกลาง (pH = 7.1) จึงไม่จำเป็นต้องปรับพีเอช) มีการโรยเลนระหว่างร่องแปลง ตกแต่งฐานแปลง จากนั้นทิ้งไว้ให้ดินแห้งเป็นระยะเวลาประมาณ 1-2 วัน

5.4 การเตรียมแปลงทดลอง เตรียมแปลงทดลองสำหรับ 1 หน่วยทดลอง (plot) ขนาด 2.5 x 4 ตารางเมตร ทั้งหมด 42 หน่วยทดลอง (plot) โดยแต่ละหน่วยทดลองห่างกัน 50 เซนติเมตร เพื่อเป็นพื้นที่ของแนวป้องกัน (guard row) สำหรับการปนเปื้อนจากแปลงทดลองข้างเคียง

5.5 เตรียมเพาะปลูก ใส่วัสดุตะกอนและแกลบ ตามตำรับทดลองและหน่วยทดลองที่กำหนดไว้ข้างต้น จากนั้นฝังดินไว้ประมาณ 1 วัตถุประสงค์หลักของหัวและระดับน้ำ เพื่อรักษาระดับความชื้นในดินประมาณ 5 วัน จึงคลุมฟางและหว่านเมล็ดพืช (ในส่วนของตำรับทดลองเดิมปุ๋ยเคมี ใส่อตามระยะเวลาดังปรากฏในหัวข้อการเพาะปลูกและดูแลรักษา)

6. การเพาะปลูกและดูแลรักษา

พืชทั้ง 2 ชนิดใช้วิธีหว่านแล้วกลบแรกเพื่อจัดระยะปลูกให้มีขนาด 25 x 25 เซนติเมตร โดยที่ผักคะน้าจะกลบแรกหลังปลูกประมาณ 32 วัน ส่วนผักกาดหอมทำการกลบแรกหลังปลูกประมาณ 25 วัน มีการให้น้ำเพื่อรักษาระดับความชื้นในดินให้มีความสม่ำเสมอ ณ ระดับความชื้นสนาม (field capacity) และฉีดพ่นสารปราบศัตรูพืชบ้างเป็นครั้งคราวเมื่อพบศัตรูพืช เช่น หนอน และแมลงต่าง ๆ สำหรับแปลงทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี จะใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 ที่อัตรา 48 กิโลกรัมต่อไร่ 2 ครั้ง คือ เมื่อน้ำซึมเข้าสู่ได้ประมาณ 13 วัน และก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 5 วัน ตามระยะเวลาการเพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด

7. การเก็บเกี่ยวผลผลิตและการเก็บตัวอย่างพืช

ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตผักกาดหอมที่อายุ 40 วัน และผักคะน้าที่อายุ 49 วัน
วิธีการเก็บผลผลิต ทำโดยวัดระยะจากขอบแปลงด้านขวาเข้ามาข้างละ 25 เซนติเมตร
เพื่อหลีกเลี่ยงอิทธิพลจากปัจจัยต่าง ๆ ในพื้นที่ของแนวป้องกัน (guard row) ในด้าน
กว้างนั้นจะเก็บผลผลิตที่ขอบแปลง เนื่องจากไม่มีการปนเปื้อนของพื้นที่ข้างเคียงเพราะอยู่
ติดกับซันแปลงและร่องน้ำ ซึ่งไม่มีการเพาะปลูก ดังนั้นจึงเหลือเป็นพื้นที่เก็บเกี่ยว
กว้าง x ยาว เท่ากับ 2 x 4 ตารางเมตร (พื้นที่แปลงปกติเท่ากับ 2.5 x 4 ตารางเมตร)
หลังจากเก็บเกี่ยวนำผลผลิตแต่ละแปลงมาชั่งน้ำหนักสดทันที ค่าที่ได้นำมาคำนวณเป็นผลผลิต
ต่อไร่ (หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อไร่) จากนั้นสุ่มตัวอย่างบางส่วนมาอบหาค่าหนักผลผลิตแห้ง
(dry weight) และนำไปวิเคราะห์หาโลหะหนัก (Heavy metal) ในห้องปฏิบัติการ
ต่อไป

8. การเก็บตัวอย่างภาคตะกอนและดิน

8.1 ภาคตะกอน ทำการสุ่มตัวอย่างก่อนใช้ในพื้นที่เพาะปลูก โดยวิเคราะห์
นารามิเตอร์ดังปรากฏในตารางที่ 5

8.2 ดิน ทำการสุ่มตัวอย่างดินบริเวณพืชมูลที่ระดับความลึกไม่เกิน 15
เซนติเมตร เพื่อนำมาวิเคราะห์ โดยแบ่งช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างและนารามิเตอร์ที่
ต้องการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ก่อนปลูก สุ่มตัวอย่างดินจากพื้นที่เพาะปลูก นำมาวิเคราะห์หา
นารามิเตอร์ทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 5

ระหว่างปลูก สุ่มตัวอย่างดินในช่วงเวลาเจริญเติบโตของพืชทดลอง
ทุกแปลงทุก 2 สัปดาห์ นำมาหาค่าพีเอช (pH)

หลังปลูก สุ่มตัวอย่างดินหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากทุกแปลงทดลอง นำมาวิเคราะห์นารามิเตอร์ทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 5

9. นารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์

วิธีวิเคราะห์หาค่าตามแบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและน้ำของ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ทัศนีย์ อัดตะนิมพันธ์, จงรักษ์ จันทรเจริญสุข และ สุรเดช จินตกาญจน์, 2532) โดยมีนารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ดังแสดง ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 นารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์สำหรับดินและกากตะกอน

นารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
- pH	- pH meter (ดิน : น้ำ = 1 : 1)
- Organic carbon	- Walkley and Black method
- Total nitrogen	- Kjeldahl method
- Ammonium nitrogen (NH_4^+ -N)	- Steam distillation method
- Nitrate nitrogen (NO_3^- -N)	- Steam distillation method (with Devarda alloy)
- Available phosphorus	- สกัดด้วย Bray II หาปริมาณ P ด้วย Ascorbic and reduction
- Exchangable potassium	- สกัดด้วย Neutral 1 N NH_4OAc หา ปริมาณ K ด้วย AAs

ตารางที่ 5 (ต่อ) พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์สำหรับดินและกากตะกอน

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
<ul style="list-style-type: none"> - Heavy metal (Fe, Mn, Cu, Cd, Zn, Pb, Ni) <li style="padding-left: 20px;">- ในกากตะกอนและในดิน <li style="padding-left: 20px;">- ในพืช - Cation exchange capacity (CEC) - Soil texture, Soil density and porosity 	<ul style="list-style-type: none"> - สกัดด้วย 0.005 M DTPA หาปริมาณด้วย AAs - Dry ashing หาปริมาณด้วย AAs - Ammonium saturation method - ตามวิธีของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

10.1 ใช้ Analysis of variance เพื่อหา F - Value

10.2 ใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT)

เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล

หมายเหตุ : ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SAS ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ