

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการศึกษา

3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดปลูกแบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFT) ลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมประกอบด้วย ด้านบนทำด้วยกล่องโฟมขนาด 45×60×12 cm ซึ่งมีแผ่นปลูกขนาด 44×60×3 cm วางอยู่และด้านล่างทำด้วยกล่องโฟม ขนาด 45×60×15 cm ภายในบรรจุปั๊มอากาศ (Sonic รุ่น AP1200) แสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ชุดปลูกแบบ DRFT

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 การวิเคราะห์หาไนโตรเจนทั้งหมด สารเคมีที่ใช้เกรด Analytical Reagent

Potassium sulfate (K_2SO_4)	(Fisher chemicals)
Boric acid (H_3BO_3), Sodium hydroxide (NaOH) และ Sulfuric acid (H_2SO_4)	(Ajax Finechem, New Zealand)

3.1.2.2 การวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสทั้งหมดสารเคมีที่ใช้เกรด Analytical Reagent

Perchloric acid ($HClO_4$)	(LAB-SCAN, Ireland)
Ammonium molybdate ($(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$)	(Riedel-de Haen, Germany)
Ammonium metavanadate (NH_4VO_3)	(Merck, Germany)
Nitric acid (HNO_3)	(LAB-SCAN, Ireland)

3.1.2.3 การวิเคราะห์หาโพแทสเซียม สารเคมีที่ใช้เกรด Analytical Reagent

Potassium chloride (KCl)	(BDH, England)
Potassium hydroxide (KOH)	(Ajax Finechem, New Zealand)
Perchloric acid ($HClO_4$)	(LAB-SCAN, Ireland)

3.1.2.4 การวิเคราะห์หาแคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็กสารเคมีที่ใช้เกรด

Analytical Reagent

Strontium Chloride Hexahydrate ($SrCl_2 \cdot 6H_2O$)	(Ajax Finechem, New Zealand)
--	------------------------------

3.1.2.5 การวิเคราะห์หาไนเตรท (NO_3^-) สารเคมีที่ใช้เกรด Analytical Reagent

Aluminium sulfate ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$)	(Ajax Finechem, New Zealand)
Brucine sulphate hydrate ($C_{23}H_{26}N_2O_4$)	(Ajax Finechem, New Zealand)
Antimony Sulfate ($Sb_2(SO_4)_3$)	(Merck, Germany)
Sulfuric acid (H_2SO_4)	(Ajax Finechem, New Zealand)

3.2 วิธีการการวิจัย

วิธีการทดลองและรวบรวมข้อมูล

3.2.1 การวางแผนการทดลอง

แผนการทดลองแบบ $2 \times 5 \times 2$ แฟกทอเรียลในการสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in Completely Randomized Design) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 20 ต้น โดยมีปัจจัยการทดลอง 3 ปัจจัย ประกอบด้วย

ปัจจัยที่ 1: ชนิดพืช ได้แก่ หน่อเห็ดหอมพันธุ์ KA 019 (A_0) และผักกาดหอมคอสมอสพันธุ์โรมานา (A_1)

ปัจจัยที่ 2: สารละลายธาตุอาหารที่ใช้แล้วมีค่า EC เท่ากับ 2.1 dS/m ไม่เติมสารเสริมประสิทธิภาพ (B_0) สารละลายธาตุอาหารที่ใช้แล้วมีค่า EC เท่ากับ 2.1 dS/m เติมสารเสริมประสิทธิภาพ (Apsa-80[®] (B_1), Tween-80[®] (B_2)) อัตราความเข้มข้น 5 mL ต่อสารละลายธาตุอาหารที่ใช้แล้ว 30 L สารละลายธาตุอาหาร (เวสโก้, 2006) มีค่า EC เท่ากับ 2.0 (B_3) และ 4.5 dS/m (B_4) ปริมาตร 30 L

ปัจจัยที่ 3: การควบคุมโดยวิธีชีวภาพ ไมไล่ (C_0) และไล่ *Tricoderma harzianum* CB-Pin-01 (C_1) อัตราส่วน 15 g ต่อสารละลายธาตุอาหารที่ใช้แล้ว 30 L

แผนผังการทดลองดังต่อไปนี้

$A_0B_0C_0$ $A_0B_0C_1$ $A_0B_1C_0$ $A_0B_1C_1$ $A_0B_2C_0$ $A_0B_2C_1$ $A_0B_3C_0$ $A_0B_3C_1$ $A_0B_4C_0$ $A_0B_4C_1$
 $A_1B_0C_0$ $A_1B_0C_1$ $A_1B_1C_0$ $A_1B_1C_1$ $A_1B_2C_0$ $A_1B_2C_1$ $A_1B_3C_0$ $A_1B_3C_1$ $A_1B_4C_0$ $A_1B_4C_1$

3.2.2 วิธีการทดลอง

1. ปลูกลงหน่อเห็ดหอมพันธุ์ KA 019 แบบไฮโดรโปนิกส์ เทคนิค DRFT ขนาด $2 \times 7.2 \times 2.5$ m ปริมาตรน้ำ 800 L จำนวน 1,200 ต้น วิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารก่อนและหลังการปลูก ประกอบด้วย ไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก โดยวิธี AOAC (2000) ดังตารางที่ 3.1

2. ภายหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว นำสารละลายธาตุอาหารที่ได้จากการปลูกลงหน่อเห็ดหอม จากข้อ 1. ปริมาตร 30 L ใส่ในชุดปลูกแบบ DRFT ขนาด $45 \times 60 \times 15$ cm (รูปที่ 3.1) เพื่อนำกลับมาปลูกลงหน่อเห็ดหอม KA 019 และผักกาดหอมคอสมอสพันธุ์โรมานาอีกครั้ง ตามวิธีการที่กำหนดไว้ในข้อ 3.2.1 ทำการทดลองเป็นเวลา 40 วันหลังย้ายปลูก ในโรงเรือนแบบเปิด

ณ แผนกวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ระหว่างเดือน มิถุนายน 2551 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2552

3.3 วิเคราะห์และบันทึกผลการทดลอง

3.3.1 วิเคราะห์ปริมาณสารละลายธาตุอาหารระหว่างดำเนินการศึกษา จนสิ้นสุด การศึกษา ที่ให้ปัจจัย ต่างๆ เก็บตัวอย่างสารละลายธาตุอาหารในระบบ (APHA, 2005) ทุกๆ 10 วัน ครั้งละ 100 mL เป็นเวลา 40 วัน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
1. pH, Electrical Conductivity (EC) and Temperature	เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง รุ่น HI 8733 (Hanna Instrument)
2. Dissolved Oxygen (DO)	เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ รุ่น HI 9142 (Hanna Instrument)
3. Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)	Kjeldahl Nitrogen Method (AOAC Official Method 973.48, 2000)
4. Total Phosphorus (TP)	Spectrophotometric Molybdophosphate Method (AOAC Official Method 973.56, 2000)
5. Potassium (K)	Flame Photometric Method (AOAC Official Method 893.02, 2000)
6. Magnesium (Mg)	Atomic Absorption Spectrophotometry Method (AOAC Official Method, 974.27, 2000)
7. Calcium (Ca)	Atomic Absorption Spectrophotometry Method (AOAC Official Method, 974.27, 2000)
8. Iron (Fe)	Atomic Absorption Spectrophotometry Method (AOAC Official Method, 974.27, 2000)
9. Nitrate (NO ₃ ⁻)	Brucine Method (AOAC Official Method 973.50, 2000)

3.3.2 วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบตัวอย่างพืชหลังย้ายปลูก 30 และ 40 วัน
 ดังแสดงในตารางที่ 3.2

3.3.3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ, บี และแคโรทีนอยด์ วิเคราะห์โดย
 Spectrophotometric Method (Wellburn, 1994) พื้นที่ใบ และความยาวรากหลังย้ายปลูก 30 และ
 40 วัน ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างพืช

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
1. การเก็บตัวอย่างพืช	กรมพัฒนาที่ดิน (2547)
2. Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)	Kjeldahl Nitrogen Method (AOAC Official Method 955.04, 2000)
3. Total Phosphorus (TP)	Spectrophotometric Molybdophosphate Method (AOAC Official Method 958.01, 2000)
4. Potassium (K)	Flame Photometric Method (AOAC Official Method 893.02, 2000)
5. Magnesium (Mg)	Atomic Absorption Spectrophotometry Method (AOAC Official Method, 975.03, 2000)
6. Calcium (Ca)	Atomic Absorption Spectrophotometry Method (AOAC Official Method, 975.03, 2000)
7. Iron (Fe)	Atomic Absorption Spectrophotometry Method (AOAC Official Method, 975.03, 2000)
8. Nitrate (NO ₃ ⁻)	Spectrophotometric Method (Jones, 2001)
9. Chlorophyll a, b and Carotenoid	Spectrophotometric Method (Wellburn, 1994)
10. Leave area and root length	Delta-t Devices Ltd model Delta-T SCAN (DT Scan)

3.3.4 ระดับคะแนนการเจริญเติบโตผิดปกติของพืชที่ควบคุมด้วยวิธีชีวภาพโดยใช้ *T. hazzianum* CB-Pin-01 ซึ่งระดับคะแนนประกอบด้วย 5 ระดับ คือ 1) = ต้นปกติ 2) = ต้นแคระแกร็นเล็กน้อย 3) = ใบ ต้นแคระแกร็น และรากกุดดำ 4) = ใบซีดเหลือง เหี่ยว ต้นแคระแกร็นและรากกุดดำมาก 5) = ต้นตาย บันทึกผลทุก ๆ 5 วัน ระหว่างดำเนินการศึกษา (ดัดแปลงจาก วีรศักดิ์ และคณะ, 2544)

3.3.5 บันทึกการเจริญเติบโตของพืช ทุก ๆ 2 วัน ประกอบด้วย ความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต้น และจำนวนใบ ระหว่างดำเนินการศึกษา

3.3.6 บันทึกค่าการนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ในน้ำ อุณหภูมิในสารละลายธาตุอาหาร ทุก ๆ 2 วัน ระหว่างดำเนินการศึกษา

3.3.7 บันทึกผลผลิตประกอบด้วย น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และอัตราส่วนน้ำหนักแห้งต้นต่อราก หลังย้ายปลูก 30 และ 40 วัน

3.3.8 ต้นทุนการผลิต

3.4 วิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลวิเคราะห์ผลทางสถิติ หาค่าความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)