

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 โรงเรือนที่ใช้ในการทดลอง

โรงเรือนทดลองแบบเปิด กว้าง 6 เมตร ยาว 12 เมตร สูง 3.5 เมตร หลังคาทำด้วยโพลีคาร์บอเนต ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ภาพที่ 3.1 โรงเรือนทดลองแบบเปิด

3.2 การทดลองที่ 1 ผลของความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืชและชนิดของผักสลัด ต่อการสะสมไนเตรทในผักสลัดในระบบปลูกพืชแบบ NFT

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ระบบปลูกพืชแบบ NFT (Nutrient Film Technique) จำนวน 12 รางปลูก ตัวรางทำจาก PVC ยาว 6 เมตร กว้าง 10 เซนติเมตร เจาะรูปลูกจำนวน 20 ต้นต่อ 1 ราง (ภาพที่ 3.2)
2. โต๊ะอนุบาลผักระบบ NFT (Nutrient Film Technique) มีความยาวรางละ 2 เมตร เจาะรูสำหรับปลูกผักสลัดได้ 35 ต้นต่อ 1 ราง (ภาพที่ 3.3)
3. ถังสำหรับใส่สารละลายเพื่อหมუნเวียนให้แก่พืช ขนาด 48 ลิตร จำนวน 12 ใบ (ภาพที่ 3.4)
4. เพาะเมล็ดพันธุ์ผักสลัดเพื่อทำการทดลอง 5 พันธุ์ คือ green oak red oak red coral butterhead และ cos อย่างละ 48 ต้น รวม 240 ต้น (ภาพที่ 3.5 – 3.9)
5. ปั๊มน้ำยี่ห้อ Hailida รุ่น HX – 2000 ขนาด 8 W จำนวน 12 ตัว
6. EC meter ของ Hanna รุ่น HI 8733
7. pH meter ของ Hanna รุ่น HI 8314
8. เครื่อง spectrophotometer ของ Cecil รุ่น CE 2011
9. เครื่องบดตัวอย่างพืช
10. สารละลายธาตุอาหารพืชสูตร KMITL1 (ตารางที่ 3.1)
11. nitric acid



ภาพที่ 3.2 ระบบปลูกพืชแบบ Nutrient Film Technique (NFT)



ภาพที่ 3.3 ถังสำหรับใส่สารละลายเพื่อหมุนเวียนให้แก่พืช ขนาด 48 ลิตร



ภาพที่ 3.4 โต๊ะอนุบาลผักระบบ Nutrient Film Technique (NFT)



ภาพที่ 3.5 ผักสลัด green oak



ภาพที่ 3.6 ผักสลัด red oak



ภาพที่ 3.7 ผักสลัด red coral



ภาพที่ 3.8 ผักสลัด butterhead



ภาพที่ 3.9 ผักสลัด cos

3.2.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลอง แบบ 3x5 Factorial in CRD จำนวน 4 ซ้ำ โดยมี ปัจจัยของความเข้มข้นของสารละลาย (EC) 3 ระดับ เป็นปัจจัยที่ 1 และมีชนิดของผักสลัด 5 ชนิดเป็นปัจจัยที่ 2 ของการทดลอง โดยทำการทดลองใน ฤดูฝน (ปลูกในเดือน กรกฎาคม - ตุลาคม) และในฤดูแล้ง (ปลูกในเดือน พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์) ปัจจัยในการทดลองประกอบด้วย

ปัจจัยที่ 1 ของการทดลอง ได้แก่ระดับของความเข้มข้นของสารละลาย (EC) ในสูตรสารละลาย KMITL1 3 ระดับคือ

ตำรับการทดลองที่ 1 สารละลายธาตุอาหารที่มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) 1.0 mS/cm

ตำรับการทดลองที่ 2 สารละลายธาตุอาหารที่มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) 1.4 mS/cm

ตำรับการทดลองที่ 3 สารละลายธาตุอาหารที่มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) 1.8 mS/cm)

ปัจจัยที่ 2 ของการทดลอง ได้แก่ ชนิดของผักสลัด 5 ชนิด ได้แก่

ตำรับการทดลองที่ 1 green oak

ตำรับการทดลองที่ 2 red oak

ตำรับการทดลองที่ 3 red coral

ตำรับการทดลองที่ 4 butterhead

ตำรับการทดลองที่ 5 cos

องค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารพืชสูตร KMITL1 ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงถึงองค์ประกอบของธาตุอาหารในสูตรของสารละลายธาตุอาหาร KMITL1 (ppm) ที่ใช้ในการปลูกผักสลัด

ชนิดของธาตุอาหารพืช	ความเข้มข้นของสูตรสารละลายธาตุอาหาร KMITL1 (ppm)		
	EC		
	1.0 mS/cm	1.4 mS/cm	1.8 mS/cm
NO_3^-	474.57	664.40	854.22
H_2PO_4^-	71.85	100.59	129.33
SO_4^{2-}	59.26	82.96	106.67
NH_4^+	9.11	12.76	16.40
K^+	129.04	180.65	232.27
Ca^{2+}	91.36	127.90	164.44
Mg^{2+}	14.81	20.74	26.67
Zn	2.47	3.46	4.44
Cu	0.62	0.86	1.11
Mn	12.35	17.28	22.22
B	21.60	30.25	38.89
Mo	0.31	0.43	0.56
Fe	33.95	47.53	61.11

3.2.3 วิธีการทดลอง

1. เตรียมระบบปลูก โดยใช้ระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ Nutrient Film Technique (NFT) ทำจากPVC ยาว 6 เมตร กว้าง 10 เซนติเมตร จำนวน 12 รางปลูก แต่ละรางปลูกผักสลัด 20 ต้น โดยมีระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหารพืช โดยจะมีปั๊มดูดสารละลายให้ไหลผ่านราง รากพืช และไหลเวียนกลับมายังถังเก็บสารละลายด้วย อัตราการไหล 1 – 1.5 ลิตรต่อนาที

2. เพาะเมล็ดผักสลัด 5 ชนิด จำนวนชนิดละ 48 ต้น รวม 240 ต้นด้วยเพอร์ไรท์ (perlite) ปลูกในถาดปลูกรดน้ำเช้า - เย็นเป็นเวลา 7 วัน แล้วย้ายขึ้นโต๊ะอนุบาลผักระบบ NFT เป็นเวลาอีก 7 วัน โดยปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช (EC) อยู่ที่ 1.0 mS/cm และสารละลายมี

ความเป็นกรดอยู่ในช่วง 5.8 – 6.2 ด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 1 : 10 เมื่ออายุครบ 15 วันทำการย้ายลงรางในระบบปลูก อีก 26 วันจึงทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในวันที่ผักอายุครบ 40 วัน

3. เตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช KMITL1 เข้มข้น และทำการเจือจางให้ได้ความเข้มข้นตามปัจจัยหลักของการทดลองในตำรับการทดลองที่ 1 - 3 เมื่อทำการย้ายลงปลูกในระบบปลูกปรับปริมาตรในถังที่รับน้ำให้ได้ 20 ลิตร ปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช (EC) ตามปัจจัยหลักของการทดลองในตำรับการทดลองที่ 1 - 3 และปรับความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของสารละลายด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 1 : 10 ให้สารละลายมีความเป็นกรดอยู่ในช่วง 5.8 – 6.2 ตลอดช่วงการเพาะปลูกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว

3.2.4 การเก็บข้อมูล

1. วัดปริมาตรของน้ำที่ใช้ในระบบปลูกพืช นับตั้งแต่ย้ายลงปลูกในระบบปลูก โดยทำเครื่องหมายปริมาตรระดับน้ำ 20 ลิตรไว้ที่ถังที่รับน้ำ เมื่อระดับน้ำลดลงทำการวัดปริมาตรน้ำที่เต็มลงในระบบปลูกพืช พร้อมกับปรับค่าความเป็นกรด – ด่างของสารละลาย ด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 1 : 10 ให้สารละลายมีความเป็นกรดอยู่ในช่วง 5.8 – 6.2 ตลอดช่วงการเพาะปลูกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว

2. ชั่งน้ำหนักสดหลังการเก็บเกี่ยวโดยทำการตัดรากและถ้วยปลูกออกแล้วทำการชั่งน้ำหนักสดพืช โดยทำการสุ่มชนิดละ 2 ต้นต่อ 1 ราง

3. ชั่งน้ำหนักแห้งของผักสลัดโดยทำการนำผักสลัดชนิดละ 2 ต้น ต่อราง (จากข้อ 2) ใส่ในตูบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน จนแห้งแล้วนำไปชั่งน้ำหนักแห้งแล้วหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งของผักสลัด

4. ทำการวิเคราะห์ไนเตรทที่สะสมในผักสลัดโดยใช้ตัวอย่างพืชที่ได้จากข้อ 4 นำไปบดละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในพืชด้วยวิธี salicylic acid (Cataldo *et al.* 1975) แล้วนำไปวัดในเครื่อง spectrophotometer (ภาคผนวก ก.1)

3.3 การทดลองที่ 2 ผลของสูตรสารละลายธาตุอาหารพืชและชนิดของผักสลัด ต่อการสะสมไนเตรทในผักสลัด ในระบบปลูกพืชแบบ NFT

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ระบบปลูกพืชแบบ NFT (Nutrient Film Technique) จำนวน 12 รางปลูก ตัวรางทำจาก PVC ยาว 6 เมตร กว้าง 10 เซนติเมตร เจาะรูปลูกจำนวน 20 ต้นต่อ 1 ราง (ภาพที่ 3.2)
2. ใต้อินนุบาลผักระบบ NFT (Nutrient Film Technique) มีความยาวรางละ 2 เมตร เจาะรูสำหรับปลูกผักสลัดได้ 35 ต้นต่อ 1 ราง (ภาพที่ 3.3)
3. ถังสำหรับใส่สารละลายเพื่อหมุนเวียนให้แก่พืช ขนาด 48 ลิตร จำนวน 12 ใบ (ภาพที่ 3.4)
4. เพาะเมล็ดพันธุ์ผักสลัดเพื่อทำการทดลอง 5 พันธุ์ คือ green oak red oak red coral butterhead และ cos อย่างละ 48 ต้น รวม 240 ต้น (ภาพที่ 3.5 – 3.9)
5. ปั๊มน้ำยี่ห้อ Hailida รุ่น HX – 2000 ขนาด 8 W จำนวน 12 ตัว
6. EC meter ของ Hanna รุ่น HI 8733
7. pH meter ของ Hanna รุ่น HI 8314
8. เครื่อง spectrophotometer ของ Cecil รุ่น CE 2011
9. เครื่องบดตัวอย่างพืช
11. nitric acid
10. สารละลายธาตุอาหารพืชสูตรของประเทศ เบลเยียม ออสเตรเลีย และ เนเธอร์แลนด์ เข้มข้น (ตารางที่ 3.2)
11. nitric acid

3.3.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลอง แบบ 3x5 Factorial in CRD จำนวน 4 ซ้ำ โดยมี ปัจจัยสูตรของสารละลายธาตุอาหารพืช 3 สูตร เป็นปัจจัยที่ 1 และมีชนิดของผักสลัด 5 ชนิดเป็นปัจจัยที่ 2 ของการทดลอง โดยทำการทดลองใน ฤดูฝน (ปลูกในเดือน กรกฎาคม - ตุลาคม) และในฤดูหนาว (ปลูกในเดือน พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์) ปัจจัยในการทดลองประกอบด้วย

- ปัจจัยที่ 1 ของการทดลอง ได้แก่สูตรของสารละลายธาตุอาหารพืช 3 สูตร ได้แก่
- ตำรับการทดลองที่ 1 สารละลายธาตุอาหารสูตรของประเทศ เบลเยียม
- ตำรับการทดลองที่ 2 สารละลายธาตุอาหารสูตรของประเทศ ออสเตรเลีย
- ตำรับการทดลองที่ 3 สารละลายธาตุอาหารสูตรของประเทศ เนเธอร์แลนด์

ปัจจัยที่ 2 ของการทดลอง ได้แก่ ชนิดของผักสลัด 5 ชนิด ได้แก่

ตำรับการทดลองที่ 1 green oak

ตำรับการทดลองที่ 2 red oak

ตำรับการทดลองที่ 3 red coral

ตำรับการทดลองที่ 4 butterhead

ตำรับการทดลองที่ 5 cos

องค์ประกอบสารละลายธาตุอาหารพืชสูตรของประเทศ เบลเยียม ออสเตรเลีย และ เนเธอร์แลนด์ ที่ความเข้มข้น(EC) 1.4 mS/cm ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงถึงองค์ประกอบของธาตุอาหารในสูตรของสารละลายที่ใช้ในการปลูกผักสลัด

ชนิดของธาตุอาหารพืช	ความเข้มข้นของสาร (ppm) ที่ความเข้มข้น 1.4 mS/cm		
	สูตรของสารละลาย		
	เบลเยียม	ออสเตรเลีย	เนเธอร์แลนด์
NO_3^-	651.00	682.69	657.05
H_2PO_4^-	110.34	87.30	108.21
SO_4^{2-}	58.80	116.27	60.24
NH_4^+	-	-	12.55
K^+	245.70	108.77	239.28
Ca^{2+}	108.50	166.67	100.40
Mg^{2+}	14.70	28.00	13.39
Zn	3.50	4.22	2.23
Cu	0.70	1.22	0.42
Mn	8.75	39.78	2.79
B	26.25	72.22	16.73
Mo	0.44	0.56	0.28
Fe	35.00	97.78	22.31

3.3.3 วิธีการทดลอง

1. เตรียมระบบปลูก โดยใช้ระบบปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ Nutrient Film Technique (NFT) ทำจาก PVC ยาว 6 เมตร กว้าง 10 เซนติเมตร จำนวน 12 รางปลูก แต่ละรางปลูกผักสลัด 20 ต้น โดยมีระบบหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหารพืช โดยจะมีปั๊มดูดสารละลายให้ไหลผ่านราง รางพืช และไหลเวียนกลับมายังถังเก็บสารละลายด้วย อัตราการไหล 1 – 1.5 ลิตรต่อนาที

2. เพาะเมล็ดผักสลัด 5 ชนิด จำนวนชนิดละ 48 ต้น รวม 240 ต้นด้วยเพอร์ไลท์ (perlite) ปลูกในถ้วยปลูกรดน้ำเช้า - เย็นเป็นเวลา 7 วัน แล้วย้ายขึ้นโต๊ะอนุบาลผักระบบ NFT เป็นเวลาอีก 7 วัน โดยปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช (EC) อยู่ที่ 1.0 mS/cm และสารละลายมีความเป็นกรดอยู่ในช่วง 5.8 – 6.2 ด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 1 : 10 เมื่ออายุครบ 15 วันทำการย้ายลงรางในระบบปลูก อีก 26 วันจึงทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตในวันที่ผักอายุครบ 40 วัน

3. เตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชสูตรของประเทศ เบลเยียม ออสเตรเลีย และ เนเธอร์แลนด์ เข้มข้นตามปัจจัยหลักของการทดลองในตำราการทดลองที่ 1 - 3 เมื่อทำการย้ายลงปลูกในระบบปลูก ปรับปริมาตรในถังที่รับน้ำให้ได้ 20 ลิตร ปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช (EC) ที่ 1.4 mS/cm และปรับความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของสารละลายด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 1 : 10 ให้สารละลายมีความเป็นกรดอยู่ในช่วง 5.8 – 6.2 ตลอดช่วงการเพาะปลูกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว

3.2.4 การเก็บข้อมูล

1. วัดปริมาตรของน้ำที่ใช้ในระบบปลูกพืช นับตั้งแต่ย้ายลงปลูกในระบบปลูก โดยทำเครื่องหมายปริมาตรระดับน้ำ 20 ลิตรไว้ที่ถังที่รับน้ำ เมื่อระดับน้ำลดลงทำการวัดปริมาตรน้ำที่เติมลงในระบบปลูกพืช พร้อมกับปรับค่าความเป็นกรด - ด่างของสารละลาย ด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 1 : 10 ให้สารละลายมีความเป็นกรดอยู่ในช่วง 5.8 – 6.2 ตลอดช่วงการเพาะปลูกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว

2. ชั่งน้ำหนักสดหลังการเก็บเกี่ยวโดยทำการตัดรากและถ้วยปลูกออกแล้วทำการชั่งน้ำหนักสดพืช โดยทำการสุ่มชนิดละ 2 ต้นต่อ 1 ราง

3. ชั่งน้ำหนักแห้งของผักสลัดโดยทำการนำผักสลัดชนิดละ 2 ต้น ต่อราง (จากข้อ 2) ใส่ในตูบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน จนแห้งแล้วนำไปชั่งน้ำหนักแห้งแล้วหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งของผักสลัด

4. ทำการวิเคราะห์ไนเตรทที่สะสมในผักสลัดโดยใช้ตัวอย่างพืชที่ได้จากข้อ 4 นำไปบดละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรทในพืชด้วยวิธี salicylic acid (Cataldo *et al.* 1975) แล้วนำไปวัดในเครื่อง spectrophotometer (ภาคผนวก ก.1)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลปริมาณที่ใช้ในการปลูกคือ ปริมาณไนโตรเจนที่สะสม น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ในผักสลัด มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดย Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม Statistical Analysis System (SAS)