

บทที่ 2

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัสดุ

1.1 วัสดุพืช

- 1.1.1 ต้นลองกองกิ่งตอนจากต้นที่ให้ผลแล้ว จำนวน 9 ต้น
- 1.1.2 ต้นลองกองกิ่งชำอายุ 1 ปี จำนวน 20 ต้น
- 1.1.3 ต้นลองกองกิ่งชำอายุ 4 ปี จำนวน 18 ต้น
- 1.1.4 ต้นลองกองเสียบยอดอายุ 17 ปี จำนวน 12 ต้น

1.2 สารเคมี

- 1.2.1 เบนซิลอะดีนีน (Benzyladenin : BA)
- 1.2.2 กรดซัลฟูริก (Sulfuric Acid)
- 1.2.3 กรดซาลิไซลิก (Salicylic Acid)
- 1.2.4 โซเดียมไทโอซัลเฟต (Sodium Thiosulfate)
- 1.2.5 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide)
- 1.2.6 กรดบอริก (Boric Acid)
- 1.2.7 เมธิลเรด (Methyl Red)
- 1.2.8 บรอมโมครีซอลกรีน (Bromocresol Green)
- 1.2.9 เอทานอล (Ethanol)
- 1.2.10 กรดเปอร์คลอริก (Perchloric Acid)
- 1.2.11 กลูโคส (Glucose)
- 1.2.12 แอนโทน (Anthrone)
- 1.2.13 ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst Tablet)
- 1.2.15 ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein)
- 1.2.14 น้ำมันก๊าด

1.3 ปุ๋ยและสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

- 1.3.1 ปุ๋ยคอก
- 1.3.2 ปุ๋ยเกล็ดสูตร 15-30-15
- 1.3.3 ปุ๋ยเม็ดสูตร 15-15-15 และ 8-24-24

- 1.3.4 ปุ๋ยไบนูตราฟอสเฟตสูตร 16-12-0
- 1.3.5 ปุ๋ยไบนูตราฟอส ซุปเปอร์เคสูตร 7-13-34+12.5Zn
- 1.3.6 ปุ๋ยโบติวเตอร์สูตร 10-52-17
- 1.3.7 สารเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยโบ (เกอมาร์ บีเอ็ม86 สำหรับยวมรด[®])
- 1.3.8 คาร์โบกา (Carboka)
- 1.3.9 ไทโอยูเรีย (Thiourea)
- 1.3.10 กรดฮิวมิก (Humic Acid)
- 1.3.11 สารจับโบ (เอบีตอล[®])
- 1.3.12 สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช (คาร์บาริล)
- 1.4 พลาสติกใสและกระสอบพลาสติก
- 1.5 ปากกาเขียนแผ่นใส
- 1.6 ป้ายเครื่องหมาย
- 1.7 ถุงอบตัวอย่างพืช
- 1.8 กระดาษกรองเบอร์ 542
- 1.9 ดินล้าควน ทวาย แกลบและหน้าดิน
- 1.10 ท่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร (314 ลิตร)
- 1.11 กระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 33 และ 40 เซนติเมตร (24 และ 50 ลิตร ตามลำดับ)

2. อุปกรณ์

- 2.1 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศ
- 2.2 เครื่องวัดการชักนำการเปิดปากใบ
- 2.3 เครื่องวัดศักย์ของน้ำในใบ
- 2.4 เครื่องวัดปริมาณความเข้มแสง
- 2.5 เครื่องวัดพื้นที่ใบ
- 2.6 เครื่องกลั่นไนโตรเจน
- 2.7 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง
- 2.8 เต้าเผา
- 2.9 เต้าไฟฟ้า
- 2.10 เครื่องบดตัวอย่าง

- 2.11 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้
- 2.12 เครื่องวัดความตึงผิว
- 2.13 เครื่องชั่ง
- 2.14 ตู้อบ
- 2.15 เครื่องฉีดปุ๋ย ถังพ่นสาร กระบอกฉีด กระบอกตวง
- 2.16 หลอดทดลอง ขวดปรับปริมาตร ขวดลูกชมพู่และบีกเกอร์
- 2.17 ไมโครปิเปต ปิเปตและบิวเรต
- 2.18 เวอร์เนียร์ ไม้มเมตรและสายวัด
- 2.19 ชะแลงและจอบ
- 2.20 กรรไกรตัดแต่งกิ่ง
- 2.21 ตะกร้าและเข่ง

3. วิธีการ

3.1 รูปแบบการเจริญของต้นลองกองที่ปลูกด้วยกิ่งตอน

3.1.1 การทดลอง

เตรียมต้นลองกองที่ได้จากการตอนกิ่งแก่ขนาดใหญ่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นประมาณ 3 เซนติเมตร เลือกขนาดสม่ำเสมอจำนวน 9 ต้น นำมาปลูกในท่อซีเมนต์ขนาดกว้าง 1.0 เมตร สูง 0.5 เมตร โดยใช้หินรองก้นท่อน้ำประมาณ 10 เซนติเมตร เพื่อช่วยในการระบายน้ำ เติมดินผสมซึ่งได้จากหน้าดิน ทราย แกลบและดินล้าดวน ในอัตราส่วน 2:1:1:1/2 วางปลูกในสภาพพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ บันทึกการเจริญของลองกองกิ่งตอนทุก ๆ เดือนเป็นระยะเวลา 9 เดือน

3.1.2 การเก็บข้อมูล

- การเจริญของลำต้น โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงจากผิวดิน 10 เซนติเมตร
- ความสูงของต้น โดยวัดจากโคนต้นถึงปลายยอด
- นับจำนวนกิ่งและจำนวนใบประกอบ
- ความยาวใบประกอบ สุ่มวัดความยาวใบประกอบจำนวน 20 ใบต่อต้น
- พื้นที่ใบนำความยาวใบที่วัดได้หาค่าเฉลี่ยและนำมาคำนวณพื้นที่ใบโดยใช้วิธีของ

$$Y = 46,417e^{0.0783x}$$

โดยกำหนดให้ $Y =$ พื้นที่ใบ

$X =$ ค่าความยาวใบเฉลี่ย

- จำนวนยอดและเปอร์เซ็นต์การแตกยอด โดยผูกป้ายยอดที่เกิดขึ้นในแต่ละต้นและนับจำนวนต้นที่แตกยอดในแต่ละเดือน

$$\text{เปอร์เซ็นต์การแตกยอด} = \frac{\text{จำนวนต้นที่แตกยอด} \times 100}{\text{จำนวนต้นทั้งหมด}}$$

- การแตกใบและระยะเวลาการเจริญของใบ โดยผูกป้ายยอดแตกใหม่ที่มีใบแรกเริ่มคลี่แล้วในแต่ละต้นและนับอายุใบจนกระทั่งใบอยู่ในระยะเฟสลาด

- การเจริญของรากในแนวระนาบ เปิดหน้าดินขนาด 30x30 ตารางเซนติเมตร ลึกประมาณ 5 เซนติเมตร วางแผ่นกระสอบพลาสติกปิดทับแล้วกลบดินตามเดิม ทำการวัดการเจริญของรากทุกเดือน โดยเปิดกระสอบและวาดรากที่เกิดขึ้นบนแผ่นพลาสติกใสด้วยปากกาเขียนแผ่นใสชนิดถาวร นำมาเปรียบเทียบกับตารางมาตรฐาน เพื่อนับจุดตัดของราก นำค่าที่ได้ไปคำนวณเป็นค่าความยาวราก โดยใช้วิธีของ Tennant (1975)

$$L = 11/14 NX$$

โดยกำหนดให้ $L =$ ความยาวราก

$N =$ จำนวนจุดตัด

$X =$ ขนาดตารางมาตรฐาน (1 ตารางเซนติเมตร)

3.2 การเร่งการเจริญของลองกอง

3.2.1 ผลของระยะเวลาการใส่ปุ๋ยต่อการเร่งการเจริญของรากลองกอง

3.2.1.1 การทดลอง

เตรียมต้นลองกองกิ่งชำอายุ 1 ปี ที่มีขนาดสม่ำเสมอจำนวน 20 ต้น ปลูกในกระถางขนาด 33 เซนติเมตร โดยใช้ดินผสมจากดินล้าควน ทวายและแกลบ ในอัตราส่วน 1:1:2 วางปลูกในเรือนพลาสติกพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ นำปุ๋ยเกล็ดสูตร 15-30-15 ในอัตรา 5 กรัมต่อต้น ผสมกับกรดฮิวมิกในอัตรา 18 มิลลิลิตรต่อต้น ละลายในน้ำ 200 มิลลิลิตรต่อต้น ราดรอบโคนต้นเป็นระยะเวลา

4 เดือน บันทึกข้อมูลเปรียบเทียบกันในแต่ละทรีตเมนต์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design: CRD) แบ่งเป็น 4 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 5 ซ้ำ ดังนี้

- ทรีตเมนต์ที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม)
- ทรีตเมนต์ที่ 2 ใส่ปุ๋ยทุก 1 สัปดาห์
- ทรีตเมนต์ที่ 3 ใส่ปุ๋ยทุก 3 สัปดาห์
- ทรีตเมนต์ที่ 4 ใส่ปุ๋ยทุก 5 สัปดาห์

3.2.1.2 การเก็บข้อมูล

- การเจริญของลำต้น โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงจากผิวดิน 10

เซนติเมตร

- ความสูงของต้น โดยวัดจากโคนต้นถึงปลายยอด
- นับจำนวนกิ่งและจำนวนใบประกอบ
- ความยาวใบประกอบ สุ่มวัดความยาวใบประกอบจำนวน 20 ใบต่อต้น
- พื้นที่ใบ นำความยาวใบที่วัดได้ หาค่าเฉลี่ยและนำมาคำนวณพื้นที่ใบเช่น

เดียวกับ 3.1.2

- การเจริญของรากในแนวระนาบ โดยเปิดหน้าดินขนาด 10x10 ตารางเซนติเมตร ลึกประมาณ 5 เซนติเมตร วางแผ่นกระสอบพลาสติกปิดทับแล้วกลบดินตามเดิม ทำการวัดการเจริญของรากทุกเดือน โดยเปิดกระสอบและวาดรากที่เกิดขึ้นบนแผ่นพลาสติกใส่ด้วยปากกาเขียนแผ่นใสชนิดถาวร นำมาเปรียบเทียบกับตารางมาตรฐาน เพื่อบันทึกจุดตัดของราก นำค่าที่ได้ไปคำนวณเป็นค่าความยาวรากเช่นเดียวกับ 3.1.2

เมื่อครบกำหนดระยะเวลาการทดลอง เก็บเกี่ยวต้นลองกองโดยนำต้นลองกองมาล้างทำความสะอาดราก แยกส่วนนำมาบันทึกข้อมูลดังนี้

- น้ำหนักสดลำต้น ใบและราก
- ความยาวรากทั้งหมด โดยแยกรากขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 0.5 เซนติเมตร) และขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 0.5 เซนติเมตร) ออกจากกัน รากขนาดใหญ่นำมาวัดความยาวรากด้วยสายวัด ส่วนรากขนาดเล็กนำมาชั่งน้ำหนักสดและสุ่มตัวอย่างมาจำนวนหนึ่ง ชั่งน้ำหนักรากตัวอย่างแล้วจึงนำไปวัดความยาวราก โดยใช้เครื่องวัดความยาวราก จากนั้นนำมาคำนวณหาความยาวรากขนาดเล็กทั้งหมดจากสูตร

ความยาวรากขนาดเล็กทั้งหมด = $\frac{\text{น้ำหนักสดรากขนาดเล็กทั้งหมด} \times \text{ความยาวรากตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักสดตัวอย่างรากขนาดเล็ก}}$

- น้ำหนักแห้งลำต้น ใบ และราก โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง
- อัตราส่วนน้ำหนักแห้งลำต้นต่อราก (shoot-root ratio) โดยใช้สูตร

อัตราส่วนน้ำหนักแห้งลำต้นต่อราก = $\frac{(\text{น้ำหนักแห้งใบ} + \text{น้ำหนักแห้งลำต้น})}{\text{น้ำหนักแห้งรากทั้งหมด}}$

- วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

3.2.2 ผลของการฉีดพ่นสารเคมีต่อการแตกยอดของต้นลองกอง

3.2.2.1 การทดลอง

ในการศึกษานี้ใช้ต้นลองกองกิ่งชำอายุ 4 ปี ที่มีขนาดสม่ำเสมอจำนวน 18 ต้น ตัดแต่งกิ่งและความสูงให้เท่ากัน คือ 120 เซนติเมตร ดูแลในสภาพพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ ฉีดพ่นสารเคมีผสมสารจับใบทุกสัปดาห์ติดต่อกัน 3 สัปดาห์ เว้น 1 เดือน ทำซ้ำอีกครั้งพร้อมกับบันทึกข้อมูลเป็นระยะเวลา 4 เดือน เปรียบเทียบกันในแต่ละทรีตเมนต์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด แบ่งเป็น 6 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

- ทรีตเมนต์ที่ 1 ไม่ให้สารเคมี (ควบคุม)
- ทรีตเมนต์ที่ 2 คาร์โบกา อัตรา 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร
- ทรีตเมนต์ที่ 3 ไทโอยูเรีย 400 ppm
- ทรีตเมนต์ที่ 4 ไทโอยูเรีย 700 ppm
- ทรีตเมนต์ที่ 5 เบนซิลอะดีนีน 400 ppm
- ทรีตเมนต์ที่ 6 เบนซิลอะดีนีน 700 ppm

3.2.2.2 การเก็บข้อมูล

- การเจริญของลำต้น โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นสูงจากผิวดิน 10 เซนติเมตร
- ความสูงของต้น โดยวัดจากโคนต้นถึงปลายยอด

- นับจำนวนกิ่งและจำนวนใบประกอบ
- ความยาวใบประกอบ สุ่มวัดความยาวใบประกอบจำนวน 20 ใบต่อต้น
- พื้นที่ใบ นำความยาวใบที่วัดได้ หาค่าเฉลี่ยและนำมาคำนวณพื้นที่ใบเช่น

เดียวกับ 3.1.2

- บันทึกการแตกยอดของลองกอง โดยผูกป้ายยอดอ่อนที่เกิดขึ้นทุกเดือน
- วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ และเปรียบเทียบความ

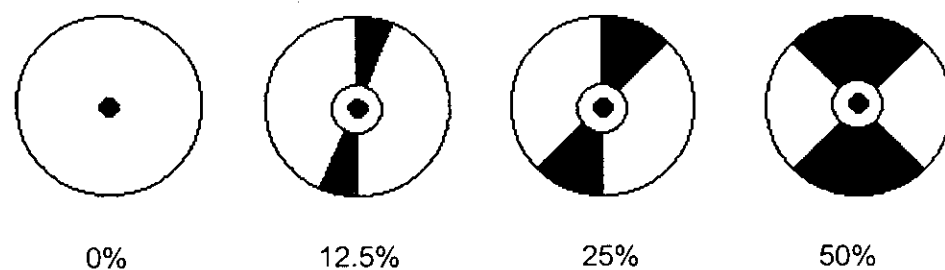
แตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

3.3 การชักนำการออกดอกของลองกองโดยวิธีการตัดแต่งราก

3.3.1 การทดลอง

การศึกษาการตัดแต่งรากต่อการออกดอก ทดลองในลองกองที่ปลูกใน 2 สภาพการปลูก คือ ต้นลองกองเสียบยอดอายุ 17 ปี จำนวน 12 ต้น ที่ปลูกในสภาพแปลง ตัดแต่งรากโดยแบ่งตัด 2 ด้าน ห่างจากลำต้น 50 เซนติเมตร ลึก 20 เซนติเมตร เป็นระยะ 1 เมตร (ภาพที่ 1ก) และต้นลองกองกิ่งตอนอายุ 2 ปี จำนวน 12 ต้น ที่ปลูกในท่อซีเมนต์ขนาดกว้าง 1 เมตร สูง 0.5 เมตร วางปลูกในสภาพพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยตัดแต่งราก 2 ด้าน ห่างจากลำต้น 20 เซนติเมตร ลึก 10 เซนติเมตร ตัดจนชิดท่อซีเมนต์ (ภาพที่ 1ข) ทั้ง 2 สภาพการปลูกหลังตัดแต่งรากคลุมด้วยกระสอบพลาสติกจนถึงระยะออกดอก จึงเปิดพลาสติกออกและกลับดิน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด แบ่งเป็น 4 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

- ทรีตเมนต์ 1 ไม่ตัดแต่งราก (ควบคุม)
- ทรีตเมนต์ 2 ตัดแต่งราก 12.5 เปอร์เซ็นต์พื้นที่ใต้ทรงพุ่ม
- ทรีตเมนต์ 3 ตัดแต่งราก 25 เปอร์เซ็นต์พื้นที่ใต้ทรงพุ่ม
- ทรีตเมนต์ 4 ตัดแต่งราก 50 เปอร์เซ็นต์พื้นที่ใต้ทรงพุ่ม



ภาพที่ 1 วิธีการตัดแต่งรากและลักษณะการตัดแต่งรากของต้นลงกองในสภาพแปลงปลูก (ก) และในสภาพจำกัดพื้นที่ปลูก (ข)

3.3.2 การเก็บข้อมูล

- ศักย์ของน้ำในใบ (Leaf Water Potential) ใช้เครื่องวัดศักย์ของน้ำในใบ โดยเลือกตัดใบในระยะเพสลาดและอยู่ในช่วงอายุเดียวกัน 2 ใบต่อดัน วัดในช่วงเวลา 11.00-12.00 นาฬิกา ทุก ๆ 2 สัปดาห์หลังการตัดแต่งราก

- การชักนำการเปิดปากใบ (Stomatal Conductance) ใช้เครื่องวัดการชักนำการเปิดปากใบ โดยเลือกวัดใบในระยะเพสลาดและอยู่ในช่วงอายุเดียวกัน 2 ใบต่อดัน วัดในช่วงเวลา 11.00-12.00 นาฬิกา ทุก ๆ 2 สัปดาห์หลังการตัดแต่งราก

- บันทึกลอุณหภูมิและความชื้นอากาศ โดยติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศบริเวณแปลงทดลอง

- วัดปริมาณความเข้มแสง โดยเครื่องวัดปริมาณความเข้มแสง วัดแสงในพื้นที่ทดลอง จำนวน 3 จุด ในช่วงเวลา 11.00-12.00 นาฬิกา ทุก ๆ 2 สัปดาห์หลังการตัดแต่งราก

- บันทึกการออกดอก โดยบันทึกวันออกดอก วันที่ดอกบาน จำนวนตาดอกและจำนวนช่อดอก

- บันทึกการติดผล โดยบันทึกวันที่ติดผล วันที่เก็บผลผลิต
- วิเคราะห์คุณภาพผลผลิต โดยหาปริมาณผลผลิตต่อต้น จำนวนผลต่อช่อ น้ำหนักผล

ต่อช่อ น้ำหนักต่อผล ความยาวช่อผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล

- เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อผล โดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อผล} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อผล} \times 100}{\text{น้ำหนักผล}}$$

- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids : TSS) โดยนำน้ำคั้นจากผล ลองกองมาวัดด้วยเครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

- ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity : TA) โดยนำน้ำคั้นจากผลลองกองมาไทเทรตด้วยสารละลายต่างมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล (N) โดยมีสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ เป็น indicator นำค่าที่วัดได้คำนวณปริมาณกรดที่ไทเทรตได้โดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้} = \frac{N \text{ base} \times \text{ml base} \times \text{meq. wt. ของกรดชนิดที่} \times 100}{\text{ml ของน้ำคั้นที่ใช้}}$$

โดยที่ N base = ความเข้มข้นของสารละลายต่างมาตรฐาน

ml. base = จำนวนมิลลิลิตรของสารละลายต่างมาตรฐาน

meq.wt. ของกรดชนิดที่ = 0.06404

- อัตราส่วน TSS : TA = $\frac{\text{ปริมาณ TSS}}{\text{ปริมาณ TA}}$

- วิเคราะห์ปริมาณอาหารสะสมในใบลองกอง โดยเก็บตัวอย่างใบลองกองคู่ที่ 2 ในระยะเพลลาด จำนวนต้นละ 10 ใบ ทำความสะอาดใบและอบแห้งที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง จากนั้นนำใบมาบดให้ละเอียด และนำไปวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยวิธี Clegg Anthrone Method (Osborne and Voogt, 1978) และวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนโดยวิธี Kjeldahl (ดัดแปลงจาก Cottenie, 1980) วิธีการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก และคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างคาร์โบไฮเดรตกับไนโตรเจน (C : N ratio)

- วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test