

วัสดุ อุปกรณ์ และการดำเนินงานวิจัย

วัสดุ อุปกรณ์

1. กากตะกอน ใช้กากตะกอนจากถังหมักไร้อากาศ (Anaerobic digestion tank) ของโรงบำบัดน้ำเสียกรุงเทพมหานคร (ชุมชนห้วยขวาง)
2. พืชทดลอง ได้แก่
 - 2.1 ผักคะน้า (Chinese Kale, Brassica oleracea L.var alboglabra Bailey) ใช้เมล็ดพันธุ์คะน้ายอดไต้หวัน บางบัวทอง 30 ตราสารแดงของบริษัท อีสท์ เวสต์ ซีดี จำกัด
 - 2.2 ผักกาดหอม (Lettuce, Lactuca sativa var.crispa) ใช้เมล็ดพันธุ์ผักกาดหอม ตราสารแดงของบริษัท อีสท์ เวสต์ ซีดี จำกัด
 - 2.3 ผักกวางตุ้ง (Edible rape, Brassica chinensis var. parachinensis) ใช้เมล็ดพันธุ์ผักกาดกวางตุ้ง เขียวทศกัณฑ์ ตราสารแดงของบริษัท อีสท์ เวสต์ ซีดี จำกัด
 - 2.4 ผักบั้งจีน (Kang - Kong, Ipomoea aquatica) ใช้เมล็ดพันธุ์ผักบั้งจีนพันธุ์พิเศษ เกดเอเล ตราจีน ของเลขที่ 355/177-178 ตลาดสี่มุมเมือง ถ.พหลโยธิน ต.คูคต อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี
3. เครื่องมือเกษตรกรรมที่เป็นอุปกรณ์ในการปลูกและดูแลผัก เช่น รถคราดดิน จอบ เรือรดน้ำ ฯลฯ และวัสดุอื่น ๆ เช่น ฟางแห้ง เชือก ไม้รวก ตลับเมตร ฯลฯ
4. ปุ๋ยเคมี ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7

5. สารเคมีการเกษตร การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้สารเคมีการเกษตรตามความจำเป็นในการเพาะปลูก สารเคมีเหล่านี้เป็นสารเคมีเช่นเดียวกันกับที่เกษตรกรจำเป็นต้องใช้อยู่เป็นประจำ โดยมีวัตถุประสงค์ของการใช้สารเคมีการเกษตรแต่ละชนิดแตกต่างกัน จำแนกสารเคมีการเกษตรออกเป็นกลุ่มตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานได้ดังนี้

5.1 กำจัดแมลงและศัตรูพืช ได้แก่

5.1.1 ฟอสซ์ 25 เอสที (ชื่อสามัญ Carbosulfan)

5.1.2 คลอราลี (ชื่อสามัญ Prochloraz and Carbendazin)

5.1.3 เมตาแลกซิล 35 เอสดี (ชื่อสามัญ Matalaxyl)

5.1.4 เอจี-เอฟ (ชื่อสามัญ Akylaryl Polyetnoxylate and Sodium Salt of Alkylsulfonated 60%)

5.1.5 โคลเคอร์ (ชื่อสามัญ Monocrotophos)

5.1.6 ลาร์ฟอส-เมวินฟอส

5.1.7 อะกรีแมท

5.2 กำจัดวัชพืช ไซีโทล 2 อี (ชื่อสามัญ Oxyfluorfen)

5.3 เป็นอาหารเสริมของพืช ได้แก่

5.3.1 อากรี-วิต (Agri-vit)

5.3.2 อีลีมินพี (Elemin-P)

5.3.3 สาหร่ายทะเลสกัด (Sea-Born)

6. สารเคมี สำหรับวิเคราะห์ตัวอย่าง ภาคตะกอน ดิน และพืชใช้สารเคมีระดับงานวิเคราะห์ (Analytical grade)

7. เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง ได้แก่

7.1 เครื่องแก้วและอุปกรณ์การทดลองต่าง ๆ เช่น ไปเปต บิวเรต

บีกเกอร์ กระจกตวง แท่งแก้ว ตะแกรงทองเหลือง ถ้ำสกรับเบื้องต้น ฯลฯ

- 7.2 เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด (Analytical Balance) ของ Sartoriur และ Mettler รุ่น AC 100
- 7.3 เครื่องวัดพีเอช (pH Meter) ของ Hanna รุ่น HI 8424
- 7.4 เครื่องบดสำหรับบดตัวอย่างพืช
- 7.5 เตาอบ (Oven) ของ Memmert
- 7.6 เตาเผา (Muffle Furnace) ของ Sybron/Thermolyne
- 7.7 เตาแผ่นความร้อน (Hot Plate) ของ Despatch Industries, inc. และ Sybron/Thermolyne
- 7.8 เครื่องเขย่า (Shaking machine) ของ Edmund Buhler
- 7.9 เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifuge) ของ Hettich แบบ universal 2S รุ่น D-7200
- 7.10 เครื่อง Spectrophotometer ของ Bausch & Lomb รุ่น 88
- 7.11 เครื่อง Kjeltac System ของ Tecator รุ่น 1002
- 7.12 เครื่อง Atomic Absorbtion Spectrophotometer (AAs) ของ Perkin Elmer รุ่น 4000

การดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ทำการศึกษาในภาคสนาม (Field experiment) ณ บริเวณพื้นที่เกษตรกรรม ตำบลบางฉาง อำเภอเมือง จังหวัดพทุมธานี ปัจจุบันเป็นพื้นที่ที่ใช้ทำการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ สลับเปลี่ยนกันไป ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไปเป็นแปลงผักทรงคันสูง สันโค้ง กว้าง 4 เมตร ยาว 70 เมตร โดยประมาณ มีขานแปลงรอบ ๆ แปลงผักกว้างประมาณ 30 เซ็นติเมตร ระหว่างแปลงผักมีร่องน้ำล้อมรอบกว้างประมาณ 1.5 เมตร (ดังภาพที่ 1 ในภาคผนวก ข.) ลักษณะเนื้อดิน (Soil Texture) เป็นดินเหนียว (Clay)

กล่าวคือมี ทราย (Sand) ซิลท์ (Silt) และดินเหนียว Clay เท่ากับ 29 30 และ 51 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ขั้นตอนดำเนินการวิจัยมีดังนี้

1. วางแผนการวิจัย วางแผนการทดลองแบบ 2 x 4 Factorial

In-Completely Randomize Design สำหรับพืช 4 ชนิด ใส่กากตะกอนแบบคลุกเคล้ากับดิน 2 อัตรา ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยมีหน่วยทดลอง (Plot) 4 หน่วย สำหรับพืชแต่ละชนิด ต่ำับทดลอง (Treatment) ของแต่ละหน่วยทดลอง ดังปรากฏในตารางที่ 2 หน่วยทดลองของพืชทั้ง 4 ชนิดใน 1 ซ้ำ (Replication) เท่ากับ 16 หน่วยทดลอง การศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงมีหน่วยทดลองทั้งสิ้น 48 หน่วยทดลอง

2. เตรียมอุปกรณ์การวิจัย (กากตะกอน แปลงทดลอง และพืชทดลอง)

2.1 การเตรียมกากตะกอน นำกากตะกอนจากถังหมักไร้อากาศ

(Anaerobic Digestion Tank) ของโรงบำบัดน้ำเสียกรุงเทพมหานคร (ชุมชนหัวขวาง) ซึ่งมีลักษณะกึ่งแข็ง กึ่งเหลว (Semi-Solid) สีนํ้าตาลเข้มจนถึงดำ มาทำให้แห้งโดยตากในพื้นที่โล่งเป็นเวลา 5 เดือน ทูบให้มีขนาดเล็กแล้วจึงคลุกเคล้าผสมกัน ทำการคัดแยกเศษวัสดุปนเปื้อนออกไป วิเคราะห์หาความชื้นของกากตะกอน แล้วนำไปคำนวณหาน้ำหนักของกากตะกอนที่จะต้องใช้ในแต่ละหน่วยทดลอง จากนั้นจึงบรรจุกากตะกอนแห้งไว้ในถุงพลาสติก

2.2 การเตรียมแปลงทดลอง ปรับโครงสร้างของดินโดยการพินดินและ

สับดิน ขุดลอกและแต่งชานแปลงผัก ใส่ไม้รวกทำสัญลักษณ์ไว้ ปักกั้นแปลงทดลองให้ได้ขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 2.5 เมตร เว้นระยะห่างระหว่างแปลงทดลอง (Guard Row) 50 เซ็นติเมตร ด้วยผลการวิเคราะห์ดินเบื้องต้นพบว่า ดินมี pH เท่ากับ 7.1 จึงไม่มีความจำเป็นต้องปรับ pH ของดินก่อนการหว่านเมล็ดพันธุ์ผัก จากนั้นจึงโรยกากตะกอนในแปลงทดลองตามแผนการทดลอง สับดินเพื่อคลุกเคล้าดินกับกากตะกอน ตากดินทิ้งไว้ 1 สัปดาห์

ตารางที่ 2 แผนการทดลอง

หน่วยทดลอง	คำรับทดลอง
1	ควบคุม (ไม่เติมกากตะกอนและปุ๋ยเคมี)
2	เติมปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 อัตรา 96 กิโลกรัมต่อไร่
3	เติมกากตะกอนแบบคลุกเคล้ากับดินด้วยอัตราเติม 1,800 กิโลกรัมต่อไร่ (10 เมตริกตันต่อเฮกตาร์)
4	เติมกากตะกอนแบบคลุกเคล้ากับดินด้วยอัตราเติม 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ (20 เมตริกตันต่อเฮกตาร์)

ใช้สารเคมีไกล 2 อี เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของหญ้า ควบคุมแปลงทดลองด้วยฟางแห้ง ยกเว้นแปลงทดลองที่ปลูกผักบึงจีน รดน้ำให้ดินชุ่มชื้นวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 5 วัน

2.3 การเตรียมพืชทดลอง นำเมล็ดพันธุ์พืชมาหาเปอร์เซ็นต์การงอก คำนวณอัตราการหว่านเมล็ดพันธุ์ต่อแปลงทดลอง ก่อนหว่านนำเมล็ดพันธุ์มาแช่น้ำประมาณ 12 ชั่วโมง และคลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมีการเกษตรตามวิธีการที่เกษตรกรปฏิบัติจริง คือ ใช้ฟอสฟอรัส 25 เอสที และคลอโรซัลเพื่อป้องกันมดและเชื้อรา สำหรับเมล็ดพันธุ์ผักคะน้า ผักกาดหอม ผักกวางตุ้ง และใช้เมตาแลกซิล 35 เอสทีสำหรับเมล็ดพันธุ์ผักบึงจีน

3. การปลูกและดูแลรักษาพืชทดลอง หว่านเมล็ดพันธุ์พืชลงในแปลงทดลองที่เตรียมไว้ตามปริมาณที่คำนวณได้ หว่านให้เมล็ดพันธุ์กระจายสม่ำเสมอทั่วทั้งแปลงโดยหว่านขณะลมสงบ รดน้ำให้เมล็ดพันธุ์มีความชุ่มชื้นอยู่เสมอ ถอนแยกพืชทดลอง เพื่อจัดระยะการปลูกให้เหมาะสม (ยกเว้นผักบึงจีน) เมื่อพืชทดลองมีอายุได้ 32 25 และ 23 วันสำหรับ ผักคะน้า ผักกาดหอม และผักกวางตุ้ง ตามลำดับ

ในระหว่างที่ผักกำลังเจริญเติบโต ต้องสังเกตลักษณะโรคพืชและแมลงรบกวน หากพบว่ามีโรคพืชและแมลงรบกวน จำเป็นต้องใช้สารเคมีตามที่เกษตรกรในพื้นที่ใช้อยู่ ดังนั้น เมื่อตรวจพบว่าผักคะน้าเป็นโรคใบจุด มีการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (แมงกะเจ้า) ในแปลงผักกวางตุ้ง และมีหนอนเชิวในแปลงผักกาดหอม จึงจำเป็นต้องใช้สารเคมีกำจัดแมลงและศัตรูพืชคือ เอจี-เอฟ โทลเดอร์ ลาร์ฟอส-เมวินฟอส และอะกรีแมท กับอาหารเสริมสำหรับพืชผักคือ อากรี-วิท อีลิมีนพี และสาหร่ายทะเลสกัด โดยใช้ผสมกัน เพื่อควบคุมโรคพืชและแมลงรบกวน

การใส่ปุ๋ยเคมีในแปลงทดลองตามแผนการทดลอง จะใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 ในอัตรา 48 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครั้ง โดยใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง เมื่อผักมีอายุได้ 13 วัน และก่อนเก็บเกี่ยว 5 วัน ดังนั้น อัตราการใส่ปุ๋ยเคมีจึงเท่ากับ 96 กิโลกรัมต่อไร่

4. การเก็บเกี่ยวพืชทดลอง เก็บเกี่ยวพืชทดลองในระยะเวลาการเจริญเติบโตดังนี้ ผักคะน้า 49 วัน ผักกาดหอม 40 วัน ผักกวางตุ้ง 39 วัน และผักบุ้งจีน 27 วัน วิธีการเก็บเกี่ยวใช้มีดตัดที่โคนลำต้นผักคะน้า ผักกาดหอม และผักกวางตุ้ง ส่วนผักบุ้งจีน เก็บเกี่ยวโดยการถอนลำต้นพร้อมราก การเก็บเกี่ยวผลผลิตนี้เก็บเกี่ยวเฉพาะบริเวณพื้นที่ห่างจากขอบแปลงทดลอง ด้านยาวข้างละ 25 เซนติเมตรโดยประมาณ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการปนเปื้อน (Contaminate) จากปัจจัยอื่น ๆ จากตำรับทดลองข้างเคียง ส่วนด้านกว้างจะเก็บผลผลิตชิดขอบแปลง ทั้งนี้เพราะทางด้านกว้างนั้นอยู่ติดกับฐานแปลงและร่องน้ำ ดังนั้นจึงปราศจากการปนเปื้อนใด ๆ ที่อาจส่งผลให้ค่าผลผลิตที่ได้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เมื่อคิดพื้นที่ในการเก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละแปลงจึงมีขนาดเท่ากับ 2 x 4 เมตร รวมเป็นพื้นที่ 8 ตารางเมตร หลังจากนี้จึงชั่งและคำนวณผลผลิต คัดน้ำหนักสดเป็นกิโลกรัมต่อไป

5. การเก็บและเตรียมตัวอย่างดิน ภาคตะกอนและพืช

5.1 การเก็บตัวอย่างดิน แบ่งออกเป็น 3 ระยะคือ

- 5.1.1 เก็บตัวอย่างดินก่อนการเพาะปลูก โดยสุ่มตัวอย่างดินที่ความลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร จากแปลงทดลองต่าง ๆ มารวมกันเป็นตัวอย่างรวม (Composit Sample) แล้วนำไปวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังปรากฏในตารางที่ 3
- 5.1.2 เก็บตัวอย่างดินขณะทำการเพาะปลูก โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินหลาย ๆ จุดให้ทั่วแปลงทดลอง มาทำเป็นตัวอย่างรวมของแปลงทดลองนั้น ตลอดช่วงระยะเวลาเจริญเติบโตของพืชทดลองจะเก็บตัวอย่างดินจากทุกแปลงทดลอง ทุก 2 สัปดาห์ สำหรับแปลงทดลองที่ปลูกผักคะน้า ผักกาดหอม และผักกวางตุ้ง และทุกสัปดาห์สำหรับแปลงทดลองที่ปลูก

ผักบ่งจัน ตัวอย่างดินเหล่านี้จะนำมาวิเคราะห์หา pH

ของดิน

- 5.1.3 เก็บตัวอย่างดินหลังการเพาะปลูก สุ่มเก็บตัวอย่างดินด้วยวิธีการเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างดินขณะทำการเพาะปลูก ตัวอย่างดินที่ได้จะนำมาวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่นเดียวกับดินก่อนการเพาะปลูก

การเตรียมตัวอย่างดิน ทำได้โดยการนำเอาตัวอย่างดินทั้งหมดมาผึ่งลมให้แห้ง (Air-Dried) แล้วทุบให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงทองเหลืองขนาด 2 มิลลิเมตร เตรียมไว้เพื่อการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

5.2 การเก็บตัวอย่างภาคตะกอน สุ่มตัวอย่างภาคตะกอนจากภาคตะกอนที่ทุบและคัดแยกเศษวัสดุออกแล้วในชั้นเตรียมภาคตะกอน ร่อนตัวอย่างภาคตะกอนผ่านตะแกรงทองเหลืองขนาด 2 มิลลิเมตร เตรียมไว้สำหรับวิเคราะห์หาความชื้น องค์กรประกอบทางเคมี และปริมาณโลหะหนักในห้องปฏิบัติการ

5.3 การเก็บตัวอย่างพืชทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างพืชทดลองจากแปลงทดลอง เมื่อนี้ครบกำหนดเก็บเกี่ยว ล้างตัวอย่างพืชทดลองด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง จนปราศจากดินแล้วจึงล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นจึงแยกตัวอย่างพืชทดลองเป็นส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน ผึ่งตัวอย่างพืชทดลองให้แห้งแล้วชั่งน้ำหนักสด อบให้แห้งในเตาอบที่อุณหภูมิ 70°C จนตัวอย่างพืชทดลองแห้งซึ่งน้ำหนักแห้ง ค่าความหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น จากนั้นนำตัวอย่างพืชทดลองไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด บรรจุตัวอย่างพืชทดลองใส่ถุงพลาสติก ปิดให้สนิทเก็บไว้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

6. การวิเคราะห์ตัวอย่าง วิเคราะห์ตัวอย่างดิน ภาคตะกอน และพืช ตามวิธีการของคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช (ทัศนีย์ อิตตะนันท์, จงวัชร จันทร เจริญสุข และสุรเดช จินตกานนท์, 2532) ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ Analysis of Variance เพื่อหา F-value และใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) สำหรับเปรียบเทียบหาความแตกต่างของข้อมูล ณ ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SAS ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ 3 พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์พารามิเตอร์

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
pH (อัตราส่วนดิน : น้ำ = 1 : 1)	เครื่องวัด pH (pH Meter)
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon)	Walkley - Black Method
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen)	Macro - Kjeldahl Method
แอมโมเนียมไนโตรเจน ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$)	Stream Distillation Method
ไนเตรตไนโตรเจน ($\text{NO}_3^- - \text{N}$)	Stream Distillation Method (with Devarda Alloy)
ฟอสฟอรัส (Available Phosphorus)	สกัดด้วยสารละลาย Bray II ทา ปริมาณฟอสฟอรัสด้วย Ascorbic Acid Reduction
โพแทสเซียม (Exchangeable Potassium)	สกัดด้วย Neutral 1N NH_4OAc ทา ปริมาณ โพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorbtion Spectropho- tometer (AAS)
ความต้องการปูน (Lime Requirement)	Incubation Method (วิธีของ Vietch)

ตารางที่ 3 (ต่อ) พารามิเตอร์และวิธีวิเคราะห์พารามิเตอร์

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
<p>ความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Cation Exchange Capacity, CEC) โลหะหนัก {เหล็ก (Fe), มังกานีส (Mn), ทองแดง (Cu), สังกะสี (Zn), ตะกั่ว (Pb) นิกเกิล (Ni) และแคดเมียม (Cd)}</p> <ul style="list-style-type: none"> - ในภาคตะกอนและในดิน - ในพืช 	<p>Ammonium Saturation Method</p> <ul style="list-style-type: none"> - สกัดด้วย 0.005 M DTPA - Dry Ashing <p>แล้วหาปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่อง Atomic Absorbtion Spectro- photometer (AAS)</p>