

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยการศึกษาทดลอง 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ศึกษาการดูดซับแคดเมียมของดิน และส่วนที่ 2 ศึกษาการปลดปล่อยแคดเมียมจากดินที่แช่ในน้ำ

ชุดดินตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในชุดดินพังงา และชุดดินบ้านบึง ที่ 3 ระดับความลึก ดังนี้ 0-5, 5-15 และ 15-30 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยเก็บดินในเดือน มกราคม พ.ศ. 2553

ชุดดินพังงา

ชุดดินพังงาเก็บที่อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง ตั้งอยู่ที่พิกัด 1422485 เหนือ และ 776941 ตะวันออก เป็นสวนทุเรียนที่มีการเพาะปลูกไม่ต่ำกว่า 3 ปี พื้นที่โดยรอบเป็นสวนผลไม้และสวนยางพารา

ชุดดินบ้านบึง

ชุดดินบ้านบึงเก็บที่อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ตั้งอยู่ที่พิกัด 1404671 เหนือ และ 760182 ตะวันออก เป็นสวนยางพารา และพื้นที่โดยรอบมีการทำสวนยางพารา

โดยจุดเก็บดินทั้ง 2 ชุดดิน แสดงดังภาพที่ 3.1

การวางแผนการทดลอง

การศึกษานี้วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 3 ปัจจัย หรือ 3×3 Factorial with 3 Factors โดย Replication คือ ความลึกของดิน ซึ่งมีดังนี้ 0-5, 5-15 และ 15-30 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีปัจจัยต่างๆ ดังนี้ ปัจจัยที่ 1 คือ ค่าความเป็นกรด-เบสของดิน ปัจจัยที่ 2 คือ อินทรีย์วัตถุในดิน และปัจจัยที่ 3 คือ ชุดดิน

- 1 ปัจจัยที่ 1 ค่าความเป็นกรด-เบสของดิน มี 4 ค่า ดังนี้ 2.50, 6.50, 11.00, และ ค่าความเป็นกรด-เบสเดิมของดิน
- 2 ปัจจัยที่ 2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน มี 4 ค่า ดังนี้ ไม่เติมอินทรีย์วัตถุในดิน และเติมอินทรีย์วัตถุร้อยละ 1, 2, 3 ของน้ำหนักดิน
- 3 ปัจจัยที่ 3 ชุดดิน มี 2 ชุด ดังนี้ ชุดดินพังงา และชุดดินบ้านบึง

วิธีการวิจัย

การวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของดิน

คุณสมบัติพื้นฐานของดินที่ได้ทำการศึกษา ประกอบด้วย ค่าความเป็นกรด-เบส ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน ดังต่อไปนี้

- 1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-เบสของดิน (ดินต่อน้ำ 1 : 1) ด้วยวิธี electrometric ตามวิธีของ Black (กองวิเคราะห์ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, 2540)
- 2 การวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ด้วยวิธี Walkley-Black (กองวิเคราะห์ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, 2540)
- 3 การวิเคราะห์ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ด้วย Ammonium acetate ตามวิธีของ Black (กองวิเคราะห์ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, 2540)

การศึกษาความสามารถในการดูดซับแคดเมียมของดิน

ชั่งดิน 8.3 กรัม แล้วเติมสารละลายแคดเมียมในเตรต ความเข้มข้น 80, 110, 140 และ 170 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อขวด เขย่า และตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง กรองสารละลายออกด้วยวิธีกรอง

แบบสุญญากาศ และปรับปริมาตรสารละลายที่ได้เป็น 25 มิลลิลิตรด้วย 0.5 % HNO_3 ส่วนดินที่ผ่านการดูดซับแล้วเก็บไว้ศึกษาการปลดปล่อยของแคดเมียมต่อ

นำสารละลายที่ได้ไปหาปริมาณแคดเมียมที่เหลือในสารละลาย โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) ชนิด Flam (VARIAN Spectra 800) โดยก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) จะทำ Auto Clave ก่อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส และความดัน 132 ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

นำความเข้มข้นที่เหลือในสารละลายมาคำนวณและเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมของความเข้มข้นที่เหลือในสารละลาย กับค่าลอการิทึมของปริมาณแคดเมียมบนดิน

การศึกษาผลของค่าความเป็นกรด-เบสต่อความสามารถในการดูดซับแคดเมียมของดิน

ชั่งดิน 8.3 กรัม และปรับค่าความเป็นกรด-เบสของดินเป็น 2.5, 6.5 และ 11.0 ตามลำดับ โดยใช้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และกรดซัลฟิวริกเจือจางเป็นสารปรับค่าความเป็นกรด-เบสของดิน แล้วเติมสารละลายแคดเมียมในเตรตที่ความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้

- 1 ที่ค่าความเป็นกรด-เบสของดินเป็น 2.50 ใช้ความเข้มข้น 35, 50, 65 และ 80 มิลลิกรัมต่อลิตร
- 2 ที่ค่าความเป็นกรด-เบสของดินเป็น 6.50 ใช้ความเข้มข้น 50, 65, 80 และ 95 มิลลิกรัมต่อลิตร
- 3 ที่ค่าความเป็นกรด-เบสของดินเป็น 11.00 ใช้ความเข้มข้น 65, 80, 95 และ 110 มิลลิกรัมต่อลิตร

เขย่า และตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง กรองสารละลายออกด้วยวิธีกรองแบบสุญญากาศ และปรับปริมาตรสารละลายที่ได้เป็น 25 มิลลิลิตรด้วย 0.5 % HNO_3 ส่วนดินที่ผ่านการดูดซับแล้วเก็บไว้ศึกษาการปลดปล่อยของแคดเมียมต่อ

นำสารละลายที่ได้ไปหาปริมาณแคดเมียมที่เหลือในสารละลาย โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) ชนิด Flam (VARIAN Spectra 800) โดยก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) จะทำ Auto Clave ก่อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส และความดัน 132 ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

นำความเข้มข้นที่เหลือในสารละลายมาคำนวณและเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมของความเข้มข้นที่เหลือในสารละลาย กับค่าลอการิทึมของปริมาณแคดเมียมบนดิน

การศึกษาผลของอินทรีย์วัตถุต่อความสามารถในการดูดซับแคดเมียมของดิน

ซึ่งดินและเติมมูลวัว โดยใช้มูลวัวแห้งละเอียดเป็นสารเพิ่มอินทรีย์วัตถุ ซึ่งเติมในปริมาณร้อยละ 1, 2, และ 3 ของน้ำหนักดิน โดยให้น้ำหนักรวมเท่ากับ 8.3 กรัม แล้วเติมสารละลายแคดเมียมในเตรต ความเข้มข้น 80, 110, 140 และ 170 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อขวด เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง กรองสารละลายออกด้วยวิธีการกรองแบบสุญญากาศ และปรับปริมาตรสารละลายที่ได้เป็น 25 มิลลิตรด้วย 0.5 % HNO_3 ส่วนดินที่ผ่านการดูดซับแล้วเก็บไว้ศึกษาการปลดปล่อยของแคดเมียมต่อ

นำสารละลายที่ได้ไปหาปริมาณแคดเมียมที่เหลือในสารละลาย โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) ชนิด Flam (VARIAN Spectra 800) โดยก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) จะทำ Auto Clave ก่อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส และความดัน 132 ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

นำความเข้มข้นที่เหลือในสารละลายมาคำนวณและเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมของความเข้มข้นที่เหลือในสารละลาย กับค่าลอการิทึมของปริมาณแคดเมียมบนดิน

การศึกษาผลของปฏิกริยาร่วมระหว่างค่าความเป็นกรด-เบสของดินและอินทรีย์วัตถุต่อความสามารถในการดูดซับแคดเมียมของดิน

ปรับค่าความเป็นกรด-เบสของดินเป็น 2.50, 6.50 และ 11.00 ตามลำดับ โดยใช้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และกรดซัลฟิวริกเจือจางเป็นสารปรับค่าความเป็นกรด-เบสของดิน และเติมมูลวัว โดยใช้มูลวัวแห้งละเอียดเป็นสารเพิ่มอินทรีย์วัตถุ ซึ่งเติมในปริมาณร้อยละ 1, 2, และ 3 ของน้ำหนักดิน โดยให้น้ำหนักแห้งรวมเท่ากับ 8.3 กรัม แล้วเติมสารละลายแคดเมียมในเตรตที่ความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้

1 ที่ค่าความเป็นกรด-เบสของดิน 2.50 ใช้ความเข้มข้น 80, 110, 140 และ 170 มิลลิกรัมต่อลิตร

2 ที่ค่าความเป็นกรด-เบสของดิน 6.50 ใช้ความเข้มข้น 80, 110, 140 และ 170 มิลลิกรัมต่อลิตร

3 ที่ค่าความเป็นกรด-เบสของดิน 11.00 ใช้ความเข้มข้น 65, 80, 95 และ 110 มิลลิกรัมต่อลิตร

เขย่า และตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง กรองสารละลายออกด้วยวิธีการกรองแบบสุญญากาศ และปรับปริมาตรสารละลายที่ได้เป็น 25 มิลลิลิตรด้วย 0.5 % HNO_3 ส่วนดินที่ผ่านการดูดซับแล้วเก็บไว้ศึกษาการปลดปล่อยของแคดเมียมต่อ

นำสารละลายที่ได้ไปหาปริมาณแคดเมียมที่เหลือในสารละลาย โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) ชนิด Flam (VARIAN Spectra 800) โดยก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) จะทำ Auto Clave ก่อน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส และความดัน 132 ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

นำความเข้มข้นที่เหลือในสารละลายมาคำนวณและสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมของความเข้มข้นที่เหลือในสารละลาย กับค่าลอการิทึมของปริมาณแคดเมียมบนดิน

การสร้างกราฟเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมของความเข้มข้นที่เหลือในสารละลาย กับค่าลอการิทึมของปริมาณแคดเมียมบนดิน

การศึกษานี้ ใช้แบบจำลองการดูดซับแบบฟรุนดลิชในการอธิบายพฤติกรรมการดูดซับ โดยสร้างกราฟเส้นตรงระหว่างค่าลอการิทึมของความเข้มข้นที่เหลือในสารละลาย กับค่าลอการิทึมของปริมาณแคดเมียมบนดิน โดย แกนนอน คือ ค่าลอการิทึมของความเข้มข้นที่เหลือในสารละลาย หรือ $\ln C$ และแกนตั้ง คือ ค่าลอการิทึมของปริมาณแคดเมียมบนดิน หรือ $\ln q$

เมื่อ

ค่า C = ปริมาณแคดเมียมที่เหลือในสารละลาย หน่วย มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่า q = ปริมาณแคดเมียมบนดิน หน่วย น้ำหนักแคดเมียม (กรัม) ต่อ น้ำหนักดิน (กรัม)

จากกราฟเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมของความเข้มข้นที่เหลือในสารละลาย ณ สภาวะสมดุล กับค่าลอการิทึมของปริมาณแคดเมียมบนดิน ณ สภาวะสมดุล จะได้สมการเส้นตรงของการดูดซับแบบฟรุนดลิช ดังนี้

$$\ln q = (1/n)\ln C + \ln K_F \dots\dots\dots (3.1)$$

โดย

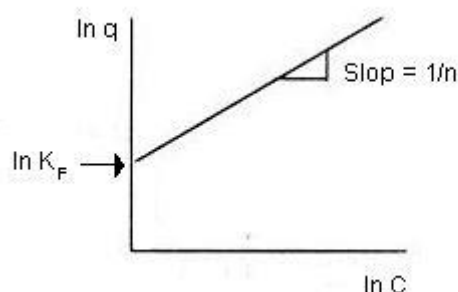
$1/n$ = ค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ได้จากค่าความชันของกราฟเส้นตรง

K_F = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับแบบฟรุนดลิช ได้จากจุดตัดแกนตั้ง

กราฟเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมของความเข้มข้นที่เหลือในสารละลาย ณ สภาวะสมดุล กับค่าลอการิทึมของปริมาณแคดเมียมบนดิน ณ สภาวะสมดุล แสดงดังภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.2

กราฟเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าลอการิทึมของความเข้มข้นที่เหลือในสารละลาย กับค่าลอการิทึมของปริมาณแคดเมียมบนดิน



การวิเคราะห์การปลดปล่อยแคดเมียมของดิน

นำดินที่ผ่านการดูดซับแล้วมาแช่น้ำปราศจากไอออนปริมาตร 25 มิลลิลิตร และเขย่าด้วยเครื่องเขย่า 24 ชั่วโมง กรองสารละลายออกด้วยวิธีกรองแบบสุญญากาศ และปรับปริมาตรสารละลายที่ได้เป็น 25 มิลลิลิตรด้วย 0.5 % HNO_3 ส่วนดินที่ผ่านการดูดซับแล้วเก็บไว้ศึกษาการปลดปล่อยของแคดเมียมต่อ

นำสารละลายที่ได้ไปหาปริมาณแคดเมียมในสารละลาย โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) ชนิด Flam (VARIAN Spectra 800) โดยก่อนนำไปวิเคราะห์

ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) จะทำ Auto Clave ก่อน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส และความดัน 132 ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

คำนวณร้อยละการปลดปล่อยแคดเมียมที่ถูกดูดซับเฉลี่ย ด้วยสมการดังต่อไปนี้

ร้อยละการปลดปล่อยแคดเมียมที่ถูกดูดซับเฉลี่ย

$$= (\text{ปริมาณแคดเมียมที่ถูกปลดปล่อย} / \text{ปริมาณแคดเมียมที่ถูกดูดซับ}) \times 100$$

การวิเคราะห์ทางสถิติ

รวบรวมข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_f) และค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$) มาวิเคราะห์เชิงสถิติโดยใช้ต่างๆ ดังนี้

1 Completely randomized design, CRD วิเคราะห์อิทธิพลของชุดดินที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_f) และค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$)

2 Randomized complete block design, RCB วิเคราะห์อิทธิพลของค่าความเป็นกรด-เบสที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_f) และค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$)

3 Randomized complete block design, RCB วิเคราะห์อิทธิพลของอินทรีย์วัตถุที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_f) และค่าสัมประสิทธิ์จากการทดลอง ($1/n$)

4 3×3 Factorial with 3 factor หาความสัมพันธ์ของอิทธิพลจากค่าความเป็นกรด-เบสของดิน อินทรีย์วัตถุ ชุดดิน และระดับความลึกของดินที่มีผลต่อการดูดซับแคดเมียม