

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ

1. การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและชีวภาพของดินบางประการ ที่เป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

2. การทดลองการปลูกพืชไร่ในกระถาง เพื่อศึกษาน้ำหนักแห้งของต้น ผลผลิตเมล็ด และการดูการใช้ธาตุอาหารของพืชไร่ที่ปลูกตามทุ่งหญ้า

3.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและชีวภาพของดินบางประการที่เป็นตัวชี้ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ภายหลังการทำทุ่งหญ้าระบบต่างๆ

3.1.1 ชุดดิน (soil series) ที่ใช้ศึกษา

ตัวอย่างดินที่นำมาศึกษานี้มาจากแหล่งซึ่งมีการปลูกพืชอาหารสัตว์ ทั้งเพื่อเป็นอาหารของสัตว์ หรือเพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ และดินปลูกพืชไร่ชนิดต่างๆจากทุ่งหญ้าอาหารสัตว์ ในจังหวัดขอนแก่นและจังหวัดอื่นที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง ใช้ดินชุด (soil series) โคราช (Oxic Paleustults) ซึ่งเป็นดินไร่ที่ครอบคลุมเนื้อที่มากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีพื้นที่ประมาณ 20.5% ของพื้นที่ทั้งภาค เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย สีน้ำตาล ดินเป็นกรดแก่ถึงกรดปานกลาง สภาพการระบายน้ำดีปานกลางถึงดี และความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (เพิ่มพูน, 2527) โดยเก็บดินที่ความลึก 0-10 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความลึกในระดับรากหญ้า มีความหนาแน่นสูง และนอกจากนี้งานศึกษามวลชีวภาพในดินเขตอบอุ่น ส่วนใหญ่ใช้ดินที่ความลึก 0-10 เซนติเมตร ดังในงานทดลองของ Grace และคณะ (1993)

3.1.2 แผนการทดลองและกรรมวิธีทดลอง

เก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่ซึ่งมีการจัดการดินแตกต่างตามชนิดของพืชที่ปลูก และอายุของทุ่งหญ้ารวม 14 ตาราง ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยเก็บดินที่ความลึก 0-10 เซนติเมตร ตารางละ 5-6 จุด รวมน้ำหนักดินตารางละประมาณ 120 กิโลกรัม นำดินมาผสมคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน ตากดินให้แห้ง เก็บไว้ในกระสอบป่าน แล้วแบ่งดินประมาณ 1 กิโลกรัม เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ชีวภาพ และกายภาพ บางประการในห้องปฏิบัติการตารางละ 3 ตัวอย่าง

3.1.3 การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับดิน

ตัวอย่างดินที่เก็บจากแปลงต่างๆ ที่ผ่านการตากให้แห้งจำนวน 1 กิโลกรัม และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. แล้ววิเคราะห์เพื่อหาค่าความอุดมสมบูรณ์จากตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ต่อไปนี้ ได้แก่ ตัวชี้ที่เป็นคุณสมบัติทางเคมี: pH อินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) ความจุในการดูดซับไอออนบวก (cation exchange capacity) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (total N) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (exchangeable K) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (exchangeable Ca) และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (exchangeable Mg) และตัวชี้ที่เป็นคุณสมบัติทางชีวภาพ ได้แก่ มวลชีวภาพคาร์บอน (microbial biomass C) และมวลชีวภาพไนโตรเจน (microbial biomass N) นอกจากนี้ยังได้หาความจุความชื้นของดินเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการให้น้ำแก่พืชตลอดระยะเวลาการทดลอง รายละเอียดของวิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารแต่ละชนิด มวลชีวภาพ และความชื้นดิน มีดังนี้คือ

3.1.3.1 pH วัด pH ดินด้วย pH meter ใช้อัตราส่วนดิน:น้ำเท่ากับ 1:1 การศึกษาครั้งนี้ใช้ตัวอย่างดิน 5.00 กรัม เติมน้ำกลั่น 5 มล. คนให้เป็น suspension พล่อยทิ้งไว้ 30 นาที แล้ววัด pH ของดิน (พงศศิริ, 2524)

3.1.3.2 อินทรีย์วัตถุ (organic matter) วิเคราะห์โดยวิธี Wet Oxidation ของ Walkly และ Black (Black, 1965 อ้างตาม พงศศิริ, 2524) ใช้ตัวอย่างดิน 5.000-10.000 กรัม (ขึ้นอยู่กับอินทรีย์วัตถุในดิน) ทำปฏิกิริยากับ

วพ
S
8875
2.2

ท 58555



25
หอสมุดกลาง

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตารางที่ 2 คำรับการทดลองและประวัติการใช้ที่ดิน

คำรับ การ ทดลอง	สถานที่เก็บตัวอย่างดิน	รหัสกลุ่ม พื้นที่	ประวัติการใช้ที่ดิน			
			ชนิดพืชที่ปลูก	อายุ(ปี)	การเจริญเติบโต ของพืช /	การจัดการ
1	แปลงเพาะปลูกของ เกษตรกร ต.ท่าพระ อ. เมือง จ. ขอนแก่น	TP	พืชไร่ทั่วไป	มากกว่า 10 ปี	เบาบาง	ไม่มีการจัดการ พิเศษใดๆ
2	บ. เขวา อ. โกสุมพิสัย จ. มหาสารคาม	MS	มันสำปะหลัง	6	เบาบาง	ปุ๋ยคอก 2-3 ตัน/ ไร่ ร่วมกับปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่
3	บ. ห้วยเตย ต. ท่าพระ อ. เมือง จ. ขอนแก่น	HT	หญ้าไร่	1	เบาบาง	ไม่มีการจัดการ พิเศษใดๆ
4	บ. ห้วยเตย ต. ท่าพระ อ. เมือง จ. ขอนแก่น	HT	หญ้าไร่	2	เบาบาง	ปุ๋ย $(NH_4)_2SO_4$ อัตรา 25 กก./ไร่
5	แปลงปลูกหญ้าเพื่อเก็บ เมล็ด บ. เชียงใหม่ อ. เสดภูมิ จ. ร้อยเอ็ด	RT	หญ้าไร่	2	เบาบาง	ปลูกเพื่อเก็บเมล็ด หญ้า ใส่ $MgSO_4$ อัตรา 1-2 กก./ไร่
6	สถานีพืชอาหารสัตว์ชัยภูมิ อ. เมือง จ. ชัยภูมิ	CP	หญ้าไร่	4	หนาแน่น	ไม่มีการจัดการ พิเศษใดๆ
7	บ. เขวา อ. โกสุมพิสัย จ. มหาสารคาม	MS	หญ้าไร่	6	เบาบาง	ไม่มีการจัดการ พิเศษใดๆ
8	สถานีพืชอาหารสัตว์ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ ต. ท่าพระ อ. เมือง จ. ขอนแก่น	TP	หญ้าไร่	14	หนาแน่น	ไม่มีการจัดการ พิเศษใดๆ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ การ ทดลอง	สถานที่เก็บตัวอย่างดิน	รหัสกลุ่ม พื้นที่	ประวัติการใช้ที่ดิน			
			ชนิดพืชที่ปลูก	อายุ(ปี)	การเจริญเติบโต ของพืช ^{1/}	การจัดการ
9	แปลงปลูกถั่วเพื่อเก็บเมล็ด บ. เชียงใหม่ อ. เสดภูมิ จ. ร้อยเอ็ด	RT	ถั่วฮามาต้า	2	เบาบาง	ปลูกถั่วเพื่อ เก็บเมล็ด ใส่ MgSO ₄
10	บ. เขวา อ. โกสุมพิสัย จ. มหาสารคาม	MS	ถั่วฮามาต้า	6	เบาบาง	ไม่มีการจัดการ พิเศษใดๆ
11	บ. ห่ม อ. เมือง จ. ขอนแก่น	BT	ถั่วฮามาต้า	7	เบาบาง	ไม่มีการจัดการ พิเศษใดๆ
12	บ. ห้วยเตย ต. ท่าพระ อ. เมือง จ. ขอนแก่น	HT	ถั่วฮามาต้า	2	เบาบาง	ไม่มีการจัดการ พิเศษใดๆ
13	สถานีพืชอาหารสัตว์ชัยภูมิ อ. เมือง จ. ชัยภูมิ	CP	ถั่วฮามาต้า	4	หนาแน่น	ไม่มีการจัดการ พิเศษใดๆ
14	บ. เขวา อ. โกสุมพิสัย จ. มหาสารคาม	MS	ถั่วฮามาต้า	6	เบาบาง	ไม่มีการจัดการ พิเศษใดๆ

^{1/} หนาแน่น, เบาบาง หมายถึง การเจริญเติบโตของพืชครอบคลุม, ไม่ครอบคลุมพื้นที่

หนาแน่น หมายถึง การเจริญเติบโตของพืชครอบคลุมพื้นที่

เบาบาง หมายถึง การเจริญเติบโตของพืชไม่ครอบคลุมพื้นที่

0.5 N $K_2Cr_2O_7$ 10 มล. และ H_2SO_4 เข้มข้น 10 มล. เพื่อย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ โดยการออกซิเดชัน ส่วนผสมที่ผ่านการย่อยสลายนำไปไทเทรต(titrate) กับ 0.5 N $FeSO_4$ โดยใช้ 0-phenanthroline เป็นอินดิเคเตอร์

3.1.3.3 ความจุในการดูดซับไอออนบวก(CEC) วิเคราะห์โดยใช้วิธีของ Peech และคณะ [(1947) อ้างตาม พงศ์ศิริ (2524)] โดยการชะดิน 10 กรัมด้วย 1 N NH_4OAc pH 7.0 แล้วแทนที่ NH_4^+ ด้วย 10% NaCl และหาปริมาณ NH_4^+ ที่ถูกแทนที่ออกมาโดยวิธีกลั่น ค่า NH_4^+ วิเคราะห์และคำนวณปริมาณ NH_4^+ ออกมาเป็น me ต่อดิน 100 กรัม ก็จะเป็นค่าความจุในการดูดซับไอออนบวกของดินนั้น

3.1.3.4 ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) วิเคราะห์โดยใช้วิธี micro Kjeldahl (Bremner, 1960 อ้างตาม พงศ์ศิริ, 2524) ทำการย่อยสลาย ตัวอย่าง 1.000 กรัม ใน micro Kjeldahl flask โดยเติม Catalyst mixture (K_2SO_4 : $CuSO_4$: Se metal เท่ากับ 100:10:1) จำนวน 3 กรัม เติม H_2SO_4 เข้มข้น 10 มล. นำไปย่อยสลายบนเตาไฟฟ้าจนสารละลายใส นำส่วนผสมที่ย่อยสลายแล้ว ไปกลั่นโดยใช้ Boric acid เป็นตัวจับ NH_3 แล้วไทเทรตกับ 0.05 N H_2SO_4 โดยมี bromocresol green และ methyl red เป็น mixed indicator ปริมาณ H_2SO_4 ที่ใช้ไทเทรตนำไปคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างดิน

3.1.3.5 โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K, Ca, Mg) สกัดตัวอย่างดิน 10.000 กรัม ด้วยน้ำยาสกัด 1 N NH_4OAc pH 7.0 จำนวน 50 มล. เขย่าเป็นเวลา 30 นาที วิเคราะห์หาปริมาณ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในสารละลายที่กรองแล้ว โดยใช้เครื่อง Flame photometer สำหรับปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง atomic absorption spectrophotometer (Cottenie, 1980)

3.1.3.6 การวิเคราะห์ความชื้นของดิน

1. ความชื้นของดินที่เก็บ โดยนำตัวอย่างดินที่ผึ่งจนแห้งไปอบที่ อุณหภูมิ $110^\circ C$ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วคำนวณหาความชื้นที่หายไป และเสนอผลของความชื้นดินที่ได้บนฐานของน้ำหนักดินแห้ง

2. ความชื้นที่จุความจุความชื้นภาคสนาม (field capacity)

โดยใช้ตัวอย่างดินที่สิ่งจนแห้งร่วนผ่านตะแกรงที่มีช่องขนาด 2 มม. มาทำให้อิ่มตัวด้วยน้ำ แล้ววางบน pressure membrane apparatus ซึ่งสามารถคงทนต่อความดันมากกว่า $1/3$ บรรยากาศ ใช้เครื่องอัดอากาศอัดอากาศแรงดัน $1/3$ บรรยากาศ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วอบดินดังกล่าวที่อุณหภูมิ 110°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วคำนวณหาความชื้นที่ field capacity (คณาจารย์ภาควิชาปศุสัตว์, 2530)

3.1.3.7 การหาปริมาณไนโตรเจนในมวลชีวภาพ จากปริมาณแอมโมเนียม

ในเซลล์จุลินทรีย์ ตามวิธีของ Amato และ Ladd (1988) ทำลายเซลล์จุลินทรีย์โดยรมดินด้วยสารเคมีแล้วสกัดดินด้วย 2 M KCl ใช้อัตราส่วนดิน: สารสกัด 1:5 ทั้งนี้เนื่องจากสารสกัด KCl สามารถสกัดธาตุที่มีประจุบวกต่างรวมทั้ง NH_4^+ จากดิน จากนั้นนำสารละลายที่ได้ทำปฏิกิริยากับสารละลาย ninhydrin ซึ่งจะเกิดสารละลายสีม่วงแดงตามความเข้มข้นของ NH_4^+ ในสารละลาย วัดความเข้มข้นของ NH_4^+ โดยใช้ Spectrophotometer ที่ความยาวช่วงคลื่น 570 nm และหาปริมาณ NH_4^+ โดยวิธีเดียวกันในดินซึ่งไม่ถูกรมด้วยสารเคมี เป็นตัวรับเปรียบเทียบ (Control)

ความเข้มข้นของ N จากมวลชีวภาพ = $m \times$ ความเข้มข้นของ NH_4^+ จากเซลล์จุลินทรีย์

(m คือ ค่าการ recovery ของ NH_4^+-N ในเซลล์จุลินทรีย์มีค่าเท่ากับ 3.1)

(Amato and Ladd, 1988)

3.1.3.8 การหาปริมาณมวลชีวภาพคาร์บอนจากอินทรีย์คาร์บอนในเซลล์

ของจุลินทรีย์ โดยใช้วิธีของ Vance และคณะ (1987) กล่าวคือ หลังจากที่ยบ่มดินไว้ที่ความชื้น 40% water holding capacity เป็นเวลา 10 วัน แบ่งดินเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเป็นดินที่ไม่ถูกรมด้วยสารเคมี (control) อีกส่วนหนึ่งถูกรมด้วยคลอโรฟอร์มนาน 16-24 ชั่วโมง เพื่อทำลายผนังเซลล์ จากนั้นนำดินทั้งสองส่วนมาสกัดอินทรีย์-คาร์บอนด้วย $0.5\text{ M K}_2\text{SO}_4$ ที่อัตราส่วนดิน: $\text{K}_2\text{SO}_4 = 1:2.5$ แล้วนำสารละลายมาวัดความเข้มข้น

ของอินทรีย์คาร์บอนโดยใช้สารละลายอินทรีย์คาร์บอนจากดิน control จำนวน 8 มล. ทำปฏิกิริยากับ 66.7 mM $K_2Cr_2O_7$ 2 มล. เติม H_3PO_4 (88%) 5 มล. และ H_2SO_4 (98%) 10 มล. นำไปตั้งบนเตาไฟฟ้า ความคมอุณหภูมิสารละลายให้คงที่ที่ $150^\circ C$ เป็นเวลา 30 นาที ความคมปริมาณสารละลายบนเตาให้คงที่ แล้วนำมา titrate กับ 33.3 mM $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ เพื่อหาปริมาณ $K_2Cr_2O_7$ ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยากับอินทรีย์-คาร์บอน โดยใช้ phenanthroline ferrous sulphate เป็น indicator จุดสิ้นสุดของปฏิกิริยา คือ สารละลายเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง ส่วนในดินที่ถูกกรดด้วยคลอโรฟอร์มจะใช้สารละลายที่สกัดอินทรีย์-คาร์บอนจำนวน 4 มล. ผสมกับ 0.5 M K_2SO_4 จำนวน 4 มล. แล้วจึงปฏิบัติเช่นเดียวกันกับสารละลายที่ได้จากดินที่ไม่ถูกรีดด้วยสารเคมี และทำ blank โดยใช้สารละลาย 0.5 M K_2SO_4 แทนสารละลายที่สกัดจากดินเพื่อหาปริมาณอินทรีย์-คาร์บอนที่แท้จริงในสารละลายที่สกัดได้จากดิน การคำนวณความเข้มข้นของอินทรีย์-คาร์บอน

$$1 \text{ ml ของ } 66.7 \text{ mM ของ } K_2Cr_2O_7 = 1,200 \text{ } \mu\text{g C}$$

$$\text{ความเข้มข้นของอินทรีย์คาร์บอน (}\mu\text{g/g)} = \frac{1,200 \times 2}{T_1} \times (T_1 - T_2) \times \frac{V}{vW}$$

- เมื่อ 2,400 = ปริมาณของ 66.7 mM $K_2Cr_2O_7$ 2 ml ที่ทำปฏิกิริยากับอินทรีย์-คาร์บอน
- T_1 = ปริมาตรของ 33.3 mM $Fe(NH_4)_2SO_4$ ที่ titrate กับ blank
- T_2 = ปริมาตรของ 33.3 mM $Fe(NH_4)_2SO_4$ ที่ titrate กับสารละลาย
- V = ปริมาตรของ 0.5 M K_2SO_4 ที่ใช้สกัดอินทรีย์คาร์บอนจากดิน
- v = ปริมาตรของสารละลายดินที่นำมาศึกษาปริมาณอินทรีย์-คาร์บอน
- W = น้ำหนักแห้งของดิน

(Vance et al., 1987)

$$\text{ความเข้มข้นของคาร์บอนจากมวลชีวภาพ} = \frac{\text{ความเข้มข้นของอินทรีย์คาร์บอนในเซลล์ จุลินทรีย์}}{0.35}$$

(Sparling, 1991)

3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของข้อมูลการวิเคราะห์ดินตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกรรมวิธีทดลอง (treatment) โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test โปรแกรมซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทางสถิติที่ใช้ คือ MSTAT (MSTAT development team, 1985)

3.2 การทดลองที่ 2 ปลุกพืชไว้ในกระถางโดยใช้ดินดำรับต่างๆ 14 ดำรับ

เพื่อวินิจฉัยการดูดใช้ธาตุอาหารหญ้า การเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชไร่ที่ปลูกตามทุ่งหญ้า ซึ่งได้รับอิทธิพลจากคุณสมบัติทางเคมีและชีวภาพของดิน ภายใต้ระบบทุ่งหญ้าชนิดต่างๆ โดยใช้ดิน 14 ดำรับ เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และการทำการทดลองในกระถางในเรือนทดลองเพื่อควบคุมปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตอื่นๆ

3.2.1 การเตรียมดินปลูก เก็บตัวอย่างดินดำรับต่างๆ ดำรับละ 120 กิโลกรัม ผึ่งดินจนแห้ง แล้วร่อนดินผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร บรรจุดินในกระถางจำนวนกระถางละ 6 กิโลกรัมเพื่อปลูกงา และ 4.5 กิโลกรัมเพื่อปลูกถั่วเขียว

3.2.2 การปลูกพืช ปลูกถั่วเขียวและงาจำนวน 2 ชุด เพื่อวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน คือ

ชุดที่ 1 : ปลูกถั่วเขียวและงาจนถึงระยะพักแก่ เพื่อศึกษาผลผลิตเมล็ด

ชุดที่ 2 : รอบที่ 1 ปลูกถั่วเขียวและงาจนถึงระยะออกดอก หลังจากปลูกข้าวโพดแทนงา และถั่วลิสงแทนถั่วเขียว

เริ่มปลูกพืชพร้อมกันในวันที่ 20 ตุลาคม 2534 โดยปลูกกระถางละ 4 เมล็ด เมล็ดงอก 7 วัน ถอนต้นพืชทิ้งให้เหลือกระถางละ 2 ต้น และเมื่อต้นพืชอายุ 14 วัน ถอนต้นพืชทิ้งเหลือกระถางละ 1 ต้น เมื่อพืชในชุดที่ 2 ออกดอกเมื่ออายุ 45-50 วัน หลังงอก ทำการเก็บเกี่ยวส่วนเหนือดินเพื่อวิเคราะห์น้ำหนักแห้งและความเข้มข้นของธาตุอาหาร น้ำดินในกระถางต่างมาร่อนด้วยตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร เพื่อนำรากของพืชออก น้ำดินมาร่อนรากออก แล้วบรรจุในกระถางเดิม แล้วจึงปลูกข้าวโพดแทนงา และถั่วลิสงแทนถั่วเขียว กระถางละ 4 เมล็ด เมื่อพืชอายุ 7 วัน และ 14 วัน ถอนให้เหลือกระถางละ 2 ต้น และ 1 ต้นตามลำดับ ดูแลจนพืชออกดอก แล้วเก็บเกี่ยวส่วนเหนือดินเพื่อวิเคราะห์น้ำหนักแห้งและความเข้มข้นของธาตุอาหารเช่นเดียวกับถั่วเขียวและงา

3.2.3 แผนการทดลอง ใช้การทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 14 คำรับ (ตารางที่ 2) แต่ละคำรับประกอบด้วย 4 ซ้ำ (replication)

3.2.4 การดูแลรักษา รดน้ำให้ขึ้นถึงจุด field capacity วันละ 1 ครั้ง ในช่วงแรกของการเจริญเติบโต และวันละ 2 ครั้งเมื่อถึงระยะที่พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ห่นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชเพื่อป้องกันโรคราทุก 7-14 วัน และสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงทุก 15 วัน

3.2.5 การสังเกตและบันทึกการเจริญเติบโตของพืช สังเกตและบันทึกอาการผิดปกติของพืช เช่น อาการขาดธาตุอาหาร และอาการเป็นพิษของธาตุอาหาร เมื่อพบได้บันทึกไว้

3.2.6 การเก็บเกี่ยวพืชและหาน้ำหนักแห้งของพืช เมื่องาและถั่วเขียวที่ปลูกในดินชุดที่ 2 ออกดอก (อายุ 45-50 วันหลังงอก) ตัดต้นพืชส่วนเหนือดินเพื่อหาน้ำหนักแห้ง และปลูกข้าวโพดแทนงา ถั่วลิสงแทนถั่วเขียว จนถึงระยะออกดอก ซึ่งใช้เวลา 45-50 วัน หลังงอก หาน้ำหนักแห้งและวิเคราะห์ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในเนื้อเยื่อพืช ส่วนในดินชุดที่ 1 นั้นเก็บผักก่ของพืช แล้วนำมาแยกเมล็ดออกเพื่อหาน้ำหนักแห้งของเมล็ด การหาน้ำหนักแห้งจากส่วนต่างๆ ใช้วิธีอบพืชที่อุณหภูมิ 70°C จนน้ำหนักพืชไม่เปลี่ยนแปลง แล้วชั่งน้ำหนัก

3.2.7 การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช นำพืชที่อบแห้งแล้วมาบดให้ละเอียด เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในต้นพืชส่วนเหนือดิน รายละเอียดของวิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารแต่ละชนิดมีดังนี้คือ

3.2.7.1 การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในต้นพืช โดยทำการย่อยสลายตัวอย่างพืชโดยวิธี micro Kjeldahl (Bremner, 1960 อ้างตาม พงศ์ศิริ, 2524) โดยชั่งตัวอย่างพืช 0.250 กรัม เติม Catalyst (Se 0.25 กรัม ผสมกับ K_2SO_4 25 กรัม) 3.0 กรัม เติม H_2SO_4 เข้มข้น 10 มล. นำไปย่อยสลายบนเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ $300^{\circ}C$ เป็นเวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมงจนสารละลายใส นำส่วนผสมที่ย่อยได้ไปกลั่นโดยใช้ Boric acid เป็นตัวจับ NH_3 แล้วไทเทรตด้วย 0.05 N H_2SO_4 โดยมี bromocresol green และ methyl red เป็น mixture indicator ปริมาณ H_2SO_4 ที่ใช้ไทเทรตนำไปคำนวณหาปริมาณ N ในต้นพืช

3.2.7.2 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และแมงกานีส ในพืช การย่อยสลายพืชโดยวิธีการเผา (dry ashing) (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2527) ใช้ตัวอย่างพืช 0.100 กรัมใส่ในถ้วย crucible แล้วนำไปเผาในเตาที่อุณหภูมิ $550^{\circ}C$ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ละลายได้ใน 2 N HCl 5 มล. กรองและปรับปริมาตรเป็น 100 มล. เก็บสารละลายที่ได้ไว้หาฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม

การหาปริมาณฟอสฟอรัสที่กรองแล้วโดยใช้วิธีเหียนสี (yellow method) (พงศ์ศิริ, 2524) โดยใช้สารละลายที่กรองได้ 10 มล. เติม Vanado molybdate ลงไป 10 มล. แล้วปรับปริมาตรเป็น 50 มล. ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง วัดเหียนสีด้วยเครื่อง spectrophotometer ช่วงคลื่น 420 nm ส่วนการวิเคราะห์โปแตสเซียมทั้งหมด วัดด้วยเครื่อง flame photometer และวิเคราะห์หาแคลเซียมและแมกนีเซียมด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (Cottenie, 1980)

3.2.7.3 การหาปริมาณ Mn ในพืช พืชที่ปลูกในดินบางตัวมีอาการเป็นพิษของ Mn เช่น ในถั่วเขียวดำวันที่ 6 และ 13 จึงตรวจสอบโดยการวิเคราะห์ปริมาณ Mn ในพืชโดยใช้สารละลายที่สกัดจากพืชดังกล่าว แล้ววิเคราะห์หาปริมาณแมงกานีสด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

3.2.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.2.8.1 วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของข้อมูลตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งของต้น น้ำหนักแห้งเมล็ด การดูดใช้ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ของพืชจากดินในแต่ละคำรับการทดลองด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ MSTAT (MSTAT development team, 1985)

3.2.8.2 วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์(correlation) ของน้ำหนักแห้งของพืชทดสอบและน้ำหนักเมล็ดกับคุณสมบัติของดินก่อนปลูก ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ pH ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ความจุในการดูดยึดไอออนประจุบวก(CEC) ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณมวลชีวภาพคาร์บอน และมวลชีวภาพไนโตรเจน จากการทดลองที่ 1 โดยใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ MSTAT (MSTAT development team, 1985)

3.2.8.3 วิเคราะห์หาสมการถ่านาย (multiple regression equation) น้ำหนักแห้งของพืช และน้ำหนักเมล็ด จากคุณสมบัติของดินก่อนปลูก ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ pH ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ความจุในการดูดยึดไอออนประจุบวก ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้ มวลชีวภาพคาร์บอน และมวลชีวภาพไนโตรเจน จากการทดลองที่ 1 โดยใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ MSTAT (MSTAT development team, 1985)