

วิธีการทดลอง

1. การคัดเลือกชนิดดินบนที่สูง

ดินที่นำมาศึกษา เป็นดินที่เก็บมาจากพื้นที่สูงที่มีปัญหา เช่น พื้นที่เพาะปลูกขาดการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดินมีสภาพเป็นกรดและมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้น้อย ซึ่งได้แก่พื้นที่ต่อไปนี้

1. ดอยแม่สาใหม่ อ.แม่วิม จ.เชียงใหม่ ที่ระดับความสูงเฉลี่ย 800 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง
2. ดอยแม่แจ้ง อ.แม่อาย จ.เชียงใหม่ ที่ระดับความสูงเฉลี่ย 800 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง
3. ดอยแม่สะลอง อ.แม่จัน จ.เชียงราย ที่ระดับความสูงเฉลี่ย 1000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง
4. ดอยตุง อ.แม่จัน จ.เชียงราย ที่ระดับความสูงเฉลี่ย 900 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง

ในการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละพื้นที่จะเก็บในระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร

2. การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ตัวอย่างดินที่เก็บจะนำไปผึ่งให้แห้ง (air dry) แล้วบดร่อนผ่านตะแกรง 2 มม. เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานดังต่อไปนี้

- 2.1 ความเป็นกรด-ด่างของดิน (ดิน : น้ำ = 1:1)
- 2.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุวิเคราะห์หาโดยวิธีการของ Walkley-Black โดยการออกซิไดส์อินทรีย์คาร์บอนด้วยกรดโครมิก แล้วหาปริมาณกรดโครมิกที่เหลือโดย

ไตเตรทย้อนกลับด้วยเฟอร์รัสซัลเฟต หลังจากนั้นก็คำนวณหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยถือว่าวิธีนี้ออกซิไดส์อินทรีย์คาร์บอนได้ 77 % และอินทรีย์วัตถุประกอบด้วยอินทรีย์คาร์บอน 58 %

2.3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน วิเคราะห์หาโดยใช้วิธี Micro Kjeldahl โดยการย่อยไนโตรเจนในดินทั้งหมดด้วยกรดที่มีสารเร่งปฏิกิริยา จากนั้นนำสารที่ย่อยได้ไปกลั่นแล้วเก็บก๊าซแอมโมเนียในสารละลายบอริก จากนั้นจึงทำการไตเตรทหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในสารประกอบเชิงซ้อน ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน

2.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ วิเคราะห์โดยการสกัดด้วยน้ำยา Bray II แล้วตรวจสอบหาปริมาณฟอสฟอรัสโดยการวัดการดูดกลืนแสงของสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยาระหว่างฟอสฟอรัสกับสารประกอบโมลิบเดทเทียบกับสารละลายมาตรฐาน

2.5 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน วิเคราะห์หาโดยการย่อยตัวอย่างดินด้วยกรดผสมของไนตริกกับกรดเปอร์คลอริก แล้วตรวจสอบหาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดโดยการวัดการดูดกลืนแสงของสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน ที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างฟอสฟอรัสกับสารประกอบโมลิบเดทเทียบกับสารละลายมาตรฐาน

2.6 ปริมาณโปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม วิเคราะห์หาโดยการสกัดตัวอย่างดินด้วยแอมโมเนียอะซิเตทที่มีความเป็นกรดต่าง ๆ แล้วตรวจสอบหาปริมาณโดยการวัดการดูดกลืนแสงของอะตอมที่แตกตัวในเปลวไฟ (Atomic absorption) เทียบกับสารละลายมาตรฐาน

2.7 ปริมาณอลูมิเนียม วิเคราะห์หาโดยการสกัดดินด้วย สารละลายโบตัสเซียมคลอไรด์ ที่มีความเข้มข้น 1 นอร์มอล แล้วตรวจสอบหาปริมาณโดยการวัดการดูดกลืนแสงของอะตอมที่แตกตัวในเปลวไฟ เทียบกับสารละลายมาตรฐาน

2.8 ปริมาณเหล็กวิเคราะห์หาโดยการสกัดดินด้วยสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท ที่มีความเข้มข้น 1 นอร์มอล ซึ่งปรับความเป็นกรด-ด่าง 4.8 แล้วตรวจหาปริมาณโดยการวัดการดูดกลืนแสงของอะตอมที่แตกตัวในเปลวไฟ เทียบกับสารละลายมาตรฐาน

2.9 ปริมาณ เหล็ก และอลูมิเนียมออกไซด์อิสระในดิน วิเคราะห์หาโดยการสกัดดินด้วยสารละลายโซเดียมซิเตท-โซเดียมไดไธโอไนท์ (sodium citrate - sodium dithionite) แล้ววิเคราะห์หาปริมาณของเหล็กและอลูมิเนียม โดยการวัดการดูดกลืนแสงของอะตอมที่แตกตัวในเปลวไฟ เทียบกับสารละลายมาตรฐาน

2.10 เนื้อดิน วิเคราะห์โดยจะกำจัดอินทรีย์วัตถุออกก่อน แล้วนำดินไปปั่นให้กระจายตัวออกจากกัน จากนั้นหาปริมาณของอนุภาคดินแต่ละชนิดหลังจากที่ทิ้งไว้ให้ตกตะกอนในเวลาที่แตกต่างกัน โดยวิธีการไปเปิด

ข้อมูลการวิเคราะห์พื้นฐานของดินที่ใช้ในการทดลอง 4 ชนิด แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 1, 2, 3 และ 4

3. การวิเคราะห์หาไอโซโทรมการดูดฟอสฟอรัส

การทดลองดำเนินการตามวิธีของ Fox and Kamprath (1970) โดยการชั่งดิน 3 กรัม แล้วนำมาเติมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) ที่ความเข้มข้น 0.01 โมล จำนวน 30 มิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาณของฟอสฟอรัสในอัตราตั้งนี้ 0 100 150 200 250 300 350 400 450 500 600 700 800 1000 ไมโครกรัมต่อดินหนึ่งกรัม โดยใช้ฟอสฟอรัสในรูปของ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ แล้วเขย่าวันละ 2 ครั้ง (เช้าและเย็น) ครั้งละประมาณ 30 นาที เป็นเวลา 7 วัน เมื่อครบกำหนด นำตัวอย่างไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) ให้ดินตกตะกอน แล้วดูดเอาสารละลายส่วนใส (Supernatant) นำไปวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เหลืออยู่ โดยวิธีการเหมือนใน 2.4 และ 2.5 จากนั้นนำข้อมูลมาเขียนความสัมพันธ์ไอโซโทรม

4. การเตรียมตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดลอง

นำตัวอย่างดินมาบดและร่อนเอาเศษวัชพืชออก ปรับความเป็นกรด-ด่าง ให้ได้เท่ากับ 4.5, 5.5, 6.5 และ 7.5 ตามลำดับ โดยการเติมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) หรือปูนขาว ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) และน้ำจนได้ความเป็นกรด-ด่างตามต้องการ ทั้งไว้ให้แห้ง แบ่งตัวอย่างดินไว้ให้เพียงพอสำหรับงานทดลองในห้องปฏิบัติการและในกระถาง

5. การทดลอง

ดินทั้ง 4 ชนิดจะนำมาใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการและการทดลองในกระถาง โดยใช้การวางแผนแบบแฟคตอเรียลในแบบการทดลองชนิดลุ่มสมบูรณ์ มี 3 ซ้ำ สำหรับดินแต่ละชนิด โดยมีปัจจัยในการทดลอง 2 ปัจจัย ได้แก่

5.1. ความเป็นกรด-ด่าง 4 ระดับ คือ พีเอช 4.5, 5.5, 6.5 และ 7.5

5.2. ระดับปุ๋ยฟอสฟอรัสที่จะเติมลงไปให้แก่ดิน 2 ระดับอัตราคือ

5.2.1. ระดับอัตรา 15 $\mu\text{g/g}$ (ไมโครกรัมต่อดิน 1 กรัม)

5.2.2. ระดับอัตรา 40 $\mu\text{g/g}$

6. วิธีการทดลอง

6.1. การทดลองในห้องปฏิบัติการ

6.1.1 ซั่งดินแต่ละชนิดดินซึ่งปรับความเป็นกรด-ด่างไว้แล้วจากข้อ

4 ระดับละ 9 ถูๆ ละ 30 กรัม

6.1.2 แบ่งตัวอย่างดินแต่ละระดับของความเป็นกรด-ด่างออกเป็น

3 ส่วน ๆ ละ 3 ถูๆ

6.1.3 ส่วนที่ 1 นำไปใส่สารละลายฟอสฟอรัส (โดยใช้ฟอสฟอรัส ในรูป KH_2PO_4) ในระดับอัตรา 15 $\mu\text{g/g}$ แล้วคลุก

เคล้าให้เข้ากัน

6.1.4 ส่วนที่ 2 นำไปใส่สารละลายฟอสฟอรัสในระดับอัตรา

40 $\mu\text{g/g}$ แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน

6.1.5 ส่วนที่ 3 ไม่มีการเติมสารละลายฟอสฟอรัส

โดยในดินแต่ละส่วนจะถูกเติมน้ำลงให้เท่ากับความชื้นสนาม เติมน้ำยา
คลอโรฟอร์มปิดถุงให้สนิท ทำการบ่ม (incubation) ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 45 วัน

6.2 การทดลองในกระถาง

ใช้แผนการทดลองเช่นเดียวกับห้องปฏิบัติการ โดยซึ่งดิน 5 กิโลกรัม
ใส่ลงในกระถาง ใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสชนิด $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ในอัตรา 15 และ 40 $\mu\text{g P/g}$
ในแต่ละกระถางจะเติมปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 0.1442 กรัมไนโตรเจนต่อกระถางโดย
แบ่งใส่เป็น 2 ครั้ง และปุ๋ยโปตัสเซียมจะเพิ่มเติมลงไปให้เพียงพอต่อการเจริญ
เติบโตของพืชในปริมาณถึง 200 ppm คลุกเคล้าให้เข้ากันตั้งก่อนปลูกพืช 1 วัน

วางกระถางในที่ที่ได้รับแสงแดดตลอดวัน ตามการวางแผนการทดลอง
ทางสถิติ จากนั้นทำการปลูกข้าวโพดโดยใช้พันธุ์ลูกผสม F_1 7x8 จากศูนย์วิจัยพืชไร่
เชียงใหม่ และถอนแยกให้เหลือต้นข้าวโพดที่แข็งแรงกระถางละ 1 ต้น เมื่อต้นข้าวโพด
อายุได้ 7 วัน ปล่อยให้ข้าวโพดมีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ เป็นเวลา 45 วัน ทำ
การดูแลโดยให้น้ำอย่างเพียงพอตลอดระยะเวลาการทดลอง

7. การเก็บข้อมูล

7.1. เมื่อครบ 45 วัน ตัวอย่างดินทั้งในห้องปฏิบัติการและในกระถาง
จะถูกนำมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณและสัดส่วนอนินทรีย์ฟอสเฟตในรูปแบบต่าง ๆ ตามวิธี
การทดลองของ Chang and Jackson (1957) โดยการใช้น้ำยาสกัดชนิดต่าง ๆ ดัง

แสดงในตารางที่ 1 แล้วตรวจหาปริมาณสัดส่วนฟอสฟอรัสโดยการวัดการดูดกลืนแสงของสารประกอบ ซึ่งข้อนี้เงินที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างฟอสฟอรัสกับสารประกอบ โมลิบเดต

ตารางที่ 1 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณและสัดส่วนแอนินทรีย์ฟอสเฟตรูปต่าง ๆ โดยการใช้น้ำยาสกัดตามลำดับตามวิธีการทดลองของ Chang and Jackson (1957)

สัดส่วนฟอสฟอรัส	น้ำยาสกัด	รูปสารประกอบฟอสฟอรัสในดินที่ถูกสกัด
Soluble-P	NH_4Cl 1 N	ฟอสฟอรัสในรูปที่ละลายออกมาได้ง่าย
Al-P	Neutral 0.5 N NH_4F	วาริสไซต์ (AlPO_4) ที่ตกตะกอนบนผิวของเหล็กออกไซด์
Fe-P	0.1 N NaOH	เสตริงไจท์ (FePO_4) ที่ตกตะกอนบนผิวของเหล็กออกไซด์
Ca-P	0.5 N H_2SO_4	อะปาไทท์ (CaHPO_4) และ/หรือ ไดแคลเซียมฟอสเฟต (CaH_2PO_4)
Re-P (Reductant soluble-Fe-P)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ -citrate	เสตริงไจท์ ที่รวมตัวอยู่กับเหล็กออกไซด์ถูกสกัดออกมาโดยกระบวนการรีดิวส์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7.2 เก็บเกี่ยวต้นข้าวโพดส่วนที่อยู่เหนือดินทั้งหมดเมื่ออายุครบ 45 วัน เพื่อหาน้ำหนักแห้งของส่วนที่อยู่เหนือดิน โดยการอบตัวอย่างต้นข้าวโพดในตูบที่อุณหภูมิไม่เกิน 70 ซ และวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่างพืช

สถานที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล

ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาควิชาดินและปุ๋ย คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved