

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษา

สถานที่ศึกษาวิจัย

1 สถานที่เก็บตัวอย่างดิน

- ชุดดินน้ำพอง เก็บตัวอย่างที่ ตำบลบ้านเป้า อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์
- ชุดดินร้อยเอ็ด เก็บตัวอย่างที่ ตำบลนาบัว จังหวัดสุรินทร์
- ชุดดินสตึก เก็บตัวอย่างที่ ตำบลมะเกลือใหม่ อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา

2 สถานที่วิจัย

ณ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

เครื่องมือและอุปกรณ์

1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บดิน ประกอบด้วย

- ซ้อมชุดดิน
- ถังพลาสติก
- ไม้บรรทัด

2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลองดิน ประกอบด้วย

- ตัวอย่างดินทั้ง 3 ชุดดิน
- สารพาราควัท
- ชุดบดดิน
- ตะแกรงร่อนดินขนาด 2 มิลลิเมตร
- เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
- เครื่อง pH มิเตอร์
- เครื่องชั่ง
- กระดาษกรอง
- ชุดเครื่องแก้วทดลองต่าง ๆ

วิธีการทดลอง

1 วิธีการเก็บตัวอย่างชุดดินและเตรียมชุดดิน

- เก็บตัวอย่างชุดดิน โดยเก็บบริเวณที่มีระยะความลึกจากผิวดินประมาณ 30 เซนติเมตร ประมาณ 2 กิโลกรัม
- นำชุดดินที่เก็บได้มาผึ่งให้แห้งประมาณ 1 สัปดาห์
- นำดินที่ผึ่งแห้งมาทำการบด และร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 2 มิลลิเมตร
- เก็บใส่ถุงพลาสติก เขียนชื่อชุดดิน แหล่งที่มา เวลาเก็บไว้ให้เรียบร้อย

2 วิธีการทดลองวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน

2.1 วิธีการทดลองวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-เบสของดิน

- ชั่งตัวอย่างดิน 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์
- เติมน้ำกลั่นลงไป 10 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากันหลายๆ ครั้ง ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที
- นำสารละลายดินไปวัดค่าความเป็นกรด-เบสด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-เบส โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานความเป็นกรด-เบส 4 และความเป็นกรด-เบส 7 ปรับเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-เบสก่อน

2.2 วิธีการทดลองวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

- ชั่งดินตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ในขวดแก้วกันแบน (Erlenmeyer flask)
- ปิเปตสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท 1 N 10 มิลลิลิตร
- เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร เขย่าขวดแก้วเบา ๆ เป็นเวลา 1-2 นาที ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที
- เติมน้ำกลั่น ประมาณ 50 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น
- หยดอินดิเคเตอร์ ออร์โทฟอสโฟรีน 5 หยด
- ไตไตรด้วยสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.5 N เพื่อหาปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมทที่เหลือจากปฏิกิริยาจนกระทั่งสีของสารละลายดินเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดงที่จุดยุติ
- บันทึกปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมท และเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้
- ทำสารที่ใช้เป็นมาตรฐานเช่นเดียวกันกับวิธีวิเคราะห์ดิน
- คำนวณปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์วัตถุโดยใช้สมการคำนวณดังนี้

สมการคำนวณปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และอินทรีย์วัตถุ

$$\% \text{ Organic Carbon} = \frac{(B-T)N}{B} \times \frac{100}{77} \times \frac{3}{10^3} \times \frac{100}{X} \times 10$$

$$\% \text{ Organic Matter} = \% \text{ Organic Carbon} \times 1.724$$

$$\text{หรือ } \% \text{ Organic Matter} = \frac{(B-T)N}{B} \times \frac{100}{77} \times \frac{100}{58} \times \frac{3}{10^3} \times \frac{100}{X} \times 10$$

เมื่อ N = ความเข้มข้นของโพแทสเซียมไดโครเมท (นอร์มอล)

B = ปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ไตเตรทกับ blank (มิลลิลิตร)

T = ปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ไตเตรทกับตัวอย่างดิน (มิลลิลิตร)

X = น้ำหนักดิน (กรัม)

2.3 วิธีการทดลองวิเคราะห์เนื้อดิน

- ซึ่งตัวอย่างที่ล่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ใส่ลงในปิកเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร (ที่ซึ่งน้ำหนักแล้ว) 2 ใบๆ ละ 50 กรัม (โดยประมาณ แต่ต้องทราบ น้ำหนักที่แน่นอน ถ้าเป็นดินเนื้อหยาบใช้ดิน 100 กรัม) เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ใน ตัวอย่างดิน คนให้ดินและน้ำเข้ากันดี เติมสารละลายร้อยละ 30 H_2O_2 ลงไปช้าๆ ครั้ง ละ 5-10 มิลลิลิตร ดินจะมีปฏิกิริยา (เกิดฟองก๊าซ) เติมน้ำกลั่นสีจางลง และไม่แสดง ปฏิกิริยาอีก ยกขึ้นตั้งบน hot plate ไล่ H_2O_2 ที่เหลืออยู่จนหมด (ประมาณ 1 ชั่วโมง) นำตัวอย่างในปิกเกอร์ที่ 1 ไปอบให้แห้งใช้อุณหภูมิ 105°C จนแห้ง นำไปซึ่งหา น้ำหนักของดินที่ไล่ อินทรีย์วัตถุออกหมดแล้ว (เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณ)

- นำปิกเกอร์ใบที่ 2 เติมสารละลายร้อยละ 5 calgon ลงไป 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที เป็นอย่างต่ำ เพื่อให้ของเหลวแทรกซึมเข้าไปในดินได้ทั่วถึง ถ่ายตัวอย่างดินทั้งหมดลงใน dispersion cup โดยใช้ น้ำล้างจนไม่มีดิน เหลือติดอยู่ที่ปิกเกอร์จนด้วยเครื่องกว่นประมาณ 5 นาที (อย่า กว่นให้นานกว่านี้ เพราะ จะทำให้อนุภาคที่ใหญ่ของดินแตก ทำให้ผลการวิเคราะห์ คลาดเคลื่อน) หรือกว่นด้วย แท่ง แก้วจนกระทั่งอนุภาคของดินที่จับกันอยู่ กระจาย เป็นอนุภาคอิสระแต่ละอนุภาคแล้วถ่ายลงใน Bouyoucos Jar ล้างดินใน dispersion

cup ให้หมดถ่ายลงใน Bouyoucos Jar ค่อยๆ หย่อน hydrometer ลงใน Bouyoucos Jar เติมน้ำให้ถึงขีด 1,130 มิลลิลิตร

- เติมสารละลายร้อยละ 5 calgon 100 มิลลิลิตร ลงใน Bouyoucos Jar เติมน้ำ 100-200 มิลลิลิตร ค่อยๆ หย่อน hydrometer ลงไป เติมน้ำจนถึงขีด 1,130 มิลลิลิตร ยก hydrometer ออก

- กวนสารละลายตัวอย่างใน Bouyoucos Jar ประมาณ 20-25 ครั้ง เมื่อถึงเวลา 40 วินาที บันทึกค่าที่อ่านได้ วัดอุณหภูมิของสารแขวนลอยดิน บันทึกไว้

- กวนสารละลาย calgon เมื่อถึงเวลา 20 วินาที หย่อน hydrometer ลงในสารละลายและอ่านค่าของสารละลาย calgon เมื่อถึงเวลา 40 วินาที บันทึกค่าที่อ่านได้ วัดอุณหภูมิของสารละลาย calgon บันทึกไว้

- เมื่อเวลาครบ 2 ชั่วโมง ให้วัดค่าของสารแขวนลอยดิน อุณหภูมิ และวัดค่าของสารละลาย calgon และอุณหภูมิ จดบันทึกไว้

- คำนวณหาร้อยละของอนุภาคดิน และนำไปเข้า Diagram สามเหลี่ยมเพื่อหาประเภทของเนื้อดิน

3 วิธีการทดลองวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับสารพาราควัทในดิน

3.1 วิธีการทดลองวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของพาราควัทที่มีผลต่อการดูดซับในดิน

- เตรียมความเข้มข้นของสารพาราควัทออกเป็น 5 ความเข้มข้น (ที่ 50, 60, 70, 80 และ 90 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับชุดดินสติก และที่ 250, 260, 270, 280 และ 290 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับชุดดินน้ำพอง และชุดดินร้อยละ)

- ชั่งตัวอย่างดิน 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร (ทำเช่นเดียวกันจำนวน 5 บีกเกอร์สำหรับเติมสารพาราควัททั้ง 5 ความเข้มข้น)

- เติมสารละลายพาราควัทที่เตรียมแต่ละความเข้มข้นไว้ลงในแต่ละบีกเกอร์ ปริมาณบีกเกอร์ละ 30 มิลลิลิตร (ทำเช่นเดียวกันทั้ง 5 บีกเกอร์)

- ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 1 วัน

- กรองสารละลายด้วยกระดาษ Whatman เบอร์ 5 ลงในขวดแก้วกันแบน (Erlenmeyer flask)

- ปิเปตดูดสารละลายใส่หลอดทดลอง 10 มิลลิลิตร

- เติม 2 มิลลิลิตรของ 2% โซเดียมไดไฮไดรอกไซด์ ใน 0.3 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์

- เขย่าให้เข้ากัน แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ด้วย ความยาวคลื่นที่ 396 นาโนเมตร ภายในเวลา 1 นาที
- ทำสารที่ใช้เป็นมาตรฐานเช่นเดียวกับวิธีวิเคราะห์ดิน ยกเว้นไม่ต้องเติมสารพาราควัท
- บันทึกค่าที่วัดได้ในแต่ละความเข้มข้น นำค่าไปสร้างกราฟไอโซเทอมตามสมการฟรุนดิชและแลงเมียร์

3.2 วิธีการทดลองวิเคราะห์ความเป็นกรด-เบสของดินที่มีผลต่อการดูดซับของสารพาราควัทในดิน

3.2.1 วิธีการทดลองความเป็นกรด-เบสในช่วงความเป็นกรด-เบส 4.0-5.0

- ชั่งตัวอย่างดิน 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร (ทำเช่นเดียวกันจำนวน 5 บีกเกอร์สำหรับเติมสารพาราควัททั้ง 5 ความเข้มข้น)
- ปรับค่าความเป็นกรด-เบสของดินด้วยกรดซัลฟูริก หรือปูนขาว ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) จนได้ค่าในช่วงความเป็นกรด-เบส 5 ช่วงดังนี้
- เติมสารละลายพาราควัทที่เตรียมแต่ละความเข้มข้นไว้ลงในแต่ละบีกเกอร์ ปริมาณบีกเกอร์ละ 30 มิลลิลิตร (ทำเช่นเดียวกันทั้ง 5 บีกเกอร์)
- ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 1 วัน
- กรองสารละลายด้วยกระดาษ Whatman เบอร์ 5 ลงในขวดแก้วก้นแบน (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
- ปิเปตดูดสารละลายใส่หลอดทดลอง 10 มิลลิลิตร
- เติม 2 มิลลิลิตรของร้อยละ 2 โซเดียมไดไทโอไนท์ ใน 0.3 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์
- เขย่าให้เข้ากัน แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ด้วยความยาวคลื่นที่ 396 นาโนเมตร ภายในเวลา 1 นาที
- ทำสารที่ใช้เป็นมาตรฐานเช่นเดียวกับวิธีวิเคราะห์ดิน ยกเว้นไม่ต้องเติมสารพาราควัท
- บันทึกค่าที่วัดได้ในแต่ละความเข้มข้น นำค่าไปสร้างกราฟไอโซเทอมตามสมการฟรุนดิชและแลงเมียร์

3.2.2 วิธีการทดลองในช่วง pH 5.1-6.0 ทำเหมือนวิธีการทดลองในช่วง pH 4.1-5.0 แต่ปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 5.1-6.0

3.2.3 วิธีการทดลองในช่วง pH 6.1-7.0 ทำเหมือนวิธีการทดลองในช่วง pH 4.1-5.0 แต่ปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 6.1-7.0

3.2.4 วิธีการทดลองในช่วง pH 7.1-8.0 ทำเหมือนวิธีการทดลองในช่วง pH 4.1-5.0 แต่ปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 7.1-8.0

3.2.5 วิธีการทดลองในช่วง pH 8.1-9.0 ทำเหมือนวิธีการทดลองในช่วง pH 4.1-5.0 แต่ปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 8.1-9.0

3.3 วิธีการทดลองวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีผลต่อการดูดซับของสารพาราควัท ในดิน

เป็นการวิเคราะห์เพื่อดูความแตกต่างของประสิทธิภาพในการดูดซับสารพาราควัทในดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ต่างกัน ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุต่อดินเป็น 5 ระดับ ดังนี้คือ มีอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ และแยกวิธีการทดลองในแต่ละปริมาณดังต่อไปนี้

3.3.1 วิธีการทดลองปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 1

- ชั่งตัวอย่างดินใส่ในปิកเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร (ทำเช่นเดียวกันจำนวน 5 ปิកเกอร์สำหรับเติมสารพาราควัททั้ง 5 ความเข้มข้น)
- เติมอินทรีย์วัตถุลงในดินให้มีอินทรีย์วัตถุในดินเป็นร้อยละ 1 โดยมีดินและอินทรีย์วัตถุรวมกันในปิกเกอร์เท่ากับ 10 กรัม
- เติมสารละลายพาราควัทที่เตรียมแต่ละความเข้มข้นไว้ลงในแต่ละปิกเกอร์ ปริมาณปิกเกอร์ละ 30 มิลลิลิตร (ทำเช่นเดียวกันทั้ง 5 ปิกเกอร์)
- ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 1 วัน
- กรองสารละลายด้วยกระดาษ Whatman เบอร์ 5 ลงในขวดแก้วกันแบน (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
- ปิเปตดูดสารละลายใส่หลอดทดลอง 10 มิลลิลิตร
- เติม 2 มิลลิลิตรของร้อยละ 2 โซเดียมไดไทโอไนท์ ใน 0.3 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์
- เขย่าให้เข้ากัน แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ด้วยความยาวคลื่นที่ 396 นาโนเมตร ภายในเวลา 1 นาที
- ทำ blank เช่นเดียวกับวิธีวิเคราะห์ดิน ยกเว้นไม่ต้องเติมสารพาราควัท

- บันทึกค่าที่วัดได้ในแต่ละความเข้มข้น นำค่าไปสร้างกราฟไอโซเทอม ตามสมการฟรุนดิชและแลงเมียร์

3.3.2 วิธีการทดลองปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 2 ทำเหมือนวิธีการทดลอง ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 1 แต่เปลี่ยนเป็นการเติมอินทรีย์วัตถุเป็นร้อยละ 2

3.3.3 วิธีการทดลองปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 3 ทำเหมือนวิธีการทดลองปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 1 แต่เปลี่ยนเป็นการเติมอินทรีย์วัตถุเป็นร้อยละ 3

3.3.4 วิธีการทดลองปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 4 ทำเหมือนวิธีการทดลองปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 1 แต่เปลี่ยนเป็นการเติมอินทรีย์วัตถุเป็นร้อยละ 4

3.3.5 วิธีการทดลองปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 5 ทำเหมือนวิธีการทดลองปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินร้อยละ 1 แต่เปลี่ยนเป็นการเติมอินทรีย์วัตถุเป็นร้อยละ 5

3.4 วิธีการทดลองวิเคราะห์ปริมาณถ่านชีวมวลที่มีผลต่อการดูดซับของสารพาราควัท ในดิน

เป็นการวิเคราะห์เพื่อดูความแตกต่างของประสิทธิภาพในการดูดซับสารพาราควัทในดินที่มีปริมาณผงถ่านที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาปริมาณผงถ่านต่อดินเป็น 5 ระดับ ดังนี้คือ มีปริมาณผงถ่านร้อยละ 0.1, 0.5, 1, 2 และ 4 ตามลำดับ ของน้ำหนักดินและแยกวิธีการทดลองในแต่ละปริมาณดังต่อไปนี้

3.4.1 วิธีการทดลองปริมาณถ่านชีวมวลในดินร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักดิน

- ชั่งตัวอย่างดินใส่ในปิ๊กเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร (ทำเช่นเดียวกันจำนวน 5 ปิ๊กเกอร์สำหรับเติมสารพาราควัททั้ง 5 ความเข้มข้น)
- เติมผงถ่านลงในดินคิดเป็นร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักดิน
- เติมสารละลายพาราควัทที่เตรียมแต่ละความเข้มข้นไว้ลงในแต่ละปิ๊กเกอร์ ปริมาณปิ๊กเกอร์ละ 30 มิลลิลิตร (ทำเช่นเดียวกันทั้ง 5 ปิ๊กเกอร์)
- ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 1 วัน

- กรองสารละลายด้วยกระดาษ Whatman เบอร์ 5 ลงในขวดแก้วกันแบน (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
- ปิเปตดูดสารละลายใส่หลอดทดลอง 10 มิลลิลิตร
- เติม 2 มิลลิลิตรของร้อยละ 2 โซเดียมไดไทโอไนท์ ใน 0.3 โมลาร์ โซเดียมไฮดรอกไซด์
- เขย่าให้เข้ากัน แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ด้วยความยาวคลื่นที่ 396 นาโนเมตร ภายในเวลา 1 นาที
- ทำ blank เช่นเดียวกับวิธีวิเคราะห์ดิน ยกเว้นไม่ต้องเติมสารพาราควัท
- บันทึกค่าที่วัดได้ในแต่ละความเข้มข้น นำค่าไปสร้างกราฟไอโซเทอมตามสมการฟรุนดิชและแลงเมียร์

3.4.2 วิธีการทดลองปริมาณผงถ่านร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักดินทำเหมือนวิธีการทดลองปริมาณผงถ่านร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักดิน

3.4.3 วิธีการทดลองปริมาณผงถ่านร้อยละ 1 ของน้ำหนักดินทำเหมือนวิธีการทดลองปริมาณผงถ่านร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักดิน

3.4.4 วิธีการทดลองปริมาณผงถ่านร้อยละ 2 ของน้ำหนักดินทำเหมือนวิธีการทดลองปริมาณผงถ่านร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักดิน

3.4.5 วิธีการทดลองปริมาณผงถ่านร้อยละ 4 ของน้ำหนักดินทำเหมือนวิธีการทดลองปริมาณผงถ่านร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักดิน