บทที่ 2

วิธีการวิจัย

2.1 การเก็บตัวอย่างดิน

ชุดดินที่ใช้ในการทดลองใช้ชุดดินในอันดับอุลติโซลส์ซึ่งมีการกระจายอยู่เป็นพื้นที่กว้างในภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งมีอยู่ประมาณ 36,343.08 ตร.กม. (เอิบ เขียวรื่นรมณ์, 2533) และมีการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรมาก จำนวน 5 ชุดดิน คือ บางนรา (Ba) อ่าวลึก (Ak) นาทอน (Ntn) ภูเก็ต (Pk) และคอหงส์ (Kh) ซึ่งเป็นตัวแทนของชุดดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3) โดยทำการเก็บเฉพาะดินบนที่ความลึก 0 - 15 เซนติเมตร

ตารางที่ 3 อนุกรมวิธานดินและวัตถุต้นกำเนิดของชุดดินที่ศึกษา

ชุดดิน	อนุกรมวิธานดิน	วัตถุต้นกำเนิด
บางนรา (Ba)	Clayey, kaolinitic, Typic Paleaquults	ตะกอนทับถม
อ่าวลึก (Ak)	Clayey, kaolinitic, Rhodic Paleudults	หินปูน
นาทอน (Ntn)	Clayey, mixed, Typic Tropudults	หินดินดาน
ภูเก็ต (Pk)	Clayey, kaolinitic, Typic Paleudults	หินแกรนิต
คอหงส์ (Kh)	Coarse-loamy, siliceous, Typic Paleudults	หินทราย

2.2 การวิเคราะห์สมบัติพื้นฐานของดิน

นำตัวอย่างดินทั้ง 5 ชุดดินมาตัวอย่างดินละประมาณ 1 กิโลกรัม ผึ่งลมให้แห้ง จากนั้นบดโดยใช้โกร่งบดดินและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ดังต่อไปนี้

2.2.1 **ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน** (1 : 5 H_2O)

ทำโดยชั่งดิน 10 กรัม ใส่ในหลอดหมุนเหวี่ยง (centrifuge tube) ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมน้ำไร้ไอออน 50 มิลลิลิตร เขย่า 1 ชั่วโมง วางทิ้งไว้ให้ดินตกตะกอนประมาณ 5 นาที แล้ววัดค่า pH ของสารละลายดิน ด้วยเครื่อง pH meter

2.2.2 **ค่าความต้องการปูนของดิน** (lime incubation method)

ทำโดยชั่งดิน 10 กรัม ใส่บีกเกอร์ จำนวน 6 ใบ เติมสารละลาย 0.02 N $Ca(OH)_2$ จำนวน 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร จากนั้นเติมน้ำไร้ไอออนให้ได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ทุกใบ คนให้เข้ากัน แล้วหยดคลอโรฟอร์มเพื่อหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ดิน คนเป็นระยะ ๆ จนครบ 4 วัน จากนั้นวัดหาค่าความเป็นกรดด่างในสารละลายดินแต่ละบีกเกอร์ ด้วยเครื่อง pH meter นำค่าที่ได้มาเขียนกราฟระหว่างค่า pH กับปริมาณ $Ca(OH)_2$ หาค่าความต้องการปูนที่ pH 6.0 จากกราฟ (สมศักดิ์ มณีพงศ์, 2527)

2.2.3 **ปริมาณอินทรียวัตถุและอินทรียคาร์บอน** (Walkley & Black method)

ทำโดยการชั่งดิน 1 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 1.0 N $K_2Cr_2O_7$ 10 มิลลิลิตร และกรด H_2SO_4 เข้มข้น 15 มิลลิลิตร เขย่า วางทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นเติมน้ำไร้ไอออนประมาณ 75 มิลลิลิตร หยด indicator (ferroin) ลงไป 3 - 4 หยด จากนั้นทำการไทเทรต $K_2Cr_2O_7$ ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาด้วยสารละลาย ammonium ferrous sulphate จนกระทั่งสีของสารแขวนลอยค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลปนแดง แล้วคำนวณหาปริมาณอินทรียคาร์บอนและอินทรียวัตถุในดิน (สมศักดิ์ มณีพงศ์, 2537)

2.2.4 **ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด** (Kjeldahl method)

ทำโดยชั่งดิน 1 กรัม ใส่ในหลอดย่อยขนาด 100 มล. เติมกรดย่อย (salicylic acid 2.5% ใน conc. H_2SO_4) 4 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง เติม $Na_2S_2O_3.5H_2O$ ประมาณ 0.5 กรัม เขย่าให้เข้ากันล้วนำไปให้ความร้อนบนเตาย่อยจนเกิดควันสีขาวจึงนำหลอดย่อยออกมาวางให้เย็นลง แล้วเติม catalyst (1.5 g K_2SO_4 + 0.0075 g Se) 1 เม็ด

จากนั้นทำการย่อยจนได้สารละลายใสและดินเป็นสีขาว วางไว้ให้อุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วนำหลอดต่อเข้ากับเครื่องกลั่นเติม 4% NaOH ลงไป 50 มิลลิลิตร ทำการกลั่นประมาณ 5 นาที โดยจุ่มก้านคอนเด็นเซอร์ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตรซึ่งบรรจุสารละลาย H_3BO_3-indicator 25 มิลลิลิตรเพื่อจับ NH_3 ที่ได้จากการกลั่น สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวนำไปไทเทรตด้วย 0.05 N H_2SO_4 จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู ทำ blank ตามขั้นตอนเดียวกันโดยไม่มีตัวอย่างดิน แล้วคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนในดิน (Bremner and Mulvaney, 1982)

2.2.5 **ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด** ($HClO_4$ digestion & vanadomolybdate method)

ทำโดยชั่งดิน 2 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมกรด $HClO_4$ เข้มข้น 10 มิลลิลิตร ย่อยบน hot plate จนสารละลายใส วางไว้ให้อุณหภูมิลดลงเท่าอุณหภูมิห้อง เทสารละลายที่ได้ใส่ในขวดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำไร้ไอออน เขย่าให้เข้ากัน แล้ววางให้ตกตะกอน (สมศักดิ์ มณีพงศ์, 2537) จากนั้นปิเปตสารละลายตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปริมาตรเติมสารละลาย vanadomolybdate 10 มิลลิลิตร เขย่า วางไว้ 20 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร หาความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายตัวอย่างเทียบกับสารละลายมาตรฐาน แล้วคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่างดิน (Olsen and Sommers, 1982)

2.2.6 **ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์** (Bray 2 method)

ทำโดยชั่งดิน 2.85 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารสกัด Bray 2 (0.1 N HCl + 0.03 N NH_4F) 20 มิลลิลิตร (อัตราส่วนดินต่อสารสกัดเท่ากับ 1 : 7) เขย่า 1 นาที กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 (Hamazaki and Paningbatan, 1988) นำสารสกัดที่กรองได้ไปวัดหาความเข้มข้นของฟอสฟอรัสด้วยวิธี molybdenum blue โดยปิเปต color reagent (ammonium molybdate) 5 มิลลิลิตร และ 0.5 % ascorbic acid ใส่ในขวดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปิเปตสารสกัดที่กรองได้ (ปริมาตรที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส) ปรับปริมาตรด้วยน้ำ เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 40 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่

ความยาวคลื่น 720 นาโนเมตร หาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างเทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐาน แล้วคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (สมศักดิ์ มณีพงศ์, 2537)

2.2.7 ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (NH_4OAc extraction & Atomic Absorption Spectrophotometry)

ทำโดยชั่งดิน 10 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 1 N NH_4OAc, pH 7 50 มิลลิลิตร เขย่า 30 นาที กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 5 ลงในขวดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ล้างดินในกรวยด้วยสารละลาย NH_4OAc จนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร วัดหาความเข้มข้นของโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (สมศักดิ์ มณีพงศ์, 2527)

2.2.8 ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี (DTPA extraction & Atomic Absorption Spectrophotometry)

ทำโดยชั่งดิน 10 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมสารสกัด DTPA (0.005 M DTPA, 0.01 M $CaCl_2.2H_2O$ และ 0.1 M Triethanolamine , pH 7.30) 20 มิลลิลิตร เขย่า 2 ชั่วโมง กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 วัดหาความเข้มข้นของเหล็กในสารสกัดด้วยเครื่อง AAS คำนวณหาปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี เทียบกับกราฟมาตรฐาน (Olson and Ellis, 1982)

2.2.9 ค่าความเป็นกรดและอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้ (1 N KCl extraction)

ทำโดยชั่งดิน 10 กรัม ใส่หลอดหมุนเหวี่ยงเติมสารสกัด 1 N KCl 25 มิลลิลิตร เขย่า 30 นาที กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 แล้วเติม KCl อีก 25 มิลลิลิตร เขย่าและกรอง ทำการสกัดซ้ำเช่นนี้อีก 4 ครั้ง (สารสกัดรวมเท่ากับ 150 มิลลิลิตร) ปิเปตสารสกัดที่ได้มา 25 มิลลิลิตร หยด phenolpthaline 3 - 4 หยด ไทเทรตด้วย 0.1 N NaOH จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต เติมสารละลาย NaF 10 มิลลิลิตร (สารละลายจะเป็นสีชมพูเข้มขึ้น) จากนั้นไทเทรตด้วย 0.05 N HCl จนไม่มีสี

วางไว้ประมาณ 2 นาที ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูทำการไทเทรตต่อด้วย HCl บันทึกปริมาตรไว้ แล้วคำนวณหาค่าความเป็นกรดและอลูมินัมที่แลกเปลี่ยนในดิน (Thomas, 1982)

2.2.10 ค่าความจุในการดูดซับฟอสฟอรัส

ทำโดยแช่ดิน 25 กรัม ใน 2.5 % $(NH_4)_2HPO_4$ 50 มิลลิลิตร และเขย่าเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง แล้ววิเคราะห์หาความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายใสด้วยวิธี molybdate ascorbic acid (Kato and Owa, 1989)

2.2.11 เนื้อดินและขนาดอนุภาคดิน (hydrometer method)

ทำโดยชั่งดินประมาณ 50 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร ซึ่งชั่งหาน้ำหนักแล้ว จากนั้นทำการย่อยสลายอินทรียวัตถุ โดยเติมน้ำ deionized ประมาณ 200 มิลลิลิตรและ H_2O_2 ประมาณ 5 -10 มิลลิลิตร ให้ความร้อนบน hot plate จนสลายอินทรียวัตถุหมด นำตัวอย่างดินไปอบที่อุณหภูมิ 105°ซ จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักไว้ จากนั้นเติมน้ำไร้ไอออนประมาณ 200 มิลลิลิตร และสารละลาย Calgon (sodium hexa-metaphosphate 50 กรัม และ Na_2CO_3 8.3 กรัม ในน้ำไร้ไอออน 1 ลิตร) 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันแล้ววางทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที ทำการกระจายอนุภาคดินด้วยเครื่องกระจายอนุภาค เทสารละลายดินใส่ในกระบอกตวงขนาด 1 ลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำไร้ไอออน และทำ blank โดยใส่สารละลาย Calgon 100 มิลลิลิตร ในกระบอกตวงขนาด 1 ลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำไร้ไอออน จากนั้นใช้ pluger คนสารละลายดินในกระบอกตวงแล้วอ่านค่า hydrometer ที่ 50 วินาที และ 2 ชั่วโมง พร้อมบันทึกอุณหภูมิของสารละลาย แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคขนาดดินเหนียว ดินร่วน และดินทราย นำค่า % clay , %silt และ %sand มาเทียบหาเนื้อดินตามมาตรฐาน USDA (คณาจารย์ภาควิชาธรณีศาสตร์, 2539)

2.3 การทดลองที่ 1 : การหาอัตราธาตุอาหารที่เหมาะสมเพื่อปรับระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ทำการทดลองปลูกข้าวโพดในเรือนกระจกเพื่อหาระดับธาตุอาหารที่ใช้ในการปรับระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินให้เหมาะสมกับการปลูกข้าวโพดในชุดดินที่ต้องการศึกษาทั้ง 5 ชุดดิน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design) แต่ละชุดดินประกอบด้วย 5 ตำรับทดลอง ได้แก่ 0ALL, 0.5ALL, ALL, 2ALL และ 3ALL ทำ 3 ซ้ำ โดยอัตราธาตุอาหารสำหรับตำรับทดลอง ALL (ตารางที่ 4) ใช้ข้อมูลธาตุอาหารบางตัวจากงานวิจัยของ Nilnond (1993) ซึ่งได้ทำการทดสอบดิน 15 ตัวอย่างในภาคใต้ของประเทศไทย โดยเติมเฉพาะธาตุอาหารที่เป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพืชในชุดดินที่ศึกษาเท่านั้น ซึ่งได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม กำมะถัน รวมทั้งการเติมปูนเพื่อยกระดับ pH ของดิน (ชัยรัตน์ และวิเชียร, 2539)

ทำการทดลองโดยนำตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 เซนติเมตร ชั่งใส่ลงถุงพลาสติกใสถุงละ 4 กิโลกรัม แล้วใส่ถุงดำอีกชั้นหนึ่ง ทำการเติมปูนในรูป $Ca(OH)_2$ เพื่อยกระดับ pH ของดินให้เท่ากับ 6 โดยใช้ข้อมูลปริมาณปูนจากการวิเคราะห์หาค่าความต้องการปูนของดินแต่ละชนิดทิ้งไว้ 3 สัปดาห์ จากนั้นเติมธาตุอาหารต่างๆ ลงในแต่ละตำรับทดลอง ทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ แล้วทำการปลูกข้าวโพดลงในกระถางโดยใช้เมล็ดที่สมบูรณ์ ปลูกกระถางละ 5 เมล็ด

ตารางที่ 4 รูปของธาตุอาหารและอัตราที่ใช้ในตำรับทดลอง ALL

ธาตุอาหาร/ปูน	รูปของธาตุอาหาร	อัตราธาตุอาหาร (กิโลกรัมธาตุอาหารต่อเฮกตาร์)
N	NH_4NO_3	200
P	$NaH_2PO_4.2H_2O$	250
K	KCl	200
S	Na_2SO_4	40
Lime	$Ca(OH)_2$	ยกระดับ pH เป็น 6.0

หมายเหตุ ใส่ธาตุ N อีกครั้ง ในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ หลังจากเมล็ดงอก 15 วัน

หลังจากเมล็ดงอกถอนออกให้เหลือกระถางละ 2 ต้น คอยสังเกตอาการของข้าวโพดทุกวัน เมื่อครบ 4 สัปดาห์ ตัดต้นข้าวโพดระดับผิวดิน แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 ° ซ จน

น้ำหนักคงที่ (ประมาณ 3 – 4 วัน) จากนั้นชั่งหาน้ำหนักแห้งของข้าวโพด แล้วคำนวณหาค่าผลผลิตสัมพัทธ์ (relative yield)

$$\%\text{Relative Yield} = (DM / DM_{max}) \times 100$$

โดยที่ DM = น้ำหนักแห้งของข้าวโพดในแต่ละตำรับทดลอง

DM_{max} = น้ำหนักแห้งของข้าวโพดในตำรับทดลองที่มีค่าสูงสุด

2.4 การทดลองที่ 2 : การประเมินผลการทดสอบฟอสฟอรัสในดิน

2.4.1 การทดลองในเรือนกระจก

ทำการทดลองในเรือนกระจกโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design) แต่ละชุดดินประกอบด้วย 15 ตำรับทดลอง ทำ 3 ซ้ำ ดังนี้

ตำรับทดลองที่ 1 : ไม่เติมปูนและไม่ใส่ธาตุฟอสฟอรัส

ตำรับทดลองที่ 2 : ไม่เติมปูนและใส่ธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

ตำรับทดลองที่ 3 : ไม่เติมปูนและใส่ธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

ตำรับทดลองที่ 4 : ไม่เติมปูนและใส่ธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

ตำรับทดลองที่ 5 : ไม่เติมปูนและใส่ธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 400 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

ตำรับทดลองที่ 6 : ไม่เติมปูนและใส่ธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 600 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

ตำรับทดลองที่ 7 : ไม่เติมปูนและใส่ธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 800 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

ตำรับทดลองที่ 8 : เติมปูนแต่ไม่ใส่ธาตุฟอสฟอรัส

ตำรับทดลองที่ 9 : เติมปูนและใส่ธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

ตำรับทดลองที่ 10 : เติมปูนและใส่ธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

ตำรับทดลองที่ 11 : เติมปูนและใส่ธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

ตำรับทดลองที่ 12 : เติมปูนและใส่ธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 400 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

ตำรับทดลองที่ 13 : เติมปูนและใส่ธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 600 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

ตำรับทดลองที่ 14 : เติมปูนและใส่ธาตุฟอสฟอรัสในอัตรา 800 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

ตำรับทดลองที่ 15 : ไม่เติมปูนและธาตุอาหารทุกชนิด (ชุดควบคุม)

ชั่งดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 เซนติเมตร ใส่ลงในถุงพลาสติกใสถุงละ 4 กิโลกรัม แล้วใส่ในถุงดำอีกชั้นหนึ่ง ทำการเติมปูนในรูป $Ca(OH)_2$ ลงในตำรับทดลอง ที่ 8 – 14 ของทุกชุดดิน เพื่อยกระดับ pH ของดินให้เท่ากับ 6 คลุกเคล้าให้เข้ากันบ่มไว้ 3 สัปดาห์ ใส่ธาตุอาหารรองพื้น (basal application) ตามตารางที่ 5 ยกเว้นตำรับทดลองที่เป็นชุดควบคุม จากนั้นใส่ธาตุฟอสฟอรัสในรูปของ $NaH_2PO_4.2H_2O$ ลงในแต่ละตำรับทดลองที่มีการเติมธาตุฟอสฟอรัสในอัตราที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น หลังจากเติมธาตุอาหารแล้วทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ จากนั้นทำการปลูกข้าวโพดลงในกระถางโดยใช้เมล็ดที่สมบูรณ์ ปลูกกระถางละ 6 เมล็ด หลังจากเมล็ดงอกถอนออกให้เหลือกระถางละ 3 ต้น

ตารางที่ 5 ธาตุอาหารและอัตราที่ใช้เพื่อปรับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ธาตุอาหาร/ปูน	รูปของธาตุอาหาร	อัตราธาตุอาหาร (กิโลกรัมธาตุอาหารต่อเฮกตาร์)
N*	NH_4NO_3	200
K	KCl	200
S	Na_2SO_4	40
Ca**	$CaCl_2.2H_2O$	***
Mg	$MgCl_2.6H_2O$	30
Zn	$ZnCl_2$	6
Cu	$CuCl_2.2H_2O$	4
Lime	$Ca(OH)_2$	ยกระดับ pH เป็น 6.0

* ใส่ธาตุ N อีกครั้ง ในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ หลังจากเมล็ดงอก 15 วัน

** ใส่ Ca เฉพาะตำรับทดลองที่ไม่เติมปูน

*** ปริมาณ Ca ที่ใช้เท่ากับปริมาณของ Ca ในปูนที่เติมลงไปในแต่ละชุดดิน

2.4.2 การศึกษาหาการเจริญเติบโตของข้าวโพด

หลังจากปลูกข้าวโพด 4 สัปดาห์ ทำการตัดต้นข้าวโพดระดับผิวดิน นำไปทำความสะอาดด้วยน้ำไร้ไอออนและอบที่อุณหภูมิ 65 ° ซ จนน้ำหนักคงที่ จากนั้นชั่งหาน้ำหนักแห้งของข้าวโพด

2.4.3 การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพดและปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้

นำตัวอย่างข้าวโพดแห้งมาบด แล้วทำการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของฟอสฟอรัสโดยใช้วิธีย่อยด้วยกรด $HNO_3/HClO_4$ (อัตราส่วน 5:1) แล้ววัดหาความเข้มข้นด้วยวิธี molybdo-vanadophosphate (อิสริยาภรณ์ สุวรรณชาตรี, 2539) ทำโดยชั่งตัวอย่างพืชประมาณ 0.2 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร ย่อยด้วยกรด $HNO_3/HClO_4$ จนได้สารละลายใส จากนั้นถ่ายใส่ขวดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำไร้ไอออน หลังจากนั้นวัดค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายตัวอย่างโดยการทำให้เกิดสารละลายที่มีสี โดยใช้ ammonium vanadomolybdate ผสมกับสารละลายตัวอย่าง อัตราส่วน 5 ต่อ 1 ทิ้งไว้ 20 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เทียบกับสารละลายมาตรฐานเพื่อหาความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพด (%P) นำค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ไปคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้ (P Uptake)

$$\text{P Uptake (mg)} = \frac{\%P \times \text{Dry Matter Weight (g)}}{100} \times 1000$$

2.4.4 การทดสอบปริมาณฟอสฟอรัสในดิน

เก็บตัวอย่างดินในแต่ละกระถางประมาณ 500 กรัม นำไปผึ่งลมให้แห้ง บดด้วยโกร่งบดดิน แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร จากนั้นทำการทดสอบหาปริมาณฟอสฟอรัสในดินด้วยวิธี Bray 1, Bray 2, Double acid และ Mehlich 3 ดังนี้

- **การหาปริมาณฟอสฟอรัสในดินด้วยวิธี** Bray 1

ทำโดยชั่งดิน 2.857 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารสกัด Bray 1 (0.025 N HCl + 0.03 N NH_4F) 20 มิลลิลิตร (อัตราส่วนดินต่อสารสกัดเท่ากับ 1 : 7) เขย่า 1 นาที กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 (Olsen and Sommers, 1982) นำสารสกัดที่กรองได้ไปวัดหาความเข้มข้นของฟอสฟอรัสด้วยวิธี molybdenum blue โดยปิเปต color reagent (ammonium molybdate) 5 มิลลิลิตร และ 0.5 % ascorbic acid ใส่ในขวดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปิเปตสารสกัดที่กรองได้ (ปริมาตรที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส) ปรับปริมาตรด้วยน้ำ เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 40 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 720 นาโนเมตร หาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างเทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐาน แล้วคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (สมศักดิ์ มณีพงศ์, 2537)

- **การหาปริมาณฟอสฟอรัสในดินด้วยวิธี** Bray 2

ทำโดยการสกัดดินด้วยสารสกัด 0.1 N HCl + 0.03 N NH_4F วิธีการสกัดและวัดความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารสกัดเช่นเดียวกับวิธีที่ 1

- **การหาปริมาณฟอสฟอรัสในดินด้วยวิธี** Double Acid

ทำโดยการชั่งดิน 5 กรัม และผงถ่าน 200 มิลลิกรัม เติมสารสกัด 0.05 N HCl + 0.025 N H_2SO_4 20 มิลลิลิตร เขย่า 5 นาที กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 วัดหาความเข้มข้นของฟอสฟอรัสด้วยวิธี vanadomolybdate (Olsen and Sommers, 1982)

- **การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในดินด้วยวิธี** Mehlich 3

ทำโดยการสกัดดินด้วยสารสกัด Mehlich 3 (0.2 N CH_3COOH + 0.25 N NH_4NO_3 + 0.015 N NH_4F + 0.013 N HNO_3 + 0.001 M EDTA) ใช้อัตราส่วนดินต่อสารสกัดเท่ากับ 1 : 10 เขย่า 3 นาที กรอง แล้ววัดหาความเข้มข้นของฟอสฟอรัสด้วยวิธี molybdenum blue (Mehlich, 1984)

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.5.1 หาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราธาตุฟอสฟอรัสที่เติมลงในดินกับน้ำหนักแห้งของข้าวโพด ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพด และปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้

2.5.2 หาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราธาตุฟอสฟอรัสที่เติมลงในดินกับปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธีต่างๆ

2.5.3 หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธีต่างๆ กับน้ำหนักแห้งของข้าวโพด ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพด และปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้

2.5.4 หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ทดสอบด้วยวิธีต่างๆ

2.5.5 เปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของข้าวโพด ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในข้าวโพด และปริมาณฟอสฟอรัสที่ข้าวโพดดูดไปใช้เมื่อเติมธาตุฟอสฟอรัสในอัตราต่างๆ ลงในดินที่มีการเติมปูนและไม่เติมปูน

2.5.6 เปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่วิเคราะห์ได้ด้วยวิธีต่างๆ เมื่อเติมธาตุฟอสฟอรัสในอัตราต่างๆ ลงในดินที่มีการเติมปูนและไม่เติมปูน