

## บทที่ 2

### วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

#### 2.1 วัสดุ

- 2.1.1 ดินชุดคอกหงส์ (coarse loamy, kaolinitic, isohyperthermic, Typic Kandudults)  
เก็บจากแปลงปลูกยางพาราของเกษตรกรในพื้นที่บ้านไร่ ต.บ้านพรุ อ.หาดใหญ่  
จ.สงขลา
- 2.1.2 ข้าวโพดหวานพันธุ์อินทรี 2
- 2.1.3 ปูนขาว ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )
- 2.1.4 ปูนโดโลไมต์ ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ )
- 2.1.5 ฟอสโฟยิปซัม (phosphogypsum)
- 2.1.6 ซีเซอไรต์ ( $\text{MgSO}_4$ )
- 2.1.7 ธาตุอาหารพื้นฐาน (basal nutrient) ได้แก่ Urea,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , KCl,  $\text{ZnCl}_2$ ,  
 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- 2.1.8 ถุงดำพลาสติก
- 2.1.9 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช
- 2.1.10 เครื่องแก้วสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืช

#### 2.2 อุปกรณ์

- 2.2.1 เครื่อง pH meter
- 2.2.2 เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer
- 2.2.3 เครื่อง UV-visible Spectrophotometer
- 2.2.4 เครื่อง Flame photometer
- 2.2.5 เครื่องกลั่นไนโตรเจน
- 2.2.6 ตู้อบ
- 2.2.7 เครื่องชั่ง
- 2.2.8 เครื่องแก้ว
- 2.2.9 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดินและพืช

## 2.3 วิธีการ

### 2.3.1 การเตรียมตัวอย่างดิน และการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกพืช

สุ่มเก็บตัวอย่างดินชุดคองหงส์ (coarse loamy, kaolinitic, isohyperthermic, Typic Kandiodults) ซึ่งเป็นตัวแทนดินกรดที่ดอน มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ แพร่กระจายครอบคลุมพื้นที่ภาคใต้มากกว่า 5,386 ตารางกิโลเมตร (เอิบ, 2533) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร จากแปลงปลูกยางพาราของเกษตรกรบ้านไร่ ต.บ้านพรุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา หลังจากฝังดินในที่ร่มให้แห้งย่อยดินผ่านตะแกรงขนาดช่องตา 0.5 เซนติเมตร แบ่งตัวอย่างดินที่ฝังลมให้แห้งส่วนหนึ่งก่อนที่จะนำไปปลูกมาร์บอนผ่านตะแกรงขนาดช่องตา 2 มิลลิเมตร นำไปวิเคราะห์สมบัติของดินตามวิธีวิเคราะห์ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์และวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติของดิน

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
pH	pH meter ดิน:น้ำ=1:5 (จำเป็น, 2545)
Lime requirement	Dunn method (วรรณ, 2538)
Organic matter	Walkley and Black (จำเป็น, 2545)
Exchangeable Ca	1 N NH <sub>4</sub> OAc pH 7 Atomic Absorption Spectrophotometer (จำเป็น, 2545)
Exchangeable Mg	1 N NH <sub>4</sub> OAc pH 7 Atomic Absorption Spectrophotometer (จำเป็น, 2545)
Exchangeable K	1 N NH <sub>4</sub> OAc pH 7 Flame photometer (จำเป็น, 2545)
Exchangeable Na	1 N NH <sub>4</sub> OAc pH 7 Flame photometer (จำเป็น, 2545)
Extractable SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	0.01 M Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) Turbidimetry (จำเป็น, 2545)
Available P	Bray II, Molybdenum blue method (จำเป็น, 2545)
Exchangeable acidity	1 N KCl Titration (Mc Lean, 1965) (สมศักดิ์, 2537; จำเป็น, 2545)
Exchangeable Al	1 N KCl Titration (Mc Lean, 1965) (สมศักดิ์, 2537; จำเป็น, 2545)
Soil texture	Hydrometer (วรรณ, 2538)

### 2.3.2 การวิเคราะห์วัสดุปรับปรุงดิน

วัสดุปรับปรุงดินปูนขาว ปูนโดโลไมต์ และฟอสโฟยิปซัม ที่จำหน่ายในท้องตลาด นำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีโดยหน่วยปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตามวิธีการวิเคราะห์ในตารางที่ 3

### ตารางที่ 3 วิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในวัสดุปรับปรุงดิน

ธาตุอาหาร	วิธีวิเคราะห์
Ca (เปอร์เซ็นต์)	Atomic Absorption Spectrophotometer (A.O.A.C,1990)
Mg (เปอร์เซ็นต์)	Atomic Absorption Spectrophotometer (A.O.A.C,1990)
P (เปอร์เซ็นต์)	Visible Spectrophotometer (A.O.A.C,1990)
S (เปอร์เซ็นต์)	Visible Spectrophotometer (A.O.A.C,1990)
Fe (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	Atomic Absorption Spectrophotometer (A.O.A.C,1990)
Mn (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	Atomic Absorption Spectrophotometer (A.O.A.C,1990)
Cu (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	Atomic Absorption Spectrophotometer (A.O.A.C,1990)
Zn (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	Atomic Absorption Spectrophotometer (A.O.A.C,1990)

#### 2.3.3 การปรับ pH ดินด้วยวัสดุปุ๋ย

ก่อนปลูกพืชต้องทราบปริมาณของวัสดุปุ๋ยที่แท้จริงที่สามารถยกระดับความเป็นกรดต่างของดินเป็น 5.5 โดยการใส่วัสดุปุ๋ยอัตรา 0.5, 0.75, 1 และ 1.25 เท่าของความต้องการปุ๋ยที่วิเคราะห์ได้ในห้องปฏิบัติการ (0.0184, 0.0276, 0.0367, 0.0459 กรัมตามลำดับสำหรับปูนขาว และ 0.0343, 0.0514, 0.0686, 0.0857 กรัมสำหรับโดโลไมต์) ผสมกับดิน 0.5 กิโลกรัม นำไปบ่มในสภาพเรือนกระจก ให้ความชื้นดินในระดับความชื้นสนาม (field capacity) เป็นเวลา 3 สัปดาห์ จากนั้นนำดินดังกล่าวไปวัด pH เลือกอัตราวัสดุปุ๋ยที่ทำให้ pH ของดินใกล้เคียงกับ 5.5 มากที่สุด

#### 2.3.4 การศึกษาการเจริญเติบโตของพืช และสมบัติของดินเมื่อใส่วัสดุปรับปรุงดิน

##### 2.3.4.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design) โดยใช้วัสดุปุ๋ย 2 ชนิด คือปูนขาว และโดโลไมต์ ยกกระดับ pH ดินเป็น 5.5 เพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ร่วมกับการใช้สารปรับปรุงดินฟอสฟอริปซัมให้ได้ปริมาณแคลเซียมเป็น 0, 0.25, 0.5, 0.75 และ 1 เท่าของแคลเซียมในวัสดุปุ๋ย เปรียบเทียบกับการใส่คีเซอไรต์ในปริมาณ 0, 0.25, 0.5, 0.75 และ 1 เท่าของกำมะถันที่ข้าวโพดต้องการ โดยใช้ข้อมูลจากความต้องการกำมะถันของข้าวโพดในดินเนื้อหยาบมีค่าประมาณ 40 กิโลกรัม/เฮกตาร์ (ชัยรัตน์ และคณะ, 2538) ประกอบด้วย 19 ดำรับทดลอง ทำ 4 ซ้ำ ดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** แผนการทดลองศึกษาการเจริญเติบโตของพืช และสมบัติของดิน  
เมื่อใส่วัสดุปรับปรุงดิน

ตัวรับทดลอง	ปริมาณสารปรับปรุงดิน (กรัม/ดิน 5 กิโลกรัม)			
	ปุ๋ยขาว	ปุ๋ยโดโลไมต์	ฟอสฟอรัส	คีเซอไรต์
Control	-	-	-	-
L	0.1203	-	-	-
L+G0.25	0.1203	-	0.0625	-
L+G0.5	0.1203	-	0.1305	-
L+G0.75	0.1203	-	0.1957	-
L+G1	0.1203	-	0.2610	-
D	-	0.3580	-	-
D+G0.25	-	0.3580	0.1040	-
D+G0.5	-	0.3580	0.2080	-
D+G0.75	-	0.3580	0.3120	-
D+G1	-	0.3580	0.4160	-
L+K0.25	0.1203	-	-	0.0930
L+K0.5	0.1203	-	-	0.1859
L+K0.75	0.1203	-	-	0.2789
L+K1	0.1203	-	-	0.3719
D+K0.25	-	0.3580	-	0.0930
D+K0.5	-	0.3580	-	0.1859
D+K0.75	-	0.3580	-	0.2789
D+K1	-	0.3580	-	0.3719

เมื่อ L = ปุ๋ยขาว      D = ปุ๋ยโดโลไมต์      G = ฟอสฟอรัส      K = คีเซอไรต์

#### 2.3.4.2 การปลูกพืชและการดูแลรักษา

นำดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่องตา 0.5 เซนติเมตร จำนวน 5 กิโลกรัมบรรจุ  
ถุงดำพลาสติกทั้ง 76 ถุง ใส่วัสดุปุ๋ย ฟอสฟอรัส และคีเซอไรต์ ตามตัวรับทดลอง (ตารางที่  
4) แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน ปลอบจากที่สูง 5 เซนติเมตรให้กระทบพื้นจำนวน 6 ครั้ง เติมน้ำจน  
ได้ความชื้นในดินที่ระดับความชื้นสนาม ปลอบให้สารปรับปรุงดินทำปฏิกิริยากับดินเป็นเวลา 2  
สัปดาห์ ใส่ธาตุอาหารพื้นฐาน โดยพิจารณาจากค่าวิเคราะห์ดิน และความต้องการธาตุอาหารของ  
ข้าวโพดจากข้อมูลที่ได้มีการศึกษาปลูกข้าวโพดในดินชุดเนื้อหยาบ (ชัยรัตน์ และคณะ, 2538) ซึ่ง  
มีลักษณะใกล้เคียงกับดินชุดคอหงส์ที่ใช้ทดลอง (ตารางที่ 5) ปลูกข้าวโพดหวานกระถางละ 4  
เมล็ด หลังข้าวโพดเจริญเติบโตได้ 7 วัน ถอนให้เหลือกระถางละ 2 ต้น ตลอดการทดลอง รดน้ำ  
ข้าวโพดที่ระดับ 80-100 % ความชื้นสนามหรือไม่ให้ดินแห้งหรือเปียกจนเกินไป

ตารางที่ 5 ธาตุอาหารพื้นฐานสำหรับปลูกข้าวโพด

ธาตุอาหาร	รูปธาตุอาหาร	ปริมาณการใช้		
		กิโลกรัมธาตุอาหาร/ เฮกตาร์	กรัมธาตุอาหาร/ กระถาง	กรัมของรูปธาตุอาหาร/ กระถาง
N	Urea	400	0.8555	1.8352
P	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	250	0.5346	2.3815
K	KCl	200	0.4276	0.8154
Zn	ZnCl <sub>2</sub>	6	0.0128	0.0267
Cu	CuCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	4	0.0086	0.0229
Mn	MnCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	5	0.0107	0.0385
B	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	2	0.0043	0.0202
Mo	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0.4	0.00086	0.0022

#### 2.3.4.3 การบันทึกข้อมูล

เมื่อข้าวโพดอายุ 40 วันหลังงอก ตัดต้นเพื่อเก็บส่วนเหนือดิน และรากนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักแห้งคงที่ บันทึกน้ำหนักแห้งของต้นและราก

#### 2.3.4.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างพืชและดินหลังปลูก

นำตัวอย่างพืช และดินวิเคราะห์ธาตุอาหาร เพื่อศึกษาความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้เมื่อมีการปรับปรุงดิน โดยตัวอย่างดินวิเคราะห์ pH ดินแคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม โซเดียม อะลูมิเนียม และกรดที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, Mg, K, Na, Al, acidity) กำมะถันที่สกัดได้ (extractable SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S) และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) โดยใช้วิธีที่กล่าวมาแล้วในตารางที่ 2 สำหรับตัวอย่างพืชที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 60–70 องศาเซลเซียส บดด้วยเครื่องบดให้ละเอียด นำมาวิเคราะห์ธาตุอาหาร วิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธี Kjeldahl ปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน โดยการย่อยตัวอย่างพืชในกรดผสมไนตริกและเปอร์คลอริก (3:1;V/V) จากนั้นวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมดโดยวิธี Yellow molybdovanadophosphoric acid สำหรับโพแทสเซียม วิเคราะห์ด้วย Flame photometer ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียม นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer และกำมะถันวิเคราะห์ด้วย UV-visible Spectrophotometer (จำเป็น, 2545)

#### 2.3.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลผลการทดลองทั้งหมด เช่น น้ำหนักแห้งของต้นและรากข้าวโพด สมบัติของดิน ได้แก่ pH ดิน แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม โซเดียม อะลูมิเนียม และกรดที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

ปริมาณธาตุอาหารในพืช และการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวนของข้อมูล ค่าความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 10.0 for Window

#### 2.3.4.5 การคำนวณค่าต่าง ๆ

ธาตุอาหารที่พืชดูดใช้ทั้งหมด (nutrient uptake)

= ความเข้มข้นธาตุอาหารพืช/น้ำหนักแห้งของพืชทั้งกระถาง

ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารพืช

= ธาตุอาหารที่พืชดูดใช้ทั้งหมด/ธาตุอาหารที่ใส่ลงดินทั้งหมด

## 2.4 สถานที่ทำการวิจัย

2.4.1 เรือนกระจกคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2.4.2 ห้องปฏิบัติการภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

2.4.3 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8