สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกแวนด้าเป็นไม้กระถาง และธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา

FACTORS EFFACTING ON GROWTH OF POTTING VANDA (*Vandas* sp.) AND OPTIMUM OF NUTRIENT SOLUTION SIAM TULIP (*Curcuma alismatifolia*) GROWTH

T133784

รัศมี กลางท่าไค่

RUTSAMEE KLANGTAKAI

วว.
ล 388 ว
2556
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน...133784
วัน,เดือน,ปี.30 มิ.ย. 2557

b.12601950
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2556

KMITL-2013-AG-M-021-132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FACTORS EFFACTING ON GROWTH OF POTTING VANDA (*Vandas* sp.) AND OPTIMUM OF NUTRIENT SOLUTION SIAM TULIP (*Curcuma alismatifolia*) GROWTH

RUTSAMEE KLANGTAKAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN HORTICULTURE

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2013

KMITL-2013-AG-M-021-132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2013

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกแวนด้าเป็นไม้กระถาง และธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา
นักศึกษา	นางสาวรัศมี กลางท่าไค่
รหัสประจำตัว	53640313
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	พืชสวน
พ.ศ.	2556
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกแวนด้าเป็นไม้กระถาง และธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมาโดยแบ่งการทดลองเป็นสองการทดลองย่อยดังนี้

การทดลองที่ 1 ทำการเปรียบเทียบชนิดปุ๋ย วัสดุปลูกและขนาดกระถางที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของกล้วยไม้สกุลแวนด้า โดยทำการทดลองในโรงเรือนแบบ Evaporative cooling greenhouse การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองปลูกกล้วยไม้สกุลแวนด้าที่มีระบบรากอากาศเป็นไม้กระถางเพื่อใช้เป็นไม้ประดับและสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย วางแผนการทดลองแบบ 2x2x2 Factorial in CRD 7 ซ้ำ ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบ 3 ปัจจัยคือ 1) ชนิดของปุ๋ยที่ให้คือสารละลายธาตุอาหารพืชที่ผสมขึ้นเองเปรียบเทียบกับปุ๋ยสำเร็จรูปทางการค้า(ปุ๋ยสูตร 20-20-20) 2) ชนิดวัสดุปลูก 2 แบบคือ การใส่วัสดุปลูก Bio Act® (วัสดุปลูกที่พัฒนาโดย ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ) และ ไม่ใส่วัสดุปลูก 3) ขนาดกระถาง 2 ขนาด คือ 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ชนิดของปุ๋ยที่ให้ไม่มีผลต่อผลผลิตและการเจริญเติบโตของแวนด้า การปลูกแวนด้าในวัสดุ Bio Act® มีผลให้ความยาวช่อดอกและน้ำหนักใบลดลงเมื่อเทียบกับการปลูกแบบรากอากาศ และกระถางขนาด 6 หรือ 8 นิ้วไม่มีผลต่อจำนวนช่อดอกของต้นแวนด้า จากการทดลองครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าสามารถปลูกกล้วยไม้สกุลแวนด้าเป็นไม้กระถางได้ โดยไม่ต้องใส่วัสดุปลูกและขนาดกระถางไม่มีผลต่อผลผลิตของกล้วยไม้สกุลแวนด้า ซึ่งเราสามารถผสมปุ๋ยใช้เองได้ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายด้วย

การทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของชนิดเหล็กคีเลต และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตปทุมมา (*Curcuma alismatifolia*) ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบปลูก NFT โดยวางแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial in Completely Randomized Design มี 2 ปัจจัย คือ 1) เหล็กคีเลต 3 ชนิด คือ Fe-EDTA, Fe-DTPA และ Fe-EDDHA 2) ระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหาร 3 ระดับ คือ EC 1.0 , 2.0 และ 3.0 mS/cm ทำการทดลอง 4 ซ้ำจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการปลูกปทุมมา ถ้ามีวัตถุประสงค์ผลิตดอกการใช้ Fe-EDTA ที่ระดับ EC2 จะให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกและน้ำหนักดอกดีที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับ Fe-EDDHA ที่ระดับ EC3 ดังนั้นควรเลือกใช้ Fe-EDTA เนื่องจากมีราคาถูกกว่า และจากการทดลองนี้ยังแสดงให้เห็นว่าการปลูกปทุมมาถ้ามีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตหัว สามารถเลือกใช้ Fe-EDTA หรือ Fe-DTPA ที่ระดับ EC3 จะให้น้ำหนักหัวที่มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	FACTORS EFFACTING ON GROWTH OF POTTING VANDA (*Vandas* sp.) AND OPTIMUM OF NUTRIENT SOLUTION ON SIAM TULIP (*Curcuma alismatifolia*) GROWTH
Student	Miss Rutsamee Klangtakai
Student ID.	53640313
Degree	Master of Science
Program	Horticulture
Year	2013
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Itthisuntorn Nuntagij

Abstract

Results of studies on growth of *Vandas* and *Siam Tulip* grown on different nutrient solutions and planting substrates were reported.

Experiment 1. Contrastive study of different fertilizers, planting substrates and pot sizes on growth of Siam tulip was done in evaporative cooling greenhouse. The objective of the study was to test potting conditions of *Vanda* orchid with aerial root system for growth and the ability to move easily and decorative purpose. The 2x2x2 factorial in CRD was used. The 3 factors involved as follows: 1.) soluble nutrient self-mixing compared with commercial orchid fertilizer(20-20-20); 2.) Bio Act^{n} substrate (developed by National Metal and Materials Technology Center) compared with no substrate; and 3.) 6 inches pot diameter compared with 8 inches pot diameter. All tested plants were kept in the evaporative greenhouse during the trial. The result revealed that types of nutrients had no effect on growth and yield. Plants grown on the Bio Act^{n} substrate showed a shorter peduncles and lesser leaf weights when compare with the bare root system method. Furthermore, the sizes of 6 or 8 inches pots had no different number of inflorescences. The study suggested that growing *Vanda* orchid in the plastic pot without

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

substrate was possible and pot sizes also did not affect the yield. Self mixing of suitable fertilizer formula was also advised in order to reduce cost.

Experiment 2. Study on effects of iron chelates and nutrient concentrations on growth of Siam Tulip (plants from tissue culture) grown in NFT system. The 3x3 factorial in complete randomized design (CRD) was used. The 2 factors involved as follows: 1) three types of iron chelates composed of Fe-EDTA, Fe-DTPA, and Fe-EDDHA, and 2) levels of nutrient concentrations which contained of EC of 1.0, 2.0 and 3.0 mS/cm. All treatment combinations were replicated 4 times. The results showed that for flower production from Fe-EDTA EC 2 gave the highest yield but not statistic difference with Fe-EDDHA EC 2. It is also suggested that to use Fe-EDTA in growing Siam tulip because of it cheaper than the other. More over Fe-EDTA EC 3 and Fe-DTPA EC 3 gave the highest values on tuber weights.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ.ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ ที่ให้ความรู้ ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทาง พร้อมทั้งให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ รศ.ดร. ชาตรี สิทธิกุล ที่ให้ความรู้ และคำแนะนำในการใช้ภาษาอังกฤษเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ รศ.ดร. สุเม อรัญนารถ ที่เป็นผู้ให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์โดยละเอียดและกรุณาสละเวลามาสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ ผศ.ดร. กัญจนา แซ่เตียว ที่ให้คำแนะนำ และให้ต้นพันธุ์ปทุมมาที่ใช้ในการทำการทดลองในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ รศ.ดร. อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น, รศ.ดร. นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และผศ.ดร. พรหมมาศ คูหากาญจน์ ที่กรุณาสละเวลามาสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ ผศ. สมเกียรติ สีสนอง ที่คอยให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทาง พร้อมทั้งให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ คำปรึกษาในด้านการเรียน และการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง

สุดท้ายต้องขอขอบคุณ คุณกาญจนา นฤภัย, คุณปรีดาพร คุณฑี, คุณวิฐู ศิริรัตนอัมพร, คุณระพีพันธ์ อ่ำสำโรง, คุณอภิชาต ตั้งมั่น และคุณพิชญ์สินี ตรีนุสรณ์ ที่คอยให้ความช่วยซึ่งกันและกันจนประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้ทุกท่าน

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดาและครอบครัว กลางท่าไค่ ทุกท่าน ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

รัศมี กลางท่าไค่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญภาพ.....IX

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาและความสำคัญ.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....3

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 นิยามและความหมาย.....4

2.1 พืชที่ใช้ในการทดลอง.....4

2.2 ปัจจัยและสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้า.....8

2.3 ปัจจัยและสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นปทุมมา.....9

2.4 การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน.....10

2.5 ระบบการให้น้ำ.....17

2.6 การให้ปุ๋ย.....17

2.7 ธาตุเหล็ก.....18

2.8 คีเลต.....19

2.9 ค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายธาตุอาหารพืช.....21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....23
3.1 การทดลองที่ 1 ปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกแวนด้าเป็นไม้กระถาง.....23
3.2 การทดลองที่ 2 ธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา.....29

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....36
4.1 การทดลองที่ 1 ปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกแวนด้าเป็นไม้กระถาง.....36
4.2 การทดลองที่ 2 ธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา.....50

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย.....73

บรรณานุกรม.....75

ภาคผนวก.....78
ภาคผนวก ก. สารละลายธาตุอาหาร.....79

ประวัติผู้เขียน.....83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	แสดงความยาวใบ	37
4.2	แสดงความสูงต้น น้ำหนักใบ ค่าความเขียวใบ (SPAD)	41
4.3	แสดงผลผลิตและคุณภาพของกล้วยไม้สกุลแวนด้า	45
4.4	แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางต้น ความสูงต้น ค่าความเขียว (SPAD)	51
4.5	แสดงความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนใบ	56
4.6	แสดงความยาวดอก เส้นผ่านศูนย์กลางดอก จำนวนกลีบดอก	61
4.7	แสดงความยาวก้านดอก เส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอก	66
4.8	แสดงน้ำหนักหัวของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงวัสดุปลูก Bio Act^{n} ที่ใช้ทดสอบนาดแตกต่างกัน	13
2.2	แสดงวัสดุปลูก Bio Act^{n} ที่ใช้ทดสอบ ขนาด 1.5 – 2.5 มม	13
2.3	แสดงวัสดุปลูก Peat moss ที่ใช้ทดสอบ	14
2.4	แสดงระบบการปลูกพืชแบบ NFT (Nutrient film technique)	16
2.5	แสดงชนิดเหล็ก ก) Fe-EDTA ข) Fe-EDDHA ค) Fe-DTPA	20
3.1	แสดงวัสดุปลูก Bio Act^{n} กระถางขนาด 6 นิ้ว	24
3.2	ไม่ใส่วัสดุปลูกกระถางขนาด 8 นิ้ว	24
3.3	แสดงการจัดเรียงการทดลองในโรงเรือน	25
3.4	แสดงเครื่องให้ปุ๋ยในระบบน้ำ Dosatron	25
3.5	แสดงระบบจ่ายสารละลายธาตุอาหารไปยังรากพืช	27
3.6	แสดงโรงเรือนปิดระบบEvaporative cooling Greenhouseขนาด 9 x 30 เมตรที่ใช้ในการทดลอง	29
3.7	แสดงการหมุนเวียนของสารละลายธาตุอาหารพืชในระบบ NFT	31
3.8	แสดงการย้ายต้นปทุมมาลงปลูกในถ้วยปลูก	32
3.9	แสดงการย้ายต้นปทุมมาลงปลูกในถ้วยปลูก คลุมด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำและศัตรูพืช	32
3.10	แสดงการย้ายต้นปทุมมาลงรางปลูกในระบบ NFT	33
3.11	แสดงการจัดเรียงต้นปทุมมาลงรางปลูกในระบบ NFT	33
3.12	แสดงโรงเรือนหลังคาอะคีริก ขนาด 12x40 เมตรที่ใช้ในการทดลอง	35
4.1	แสดงความสูงต้นของกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	38
4.2	แสดงความยาวใบที่ 1 ของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	38
4.3	แสดงความยาวใบที่ 2 ของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	39
4.4	แสดงความยาวใบที่ 3 ของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	39
4.5	แสดงความยาวใบที่ 4 ของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.6 แสดงน้ำหนักใบของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....42

4.7 แสดงค่าความเขียวใบ (SPAD) ของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....43

4.8 แสดงจำนวนช่อดอก/ต้น ของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....46

4.9 แสดงความยาวช่อดอกของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....46

4.10 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางช่อดอกของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....47

4.11 แสดงจำนวนดอก/ช่อ ของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....47

4.12 แสดงความกว้างดอกของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....48

4.13 แสดงการเจริญเติบโตของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าในตำรับทดลอง A2B2C2, A2B1C1, A1B2C2 และ A1B1C2....49

4.14 แสดงการจัดวางพืชทดลองในโรงเรือน Evaporative cooling greenhouse....50

4.15 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....53

4.16 แสดงความสูงของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....53

4.17 แสดงค่าความเขียว (SPAD) ของใบของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....54

4.18 แสดงความยาวใบของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....58

4.19 แสดงความกว้างใบของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....58

4.20 แสดงจำนวนใบของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....59

4.21 แสดงความยาวดอกของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....63

4.22 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางดอกของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....63

4.23 แสดงจำนวนกลีบดอกของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....64

4.24 แสดงน้ำหนักดอกของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....64

4.25 แสดงความยาวก้านดอกของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....68

4.26 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางดอกของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....68

4.27 แสดงน้ำหนักหัวของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง....71

4.28 แสดงการทดลองต้นปทุมมาในระบบ NFT....72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

กล้วยไม้ และปทุมมาเป็นไม้ดอกที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่งของประเทศไทย โดยประเทศไทยมีการส่งออกดอกกล้วยไม้สกุลแวนด้าเป็นรายใหญ่ของโลก ในปี 2551 มีการผลิตส่งออกดอกกล้วยไม้สดประมาณ 16,111 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,574,84 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ นอกจากนี้กล้วยไม้ยังเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าเป็นไม้ดอกที่มีศักยภาพสูงสามารถใช้ได้หลากหลายเทศกาล ในการปลูกกล้วยไม้เพื่อการค้าปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีการปลูกอย่างมาก มีการพัฒนาพันธุ์และวิธีการผลิตกล้วยไม้ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของตลาดโลก ซึ่งมีการพัฒนาวิธีการต่างๆ ในขั้นตอนการผลิตกล้วยไม้มากขึ้น รวมทั้งการพัฒนาวิธีการให้ธาตุอาหารกล้วยไม้ให้เหมาะสมกับวัสดุปลูกที่ใช้ปลูกกล้วยไม้ด้วย การให้ธาตุอาหารไปพร้อมกับการให้น้ำในคราวเดียวกันรากพืชสามารถดูดซับธาตุอาหารได้ทั่วถึงขึ้น ช่วยให้เพื่อประสิทธิภาพการผลิต คุณภาพของดอกกล้วยไม้และลดการใช้แรงงานในการลดน้ำ (กรมวิชาการเกษตร. 2545)

ปัจจัยการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ขึ้นอยู่กับแสงแดด อุณหภูมิ ความชื้น การถ่ายเทอากาศและธาตุอาหารที่ได้รับ วัสดุปลูกมีส่วนเกี่ยวข้องกับปัจจัยในการเจริญเติบโตในการปลูกเลี้ยงกล้วยไม้เป็นอย่างมาก โดยวัสดุปลูกมีหน้าที่ให้รากเกาะยึด เก็บความชื้นและธาตุอาหาร เพื่อให้ถูกดูดไปใช้และยังเกี่ยวข้องกับการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศของรากด้วย ขนาดของกระถางก็มีส่วนในการเจริญเติบโตของกล้วยไม้เช่นกันการให้น้ำกล้วยไม้ต้องมีความเหมาะสมกับระบบรากกล้วยไม้ เนื่องจากกล้วยไม้เป็นไม้ดอกที่มีระบบรากแตกต่างจากไม้ดอกอื่นๆ คือมีรากเป็นรากอากาศมีคลอโรฟิลด์สามารถสังเคราะห์แสงได้ วัสดุปลูกมีส่วนเกี่ยวข้องกับปัจจัยในการเจริญเติบโตในการเลี้ยงกล้วยไม้เป็นอย่างมาก โดยวัสดุปลูกหรือเครื่องปลูกมีหน้าที่ให้รากเกาะยึด เก็บความชื้นและธาตุอาหาร เพื่อให้ถูกดูดไปใช้และยังเกี่ยวข้องกับการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศของรากด้วย การให้น้ำในรากกล้วยไม้ต้องมีความเหมาะสมกับระบบรากกล้วยไม้ เนื่องจากกล้วยไม้เป็นไม้ดอกที่มีระบบรากแตกต่างจากดอกไม้อื่นๆ คือมีรากเป็นรากอากาศมีคลอโรฟิลด์สามารถสังเคราะห์แสงได้ (ครรชิต ธรรมศิริ. 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันกล้วยไม้สกุลแวนด้ายังไม่มีการพัฒนาระบบให้สามารถปลูกเป็นไม้กระถางได้ และกล้วยไม้แวนด้าเป็นกล้วยไม้ที่มีระบบรากเป็นระบบรากอากาศ มีดอกสีสันสวยงาม มีความคงทนเป็นอย่างดี ออกดอกค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551) ซึ่งเป็นที่ต้องการทั้งในประเทศและต่างประเทศ

ส่วนปทุมมาเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีลำต้นสะสมอาหารอยู่ใต้ดินแบบเหง้า มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและให้ดอกในช่วงฤดูฝนราวเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน จากนั้นจะทิ้งใบจนหมดแล้วพักตัวอยู่ในดินตลอดช่วงฤดูหนาวราวเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อถึงฤดูฝนก็จะเจริญเติบโตออกดอกอีกครั้ง ดอกปทุมมามีรูปทรงสง่าและมีสีสันสวยงาม เป็นที่ประทับใจแก่ผู้ที่ได้พบเห็น จนได้รับการส่งเสริมให้เป็นไม้ตัดดอกและเก็บหัวพันธุ์เพื่อส่งไปขายยังต่างประเทศ เป็นที่ประทับใจและชื่นชอบของชาวต่างประเทศจนได้สมญาว่า สยามทิวลิป (Siam Tulip) และเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารอย่างครบถ้วน โดยเฉพาะธาตุเหล็ก เหล็กเป็นจุลธาตุที่เคลื่อนที่ในพืชได้น้อย เมื่อแสดงอาการขาดจะพบว่า ใบอ่อนเหลือง และหากรุนแรงมากใบจะซีดขาว (Henry and Boy. 1996) ทำให้ลักษณะของต้นไม่สมบูรณ์ โดยเฉพาะกับไม้กระถาง ทำให้ไม่สามารถขายได้ การให้เหล็กกับพืชในรูปของ inorganic fertilizers นั้นเป็นไปได้ยาก เพราะสารละลายเหล็กจะกลับสู่รูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้อย่างรวดเร็ว การใช้เหล็กในรูปของคีเลตจึงมีประสิทธิภาพสูงกว่า (Larry. 1998) ซึ่งเหล็กคีเลตแต่ละชนิดยังมีเสถียรภาพต่างกันเมื่ออยู่ในค่า pH ที่แตกต่างกัน Lindsay et al. (1967) กล่าวว่า Fe-EDTA และ Fe-DTPA จะมีเสถียรภาพจนถึง pH 6.5 และ 7.5 ตามลำดับ และ Fe-EDDHA สามารถมีเสถียรภาพใน pH ที่สูงกว่า 7.5 โดยเสถียรภาพของคีเลตในสารละลายธาตุอาหารยังขึ้นอยู่กับชนิด และความเข้มข้นของไอออนอื่นในสารละลายด้วย (ยงยุทธ โอสถสภา. 2547) ซึ่งความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารสามารถดูได้จากค่าการนำไฟฟ้า (EC) เนื่องจากค่า EC เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มข้นของเกลือทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ เป็นค่าวัดโดยรวม ไม่สามารถแยก บอกความเข้มข้นของเกลือแต่ละตัวได้ (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2552)

ด้วยเหตุนี้ จึงได้ทำการศึกษาพัฒนากล้วยไม้สกุลแวนด้า ให้เป็นไม้กระถางเพื่อไว้ประดับตามบ้านเรือน บริษัท ตามโต๊ะทำงาน หรือส่งออกไปขายยังต่างประเทศได้ ส่วนปทุมมานั้นพบว่าเมื่อนำปทุมมาปลูกในดินจะมีปัญหาเรื่องศัตรูพืช โดยเฉพาะโรคพืชต่างๆทำให้การตายของต้นปทุมมามีอัตราที่มาก จึงนำมาทดลองปลูกในระบบ NFT และทดสอบชนิดเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อต้นปทุมมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1. ศึกษาระบบการปลูกกล้วยไม้สกุลแวนด้าให้สามารถปลูกเป็นไม้กระถางได้

1.2.2. ศึกษาเปรียบเทียบสูตรปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลแวนด้า

1.2.3. ศึกษาเปรียบเทียบการใช้และไม่ใช้วัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลแวนด้า

1.2.4. ศึกษาเปรียบเทียบขนาดกระถางที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลแวนด้า

1.2.5. เพื่อศึกษาชนิดของเหล็กคีเลต และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการ เจริญเติบโตของต้นปทุมมาที่ปลูกในระบบ NFT

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

เป็นการศึกษาลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยต่อต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้า โดยการผสมปุ๋ยใช้เองที่ผสมตามสูตรของการปลูกต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าในวัสดุปลูกแบบไม่ใช้ดิน เปรียบเทียบกับปุ๋ยสำเร็จรูปทางการค้า 20-20-20 สำหรับกล้วยไม้ และเป็นการทดลองวัสดุปลูก Bio Act® กับต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้า และมีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนากล้วยไม้สกุลแวนด้า ให้เป็นไม้กระถางเพื่อไว้ประดับตามบ้านเรือน บริษัท ตามโต๊ะทำงาน หรือส่งออกไปขายยังต่างประเทศได้ และหาความเข้มข้นและชนิดเหล็กที่เหมาะสมกับการปลูกต้นปทุมมาในระบบ NFT

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1. สามารถพัฒนาระบบการปลูกกล้วยไม้สกุลแวนด้าให้เป็นไม้กระถางได้

1.4.2. ทำให้ทราบว่าสูตรปุ๋ย วัสดุปลูก และขนาดกระถาง มีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลแวนด้า

1.4.3. ทราบถึงชนิดเหล็กคีเลตที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นปทุมมา

1.4.4. ทราบถึงความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นปทุมมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พืชที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 กล้วยไม้สกุลแวนด้า

กล้วยไม้เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว จัดอยู่ในวงศ์ออคิซิอี้ (Orchidaceae) จัดเป็นวงศ์ที่ใหญ่วงศ์หนึ่งในพืชดอก (Class Angiosperme) ประกอบด้วยกล้วยไม้ประมาณ 25,000 ชนิด (Species) มีชีวิตอยู่ร่วมกับพืชอื่น (Symbiosis) สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ทุกทวีปยกเว้นแอนตาร์ติก ในเขตร้อนส่วนใหญ่จะพบกล้วยไม้รากอากาศหรือกึ่งรากอากาศ (Epiphyte) ในเขตอบอุ่นมักพบกล้วยไม้ดิน ตามธรรมชาติกล้วยไม้จะมีการเจริญเติบโต 2 ประเภท คือ

1) กล้วยไม้รากอากาศหรือกึ่งอากาศ (Epiphyte) คือ กล้วยไม้ที่เกาะอยู่บนต้นไม้อื่น โดยรากเกาะติดกับกิ่งไม้ลำต้น ไม่ได้แย่งอาหารจากต้นไม้ที่เกาะอยู่ แต่ได้รับธาตุอาหารจากซากอินทรียวัตถุ เจริญเติบโตได้ดีเมื่อมีอากาศถ่ายเทสะดวกและระบายน้ำดี ที่บริเวณรากมีคลอโรฟิลล์สามารถสังเคราะห์แสงได้ (ระพี สาคริก. 2530) กล้วยไม้ประเภทนี้ต้องการแสงความเข้มสูงและความเข้มต่ำ เช่น สกุลหวาย สกุลฟาแลนนอฟซีส เป็นต้น กล้วยไม้รากอากาศหรือกึ่งรากอากาศยังสามารถแบ่งตามการค้าได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1) ประเภทแตกกอ (Sympodail) ได้แก่ กล้วยไม้สกุลหวาย แคทรียา และรองเท้านารี เป็นต้น กล้วยไม้ประเภทนี้มีส่วนเหง้าเจริญเติบโตไปตามแนวนอนของเครื่องปลูก และโคนลำลูกกล้วยติดกับเหง้าจะมีตาที่สมบูรณ์ 2 ตา เมื่อลำลูกกล้วยเจริญจนสุดลำตาที่มีอายุมากเรียกว่าลำหลัง ส่วนลำที่แตกใหม่มีอายุน้อยกว่าเรียกลำหน้า สำหรับตาที่อยู่บนลำเจริญเต็มที่จะเปลี่ยนเป็นตาดอก

1.2) ประเภทไม่แตกกอ (Monopodail) เป็นกล้วยไม้ที่เจริญเติบโตไปทางส่วนยอด คือ ตาที่ยอดจะแตกใบใหม่เจริญขึ้นเรื่อยๆ ส่วนโคนต้นจะออกรากไล่ตามยอดขึ้นไป ได้แก่ กล้วยไม้สกุลแวนด้า ช้าง กุหลาบ เข็ม และแมลงปอ

2) กล้วยไม้ดิน (Terrestrail) เจริญเติบโตตามพื้นที่ดินที่มีอินทรียวัตถุปลกคลุม ส่วนมากเป็นพวกที่มีหัวอยู่ในดินและพวกที่มีการพักตัวในฤดูแล้ง เช่น สกุลฮาบีนาเรีย สกุลสเปคไตลิส เป็นต้น Anundina graminifolia. มีจุลินทรีย์ *Rhzoctonia solani.* ช่วยในการเจริญเติบโต (Sarma and Kaur. 1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ต้นปทุมมา

พืชสกุลขมิ้นมีอยู่ไม่น้อยกว่า 65 ชนิด (species) พบกระจายพันธุ์ตั้งแต่ทวีปออสเตรเลีย ประเทศอินโดนีเซียเรื่อยมา จนถึงทวีปแอฟริกา ประมาณ 30 ชนิด มีถิ่นกำเนิดกระจายอยู่ตามภาคต่างๆ ของประเทศไทย ซึ่งท้องถิ่นที่พบนั้นอาจอยู่ใกล้ระดับน้ำทะเลมาก คือทางตอนใต้ของประเทศหรือสูงจากระดับน้ำทะเล เช่น ในบริเวณภูเขาทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยอาจพบในทุ่งหญ้า ป่าละเมาะ หรือป่าชื้นก็ได้ ขึ้นกับอุปนิสัยของพืชชนิดนั้นๆ (สุรวิช วรรณไกรโรจน์. 2539)

2.1.2.1 ต้น

พืชสกุลนี้มีลำต้นใต้ดินทำหน้าที่สะสมน้ำและอาหาร เรียกว่า "เหง้า" ตาข้างของเหง้าจะเจริญเติบโตเป็นลำต้นเทียม (pseudostem) อยู่เหนือดิน โดยลำต้นเทียมนั้นเกิดจากกาบใบที่ห่อตัวกันแน่น สำหรับเหง้านั้นจะมีลักษณะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันไป เช่น

1) พวกที่แตกเป็นแง่งคล้ายนิ้วมือเหมือนขิง
2) พวกที่มีเหง้ายืดยาวครอบคลุมพื้นที่กว้าง
3) พวกที่สร้างเหง้าใหม่ที่โคนลำต้นเทียมซึ่งเกิดจากตาข้างของเหง้าเดิม
4) พวกที่สร้างเหง้าในแนวดิ่ง

แต่ลักษณะการเจริญเติบโตของเหง้าไม่เป็นสิ่งที่น่าสนใจในทางพืชสวน ลักษณะของลำต้นเทียมซึ่งอยู่เหนือดินเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการนำต้นมาใช้ประดับตกแต่งมากกว่าโดยทั่วไปลำต้นเทียมของพืชสกุลนี้เกือบทั้งหมดมีก้านใบแยกออกจากลำต้นเทียมในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกันคล้ายกล้วย มีเพียงบางชนิดที่มีก้านใบแยกออกจากลำต้นเทียมที่ระดับความสูงซึ่งแตกต่างกันอย่างเด่นชัดคล้ายพุทธรักษา (สุรวิช วรรณไกรโรจน์. 2539)

2.1.2.2 ใบ

ใบประกอบด้วยกาบใบซึ่งห่อรวมตัวกันแน่นเกิดเป็นลำต้นเทียม ก้านใบซึ่งชูออกจากลำต้นเทียมในมุมที่แตกต่างกัน และแผ่นใบซึ่งเป็นใบเดี่ยวมีรูปร่างเป็นวงรีแคบบ้างป้อมบ้าง ใบแต่ละก้านใบอาจมีหรือไม่มีขนก็ได้ โดยแตกต่างกันไปตามชนิดที่พบเห็น สำหรับแผ่นใบนั้นอาจมีโคนใบมนหรือเรียว ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่นปลายใบป้านหรือแหลม โดยมีเส้นใบขนานแบบเฉียงขึ้นเส้นใบที่ไม่เชื่อมกับเส้นกลางใบอย่างชัดเจน เรียกว่า เส้นลอย เส้นใบและเส้นลอยนี้จะเห็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชัดเจนเมื่อแผ่นใบมีลักษณะค่อนข้างบาง ซึ่งมักจะทำให้แผ่นใบนั้นมีลักษณะเป็นคลื่นด้วยแผ่นใบที่เป็นคลื่นนี้พบในใบรูปวงรีค่อนข้างอ้วนเท่านั้น (สุรวิช วรรณไกรโรจน์. 2539)

2.1.2.3 ช่อดอก

ปทุมมาและพืชในสกุลนี้มีช่อดอกแบบช่อแน่น (compact spike) เกิดจากปลายลำต้นเทียม เช่น ปทุมมา พลอยมยุรา เทพอัปสร และฉัตรทิพย์ หรือเกิดจากเหง้าโดยตรง เช่น ว่านไก่แดง ว่านชิงมดลูก และว่านมหาเมฆ โดยมีใบประดับ (bract) โอบรอบโคนช่อดอกย่อยทำให้เห็นใบประดับเรียงซ้อนกัน โดยอาจเรียงเวียนเป็นเกลียวหรือเป็นแถว เกิดเป็นช่อที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกหรือทรงกระสวย การที่ใบประดับเรียงติดกันทำให้ส่วนโคนประมาณ ½ ของใบประดับเชื่อมติดกันเกิดเป็นลักษณะคล้ายถ้วยซ้อนกัน อันเป็นเอกลักษณ์สำคัญของพืชสกุลนี้ ภายในถ้วยของใบประดับเป็นที่อยู่ของช่อดอกย่อย แต่ใบประดับที่อยู่ส่วนบนของช่อดอกนั้นจะไม่มีช่อดอกย่อย ใบประดับส่วนบน (coma bract) นี้มีลักษณะทางด้านรูปร่างหรือสีแตกต่างจากใบประดับปกติโดยส่วนใหญ่นั้นโคนใบประดับส่วนบนจะไม่เชื่อมติดกัน ช่อดอกย่อยแต่ละช่อมีดอก 2-7 ดอก ซึ่งไม่มีก้านดอกโดยแต่ละดอกในช่อดอกย่อยเดียว กันจะบานห่างกันในช่วง 2-6 วัน แต่ทั้งนี้อาจจะไม่พบดอกเลยในการปลูกเลี้ยงภายในสภาวะที่ไม่เหมาะสม ดอกของพืชสกุลนี้บานได้เพียง 1 วัน โดยส่วนใหญ่เริ่มบานประมาณเวลา 07.30 - 08.30 นาฬิกา มีบางชนิดเท่านั้นที่ดอกเริ่มบานเวลา 15.00 นาฬิกา เช่น ว่านงูเห่า

ดอกมีกลีบเลี้ยง 3 กลีบ อยู่เหนือรังไข่เชื่อมกันเป็นหลอดหุ้มส่วนโคนของกลีบดอกไว้ซึ่งกลีบดอกนั้นก็มีโคนที่เชื่อมกันเป็นหลอดแต่ปลายแยกกันเป็น 3 กลีบ เกสรตัวผู้วงนอกซึ่งเป็นหมัน 3 อัน ถูกเปลี่ยนรูปเป็นกลีบ 3 กลีบ เรียกกลีบสเตมิโนด (staminode) โดยเพียง 1 กลีบเปลี่ยนรูปไปเรียกว่าปาก เพื่อเป็นที่เกาะของสัตว์ที่ช่วยผสมเกสร (pollinator) จำพวกแมลง ก้านชูเกสรเพศผู้วงใน 3 อัน เชื่อมรวมกันโอบอุ้มก้านชูเกสรเพศเมียไว้ เกสรตัวผู้วงในนี้ลดรูปไป 1 อัน เหลืออับละอองเรณู 2 อัน ที่ติดอยู่ด้านเดียวกับปากเท่านั้น ซึ่งทำหน้าที่ปกติ

อับละอองเรณูของพืชบางชนิดในกลุ่มกระเจียวอาจมีลักษณะเป็นเดือยยื่นไปทางก้านชูอับละอองเรณูอย่างชัดเจน ซึ่งลักษณะการมีเดือยนี้เคยถูกใช้แยกพืชสกุลนี้เป็น 2 สกุลย่อย อับละอองเรณูนี้จะแตกออกตามยาวในเช้าวันที่ดอกบาน ละอองเรณูที่เกาะตัวกันคล้ายแป้งซึ่งเหนียวเล็กน้อยก็พร้อมที่จะถูกถ่ายละอองเรณูสำหรับยอดเกสรเพศเมียนั้นจะสูงกว่าปลายอับละอองเรณูเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะอยู่ระหว่างอับละอองเรณูทั้งสอง ยอดเกสรเพศเมียของพืชสกุลนี้ส่วนใหญ่จะพร้อมในการรับการถ่ายละอองเรณูในช่วงเวลาไม่เกิน 10.00 นาฬิกาของวันที่ดอกบานนั่นเอง หรือก็คือในช่วง 2 ชั่วโมงแรกนับจากการบานของดอก (สุรวิช วรรณไกรโรจน์. 2539)

2.1.2.4 ผลและเมล็ด

ภายหลังการปฏิสนธิแล้ว รังไข่ซึ่งมีไข่อ่อนอยู่ 25-150 ใบ ตามชนิดของพืชจะขยายขนาดขึ้น โดยเริ่มต้นนั้นผลจะมีรูปหน้าตัดเป็นเหลี่ยม 3 เหลี่ยมเนื่องจากรังไข่เกิดจากผนังรังไข่ 3 อันเชื่อมต่อกัน เมื่อผลพัฒนาเต็มที่จะเห็นเป็นลักษณะ 3 พู อย่างเด่นชัด ภายในแต่ละพูจะเป็นที่อยู่ของเมล็ด ขนาดและรูปร่างคล้ายเมล็ดองุ่น คือ มีรูปร่างคล้ายหยดน้ำแคบ ความยาวราว 0.50 เซนติเมตร ที่ปลายแหลมของแต่ละเมล็ดนั้นมีเยื่อบางสีขาวรูปหลายแฉกติดกันอยู่ เพื่อช่วยให้เมล็ดลอยน้ำเหมาะต่อการกระจายพันธุ์ในช่วงปลายฤดูฝน ทั้งนี้ผลจะมีอายุประมาณ 1-2 เดือน ขึ้นอยู่กับชนิดพืช โดยผลที่แก่เต็มที่นั้นจะมีผนังบางและใสขึ้นจนสามารถเห็นเมล็ดแก่สีน้ำตาลเข้มได้ สำหรับเมล็ดนั้นอาจงอกในฤดูฝนที่ติดเมล็ดก็ได้ ดังเช่นที่พบว่าเมล็ดสามารถงอกอยู่บนช่อดอกที่เหี่ยวแห้งแล้ว หรืออาจพักตัวเพื่อรอรับสภาพที่เหมาะสมในฤดูฝนถัดไปก็ได้ (สุรวิช วรรณไกรโรจน์. 2539)

2.1.2.5 ราก

รากของพืชสกุลนี้เป็นระบบรากฝอย รากส่วนหนึ่งที่ปลายมีบวมพองออกมีลักษณะเป็นตุ้ม ทำหน้าที่เก็บสะสมน้ำและอาหาร ไม่สามารถตัดไปใช้ขยายพันธุ์ได้ ปกติตุ้มรากนี้จะเกิดขึ้นเป็นปริมาณเมื่อต้นมีความสมบูรณ์เต็มที่ ดังนั้นจำนวนตุ้มต่อรากเหง้าจึงถูกนำมาใช้กำหนดคุณภาพหัวพันธุ์ ทั้งนั้นตุ้มรากจะค่อยๆ เหี่ยวไปก่อนเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน โดยเหง้าเป็นส่วนที่เหี่ยวช้าที่สุด หัวพันธุ์ที่มีตุ้มรากมากจึงสามารถเก็บรักษาได้นาน และถึงแม้ว่าหัวพันธุ์ที่ไม่มีตุ้มรากหรือถูกตัดตุ้มรากทิ้งก่อนปลูกก็สามารถงอกได้เช่นเดียวกับหัวพันธุ์ที่มีตุ้มราก ความหลากหลายของลักษณะต่างๆ ที่มีอยู่มากมายดังกล่าวมาข้างต้นของพืชสกุลขมิ้นนั้น ทำให้นักพฤกษศาสตร์ได้แบ่งพืชสกุลนี้ออกเป็น 2 สกุลย่อยตามลักษณะของใบประดับช่อดอกและอับเรณู แต่ในที่นี้จะยึดลักษณะสีของปากดังนี้ คือ

1) สกุลย่อย Eucurcuma หรือกลุ่ม กระเจียว มีลักษณะเด่นคือ ไม่มีสีกลุ่มม่วงแดงซึ่งเกิดจากสารสีกลุ่ม anthocyanin ที่ปากกลีบสเตมิโนด ปากมักมีสีขาวหรือเหลือง พืชในกลุ่มกระเจียวนี้มีโครโมโซมแตกต่างกัน แต่มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 21 ความหลากหลายของกลุ่มดอกกระเจียวนั้น มีทั้งรูปแบบออกดอก ซึ่งมีทั้งช่อดอกเกิดจากเหง้าโดยตรง และช่อดอกเกิดจากตายอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของลำต้นเทียม รูปร่างและขนาดของใบ รูปทรงของพุ่มช่อดอก และสีของใบประดับ เป็นต้น ตัวอย่างพืชสกุลนี้ได้แก่ ฉัตรทิพย์ ฉัตรทอง อุษา พลอยชมพู พลอยทักษิณ ว่านกระบี่ทอง ว่านเพชรม้า เป็นต้น

2) สกุลย่อย paracurcuma หรือกลุ่ม ปทุมมา มีลักษณะเด่น คือ มีสีกลุ่มม่วงแดงที่ปากช่อดอกเกิดจากตายอดของลำต้นเทียมกลีบสเตมิโนดมีสีขาวหรือสีม่วง พืชในกลุ่มปทุมมานี้มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกันมาก ซึ่งจำนวนโครโมโซมพื้นฐานอยู่ในช่วง 12 ถึง 18 จำนวนโครโมโซมพื้นฐานเหล่านี้น่าจะมีกำเนิดจากจำนวนโครโมโซมพื้นฐานดั้งเดิมที่ 6,7,8 และ 9 ขณะที่กลุ่มกระเจียวน่าจะเป็นโพลีพลอยด์ของพืชที่มีโครโมโซมพื้นฐานดั้งเดิมเท่ากับ 7 ความหลากหลายของกลุ่มปทุมมานั้น มีทั้งรูปร่างของดอก รูปร่างและขนาดของช่อดอก สีของใบประดับ รูปร่างและขนาดของใบ และรูปทรงของลำต้นเทียม เป็นต้น ตัวอย่างของพืชกลุ่มนี้ ได้แก่ ปทุมมา พลอยมยุรา แวววุบล มณีกาญจน์ เทพลำลึก และเทพอัปสร เป็นต้น (สุรวิช วรรณไกรโรจน์. 2539)

2.2 ปัจจัยและสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้

2.2.1 แสงแดด โครงสร้างของใบกล้วยไม้มีความสัมพันธ์กับความต้องการแสงแดด (Richter. 1982) กล้วยไม้ใบหนา และใบกลมต้องการแสงแดดเต็มที่ ใบที่มีลักษณะกว้างจะต้องการแสงแดดน้อย ส่วนที่มีลักษณะสีเขียวแผ่นใบใหญ่จะต้องการร่มเงามาก กล้วยไม้มักเจริญเติบโตใต้ร่มเงาไม้ กล้วยไม้สกุลหวายต้องการแสงแดดร้อยละ 60-70 ครรชิต ธรรมศิริ (2541) กล่าวว่า สภาพโรงเรือนควรมีการพรางแสงร้อยละ 50-60 Nean (2000) รายงานว่าความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ Phalaenopsis อยู่ระหว่าง 200-300 Lumens

2.2.2 อุณหภูมิ อุณหภูมิเป็นปัจจัยควบคุมอัตราการเกิดกระบวนการต่างๆ ของกล้วยไม้ เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ หารอุณหภูมิต่ำกระบวนการต่างๆ จะเกิดช้า แต่หากอุณหภูมิต่ำหรือสูงเกินไปกระบวนการต่างๆ จะหยุดชะงักลงได้ กล้วยไม้ *Dendrobium swartz.*จะเจริญเติบโตและดอกให้ดีที่สุด เมื่ออุณหภูมิกลางคืนสูงกว่า 18 องศาเซลเซียลและอุณหภูมิกลางวัน อยู่ในช่วง 24-30 องศาเซลเซียล (Ken. 2000)

2.2.3 ความชื้น กล้วยไม้ไทยหลายชนิดต้องผ่านความแห้งแล้งในช่วงฤดูหนาว (พ.ย.-ก.พ.) จึงจะออกดอกในช่วงฤดูร้อนหรือต้นฤดูฝน (มี.ค.-ก.ค.) ดังนั้น บริเวณที่ปลูกจึงต้องให้ความชื้นสูงพอสมควร มีการป้องกันลมโกรก พื้นที่ปลูกต้องโปร่งเพื่อให้มีการระบายน้ำที่ดี และควรรดน้ำเพียงให้ชื้น แต่อย่ารดบ่อยเกินไปจนรากไม่มีโอกาสที่จะแห้ง ครรชิต ธรรมศิริ (2541) กล่าวว่า กล้วยไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60-80 และบริเวณรากควรมีความชื้นแต่ไม่เปียกแฉะ กล้วยไม้อากาศที่มีใบหนา ผิวใบหยาบมีลำลูกกล้วยจะทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดีกว่ากล้วยไม้ที่มีใบบาง ผิวใบนิ่มไม่มีลำลูกกล้วย (Allen. 1998)

2.2.4 การเคลื่อนที่ของอากาศ กล้วยไม้เจริญเติบโตได้ดีในที่มีลมอ่อนๆ พัดผ่านโดยเฉพาะกล้วยไม้อากาศ ดังนั้น บริเวณที่ปลูกเลี้ยงควรจะโล่ง เพื่อให้ลมพัดผ่านทั้งบริเวณต้น และราก นอกจากนี้ ใช้วัสดุปลูกและภาชนะปลูกที่โปร่งจะทำให้มีอากาศถ่ายเทดี

2.2.5 ธาตุอาหาร กล้วยไม้ที่อยู่ตามธรรมชาติ จะได้รับแร่ธาตุอาหารจากใบไม้ และซากแมลงที่เน่าเปื่อย รวมทั้งไนโตรเจนจากน้ำฝน ดังนั้นเมื่อทำการปลูกเลี้ยงกล้วยไม้จึงจำเป็นต้องมีการให้ธาตุอาหารแก่กล้วยไม้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของปุ๋ยวิทยาศาสตร์ และปุ๋ยอินทรีย์

2.3 ปัจจัยและสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา

2.3.1 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สภาพพื้นที่ปลูกปทุมมาควรเป็นพื้นที่ที่ไม่เคยปลูกปทุมมามาก่อน ไม่เคยปลูกพืชอาศัยของโรคนี้มาก่อน เช่น พืชตระกูลขิง มะเขือ มันฝรั่ง งา และยาสูบ มาก่อนอย่างน้อย 2 ปี ไม่เคยพบโรคระบาดของไส้เดือนฝอย ถ้าเป็นพื้นที่เดิมควรปลูกพืชอื่นสลับอย่างน้อย 3 ปี ก่อนที่จะนำมาปลูกปทุมมาอีกครั้ง พื้นที่ปลูกจะต้องไม่ใช่พื้นที่น้ำท่วมขัง การคมนาคมสะดวก สามารถส่งผลผลิตได้รวดเร็ว

1) ดิน ควรเป็นดินร่วนปนทราย มีความสมบูรณ์ปานกลาง ระบายน้ำดีมีความเป็นกรด-ด่างของดินระหว่าง 6.5-7.0

2) อุณหภูมิ ใช้ช่วงเวลากลางวัน ประมาณ 20-30 องศาเซลเซียส กลางคืน ประมาณ 18-25 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนกระจายสม่ำเสมอ ปทุมมาเป็นพืชที่ชอบแสงแดดจัด

3) แหล่งน้ำ แหล่งน้ำต้องสะอาดปราศจากสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่มีพิษปนเปื้อน ก่อนการปลูกควรนำน้ำมาตรวจหาเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคหัวเน่าก่อน แหล่งน้ำที่ใช้ควรมีเพียงพอตลอดฤดูกาลเพาะปลูก น้ำควรมีความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำระหว่าง 5.5-6.5 (อรวรรณ วิชัยลักษณ์. 2548)

2.3.2 ฤดูกาล ฤดูปลูกสามารถแบ่งได้เป็น 3 ช่วง คือ ปลูกก่อนฤดู ปลูกฤดูปกติ ปลูกหลังฤดู ซึ่งฤดูกาลปลูกจะมีผลต่อต้นปทุมมา ดังนี้

1) ปลูกก่อนฤดู ข้อดีของการปลูกก่อนฤดู ได้แก่ ออกดอกเร็วในเดือนพฤษภาคม และสามารถส่งหัวได้ตั้งแต่เดือนธันวาคม ข้อเสียจะต้องนำหัวพันธุ์บ่มเพาะในวัสดุปลูก

2) ปลูกฤดูปกติ ช่วงปลายเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม เป็นการปลูกโดยอาศัยน้ำฝน หลังปลูกประมาณ 2.5-3 เดือน ต้นปทุมมาเริ่มออกดอกเดือนกรกฎาคม – สิงหาคม และจะพักตัวเมื่อเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฤดูหนาวช่วงเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม

3) ปลูกหลังฤดู ปลูกช่วงปลายเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม ข้อดีของการปลูกหลังฤดู คือ สามารถตากดิน อบดิน และพืชมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวเน่าได้นาน ดินมีโอกาสปลอดเชื้อได้มากขึ้น และพืชมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวเน่าน้อยลง แต่พืชมีช่วงสะสมอาหารสั้นเพียง 5- 6 เดือน จึงมีการจัดการปุ๋ยและน้ำที่ดีให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช หัวที่ได้มีตุ้มอาหารสั้น เหมาะแก่การส่งออกต่างประเทศ แต่ต้องเก็บรักษาหัวพันธุ์นานไม่ให้เหี่ยวก่อนปลูก (กลุ่มส่งเสริมผลิตไม้ดอกไม้ประดับ. 2548)

2.3.3 โรคพืช โรคเหี่ยว หรือโรคหัวเน่า สาเหตุ คือ เชื้อแบคทีเรีย (*Ralstonia solanaccearum*) ในลำต้นจะพบเริ่มแรกที่ใบแก่ จะห่อม้วนเป็นหลอดคล้ายอาการขาดน้ำเห็นได้ชัดเจนในช่วงเช้า บริเวณโคนต้นและหน่อที่แตกออกมาใหม่มีลักษณะช้ำฉ่ำน้ำ ในระยะที่โรครุนแรงต้นจะหักล้ม เมื่อดึงลำต้นจะหลุดออกจากโคนง่าย ในที่สุดต้นจะแห้งตาย หัวและรากจะมีลักษณะช้ำฉ่ำน้ำ โดยเฉพาะหัวพันธุ์อ่อน รากหาอาหารมีลักษณะเน่าสีน้ำตาลเข้ม หัวพันธุ์และรากสะสมอาหารมีสีคล้ำขึ้น เน่าเหม็น ในระยะเนื้อเยื่อหัวพันธุ์อ่อนมีลักษณะช้ำช้ำหรืออาการเนื้อแก้วพันธุ์แก่มีลักษณะคล้ำสีม่วงน้ำเงินจางๆ มีสีน้ำตาล เมื่อเป็นโรคนานขึ้นปล่อยทิ้งไว้ใช้มือบีบหัวพันธุ์ จะเห็นของเหลวข้นสีขาวคล้ายน้ำนมซึมออกมาตรงผิวรอยแผล

1) การแพร่กระจาย กับหัวพันธุ์ที่ติดเชื้อ เศษซากพืชที่เป็นโรค ดินและน้ำมีเชื้อเข้าทำลายพืชทางบาดแผล หรือช่องเปิดธรรมชาติ เชื้อแบคทีเรียจะทำความเสียหายเมื่อดินมีสภาพเป็นกรด pH 6.8 จะลดความเสียหายเมื่อดินมี pH 4.3

2) ช่วงเวลาระบาด ฤดูฝนอุณหภูมิ 25 – 35 องศาเซลเซียส ดินมีความชื้นสูง จะรุนแรงมากขึ้นหากมีการทำลายของไส้เดือนฝอยรากปม (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2548)

2.4 การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน

คำว่า “การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน” มีชื่อเรียกในภาษาไทยหลายอย่าง เช่น การปลูกพืชไร้ดิน การปลูกพืชในน้ำที่มีธาตุอาหาร การปลูกพืชในสารอาหารพืชการปลูกพืชในวัสดุปลูกที่ไม่ใช้ดินที่มีธาตุอาหารพืช การปลูกพืชโดยให้รากพืชสัมผัสสารอาหารโดยตรงที่ไม่มีดินเป็นเครื่องปลูก เป็นต้น สามารถอธิบายได้ 2 ลักษณะตามระบบหรือวิธีการปลูกและความหมายของคำแปลมาจากภาษาอังกฤษ 2 คำ คือ คำว่า “Soilles Culture” และคำว่า “Hydroponics”

2.4.1 ความหมายการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จากคำว่า “Soilless Culture” เป็นวิธีการปลูกพืชเลียนแบบการปลูกพืชบนดิน โดยไม่ใช้ดินเป็นวัสดุในการปลูก แต่เป็นการปลูกพืชลงบนวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ซึ่งวัสดุปลูกแทนดินนี้มีหลายชนิด คือ วัสดุปลูกที่เป็นอนินทรียสาร วัสดุปลูกที่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรียสาร และวัสดุสังเคราะห์ โดยพืชสามารถเจริญเติบโตบนวัสดุปลูกจากการได้รับสารละลายธาตุอาหาร (หรือสารอาหารพืช) ที่มีน้ำผสมกับปุ๋ยหรือสารเคมีที่มีธาตุต่างๆที่พืชต้องการ (Nutrient solution) จากทางรากพืช

1) วัสดุปลูกที่เป็นอนินทรียสาร คือ

1.1) วัสดุที่เกิดเองตามธรรมชาติ เช่น ทราย กรวด หินเกล็ด หินภูเขาไฟ หินซีสท์

1.2) วัสดุที่ผ่านกระบวนการโดยความร้อน เช่น ดินเผา เม็ดดินเผา ใยหินหรือริควูล เพอร์ไลท์ เวอร์มิคูไลท์

1.3) วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น เศษอิฐจากการทำอิฐมอญ เศษดินเผาจากโรงงานเครื่องปั้นดินเผา

2) วัสดุที่เป็นอินทรียสาร คือ

2.1) วัสดุที่เกิดเองตามธรรมชาติ เช่น ฟางข้าว ขุยและเส้นใยมะพร้าว แกลบและขี้เถ้า เปลือกถั่ว พีท

2.2) วัสดุเหลือใช้หรือผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ชานอ้อย กากตะกอนจากโรงงานน้ำตาล วัสดุเหลือใช้จากโรงงานกระดาษ

วัสดุสังเคราะห์ เช่น เม็ดโฟม แผ่นฟองน้ำ สารดูดความชื้น และเส้นใยพลาสติก เราเรียกวัสดุที่ใช้ปลูกพืชนี้ด้วยคำรวมๆ ว่า ซับเตรท (Subtrate) แต่ถ้ามีการใช้วัสดุปลูกพืชเป็นวัสดุเฉพาะวัสดุใดวัสดุหนึ่งแบบเจาะจงก็จะเรียกชื่อการปลูกตามวัสดุที่ใช้

2.4.2 ความหมายการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จากคำว่า "ไฮโดรโพนิกส์" มาจากภาษาอังกฤษ "Hydroponics" เป็นการปลูกพืชแบบไม่ใช้วัสดุปลูก (Water Culture) กล่าวคือ จะทำการปลูกพืชลงบนสารละลายธาตุอาหารพืชโดยให้รากพืชสัมผัสกับสารละลายธาตุอาหารโดยตรงนั้นเอง

ผู้ที่ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในลักษณะคำว่า ไฮโดรโพนิกส์ จะต้อง ควบคุมอุณหภูมิ ของสารละลายธาตุอาหารพืชให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชให้ดี

โดยสรุป การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจึงหมายถึงวิธีการปลูกพืชเลียนแบบการปลูกพืชบนดิน โดยการปลูกพืชลงบนวัสดุปลูกหรือไม่ต้องใส่วัสดุปลูกก็ได้ เพื่อให้พืชได้รับสารอาหารพืชหรือสารละลายธาตุอาหารพืช (ที่มีน้ำที่ผสมกับปุ๋ยที่มีธาตุอาหารที่พืชต้องการจากทางรากพืช) (ดิเรก ทองอร่าม. 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 วัสดุปลูก

วัสดุปลูกหรือเครื่องปลูกเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการปลูกกล้วยไม้ เนื่องจากวัสดุปลูกหรือเครื่องปลูกมีหน้าที่ให้รากเกาะยึด เก็บความชื้น และธาตุอาหาร เพื่อให้ถูกดูดไปใช้และยังเกี่ยวข้องกับการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศของรากด้วย ดังนั้นวัสดุปลูกจึงต้องเหมาะสมกับระบบรากของกล้วยไม้ซึ่งมีความแตกต่างจากไม้ดอกประเภทอื่น Edward (1992) การที่วัสดุปลูกสามารถดูดยึดรวมตัวกับน้ำได้ดี และมีการถ่ายเทอาหารและธาตุอาหารได้ดี จะสามารถแพร่กระจายธาตุอาหารได้ทั่วบริเวณวัสดุปลูกได้ดี เนื่องจากรากกล้วยไม้เกาะยึดติดกับวัสดุปลูก หากวัสดุปลูกมีการย่อยสลายอย่างรวดเร็วจะทำให้ต้องมีการเปลี่ยนกระถางหรือเพิ่มวัสดุปลูกให้กับกล้วยไม้บ่อยครั้งอาจทำให้กระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ได้ ดังนั้นวัสดุปลูกที่ใช้ควรมีความคงทน การปลูกกล้วยไม้สกุล Phalaenopsis ใช้ fir bark จะย่อยสลายได้เร็ว เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมี ทำให้ต้องเปลี่ยนกระถางบ่อย

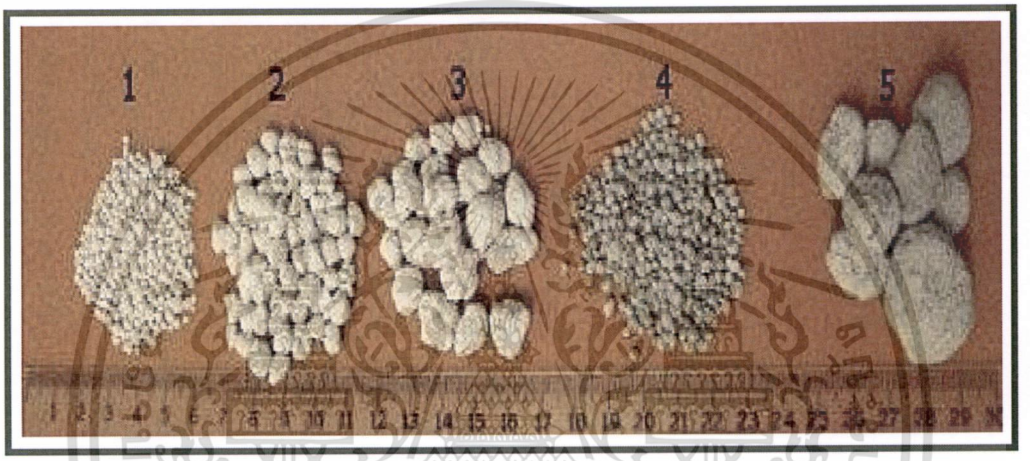
วัสดุปลูกที่นำมาปลูกไม่ควรจะเป็นที่สะสมโรคและแมลงศัตรูพืช สามารถกักเก็บความชื้นได้แต่ไม่ท่วมขัง โดยวัสดุปลูกที่เหมาะสมควรมีช่องว่างอากาศร้อยละ 10-20 และมีน้ำร้อยละ 35-50 (Criley and Watanabe. 1974) Self (1976) หากช่องว่างอากาศมากกว่าร้อยละ 35 พบว่าปริมาณน้ำในวัสดุปลูกจะลดลงพืชอาจจะขาดน้ำได้ง่าย เมื่อวัสดุปลูกสามารถเก็บกักความชื้นได้ ความชื้นที่ได้ควรมีความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในระหว่าง 4.5-5.5 เพื่อที่ธาตุอาหารสามารถละลายอยู่ในรูปที่กล้วยไม้ที่มีรากเป็นรากอากาศสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Helton. 1969) หากมีความเป็นกรดเป็นด่างน้อยเกินไปจะทำให้ธาตุเหล็กและอะลูมิเนียมละลายออกมามากจนสามารถเป็นพิษกับพืชได้

นอกจากจะคำนึงถึงคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชแล้ว Paul *et al. (1992)* กล่าวว่า วัสดุที่ประกอบด้วยอิฐ และกรวด เป็นวัสดุที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้และมีความเหมาะสมที่สุดในด้านเศรษฐศาสตร์ เพราะมีราคาถูก ส่วนวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของกรวดผสมขุยมะพร้าว อิฐผสมกาบมะพร้าว อิฐ กรวด และกาบมะพร้าว มีผลทำให้กล้วยไม้ *Dendrobium fimbriatum, D.moschatum, D.farmeri และ D.nobile* สามารถเจริญเติบโตและอยู่รอดได้

2.4.3.1 M Tech หรือ Bio Act[n] วัสดุปลูกเอ็มเทค พัฒนาพร้อมกับเทคโนโลยีการผลิตในระดับที่พร้อมขยายสู่เชิงพานิชย์ วัสดุนี้สังเคราะห์จากเถ้าแกลบ 100% วัสดุมีความพรุนตัวสูง อมน้ำได้ดี มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) ต่ำ แข็งแรงกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่นๆ เช่น ขุยมะพร้าว เพอร์ไลท์ (Perlite)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวอร์มิคูไลท์ (Vermiculite) จึงเหมาะสำหรับใช้ปลูกพืชทั้งแบบไม่ใช้ดิน (hydroponics) หรือใช้ผสมกับวัสดุปลูกชนิดอื่น หรือผสมกับดิน เพื่อลดการยุบตัว และช่วยระบายอากาศ ดูดซับน้ำได้ 40-70% เก็บความชื้นได้นาน ไม่ต้องรดน้ำบ่อย ขนาดเม็ดมีตั้งแต่ 2 มิลลิเมตรขึ้นไป สามารถเลือกให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชได้ รูพรุนของ M-Tech สามารถดูดซับ และคายสารอาหารจากปุ๋ยเม็ดที่ละลายมากับน้ำได้ดี ลดการสูญเสียปุ๋ยไปกับน้ำที่รดให้ต้นไม้ ทำให้ประหยัดน้ำและปุ๋ยได้มากขึ้น



ภาพที่ 2.1 แสดงวัสดุปลูก Bio Act[n] ที่ใช้ทดสอบขนาดแตกต่างกัน

ภาพที่ 2.2 แสดงวัสดุปลูก Bio Act[n] ที่ใช้ทดสอบ ขนาด 1.5 – 2.5 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.2 พีทมอส (Peat moss) วัสดุเพาะคุณภาพสูง พบในแหล่งที่มีอากาศหนาวเย็น เกิดจากซากพืชที่ทับถมกันเป็นจำนวนมากตามธรรมชาติในแหล่งที่มีน้ำขัง ทำให้ปราศจากเชื้อโรคและแมลง พร้อมทั้งมีการเพิ่มธาตุอาหารที่จำเป็นต่อต้นกล้า มีเนื้อละเอียดน้ำหนักเบา จึงช่วยทำให้การงอกของเมล็ดดียิ่งขึ้น เหมาะสำหรับใช้เพาะเมล็ดทุกชนิด โดยเฉพาะการเพาะเมล็ดในถาดหรือถ้วยเพาะกล้า ซึ่งองค์ประกอบของพีทในแหล่งต่างๆ จะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ขึ้นอยู่บริเวณนั้นๆ (อิทธิสุทร นันทกิจ . 2549)

1) คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์

1.1) pH 2.5 -7

1.2) คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ 4 – 15 ของน้ำหนัก

1.3) ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 162 – 333 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

1.4) ความพรุน 85 – 95 %

1.5) ความคงทนของโครงสร้างมีการสลายตัว

ภาพที่ 2.3 แสดงวัสดุปลูก **Peat moss** ที่ใช้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 Nutrient Film Technique (NFT)

การปลูกพืชไม่ใช้ดินในระบบ Nutrient Film Technique หรือ NFT เป็นการปลูกพืชไร้ดินอีกระบบหนึ่งที่ให้รากพืชที่ปลูกจุ่มอยู่ในสารละลายธาตุอาหารในรางปลูก ที่ไหลเป็นฟิล์มบางๆ อย่างต่อเนื่อง โดยการหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหารมาจากถังพักด้วยปั๊ม (นภดล เรียบเลิศหิรัญ. 2550)

2.4.4.1 องค์ประกอบของระบบปลูกพืชแบบ NFT

องค์ประกอบของระบบ NFT โดยทั่วไปนั้นประกอบด้วย

1) รางปลูกพืช (gully) ทำหน้าที่ 2 อย่าง คือ เป็นที่ตั้งของรากพืช และรองรับสารอาหารพืชที่ไหลผ่าน

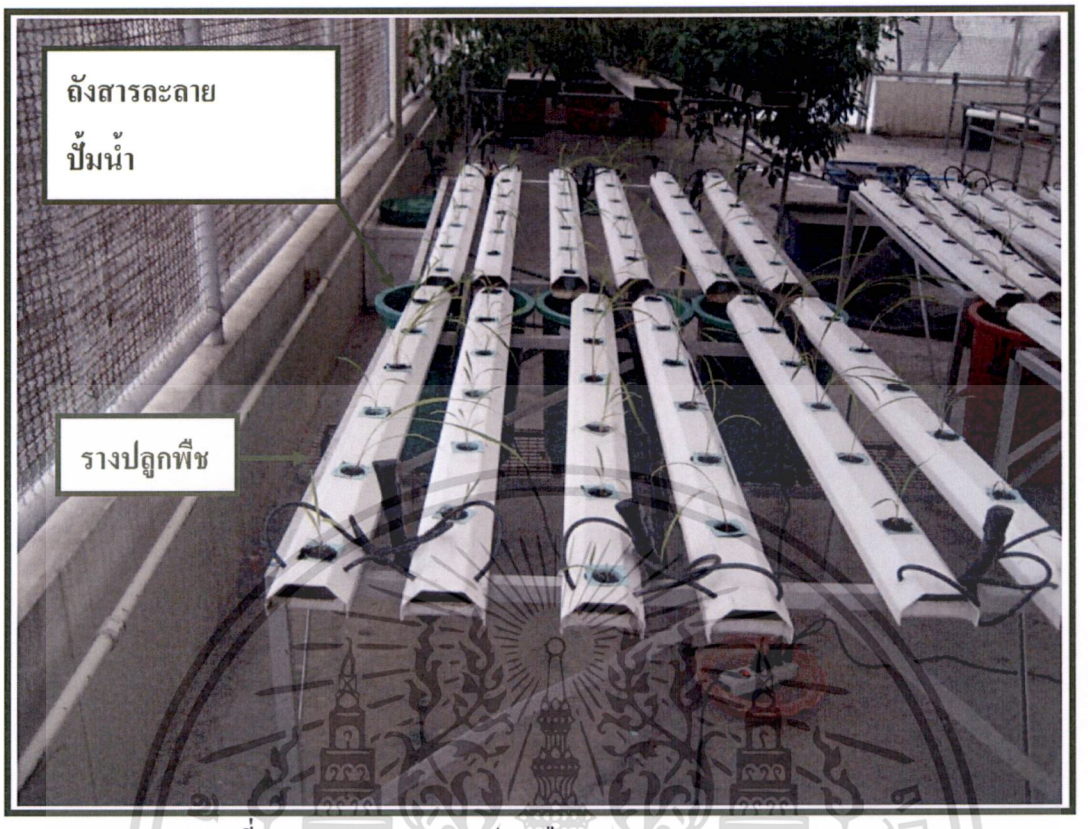
2) อัตราการไหลของสารละลาย ปกติสารละลายจะไหลอย่างต่อเนื่องมากกว่าการให้แบบสลับ โดยทั่วไปจะมีอัตราการไหลอยู่ในช่วง 1-2 ลิตร/นาที/ราง

3) ความลาดชันของรางปลูก เพื่อให้การไหลของสารละลายผ่านรากพืชประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์

4) ปั๊มน้ำ เพื่อเป็นต้นกำลังในการส่งสารละลายจากถังบรรจุ ให้ไหลไปตามท่อส่งน้ำเข้าสู่ด้านหัวแปลงปลูก แล้วไหลผ่านรากพืชอย่างช้าๆ ลงสู่ถังบรรจุแบบหมุนเวียน

5) การเตรียมต้นกล้าที่ใช้ปลูก เตรียมจากการเพาะต้นกล้าในวัสดุต่างๆ เช่น เพอร์ไลท์ เวอร์มิคูไลท์ รอควูล กรวด ปกติต้นกล้าที่ย้ายไปปลูก ควรมีใบจริง 3-5 ใบ (ดิเรก ทองอร่าม. 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 แสดงระบบการปลูกพืชแบบ NFT (Nutrient film technique)

2.4.4.2 ขนาดของรางปลูกพืชในระบบ NFT

สำหรับรางปลูก สิ่งที่ต้องพิจารณา คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ดังนี้

1) ความกว้างของรางปลูก มีหลายขนาด เช่น ขนาดเล็ก 5-10 เซนติเมตร ขนาดกลาง 20 เซนติเมตร และขนาดใหญ่ 30-35 เซนติเมตร การที่รางปลูกพืชมีหลายขนาดก็เพื่อเป็นการสะดวกในการใช้ให้เหมาะสมกับพืชชนิดต่างๆ

2) ความยาวของรางปลูกพืช ขึ้นกับชนิดของพืช และปริมาณออกซิเจนในน้ำที่พืชต้องการ ปกติจะแสดงอาการขาดออกซิเจนถ้ารางยาวเกินกว่า 12 เมตร รางปลูกพืชที่ยาวมากถึง 18 เมตร อาจใช้ปลูกพืชได้บางชนิดที่ต้องการออกซิเจนน้อย เช่น ผักสลัด รางปลูกพืชที่ยาวจะมีความแตกต่างของออกซิเจนในสารละลายระหว่างต้นราง และปลายรางมาก พืชที่อยู่ต้นรางจะดูดใช้ออกซิเจนจากสารละลายได้ก่อนพืชที่อยู่ปลายราง

3) ความสูงของราง รางปลูกควรสูงประมาณ 5 เซนติเมตร (ดิเรก ทองอร่าม. 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ระบบการให้น้ำ

การให้น้ำแก่พืชเป็นการให้น้ำแบบ มินิ/ไมโครสปริงเกอร์ (Mini/Micro Sprinkler) เป็นหัวน้ำที่มีลักษณะการเกิดฝอยละอองน้ำเนื่องจากถูกแรงดันบีบผ่านรูฉีดไปกระทบกับตัวเหวี่ยง (Rotor) ซึ่งเป็นโครงการที่มีการหมุนเหวี่ยงจนเกิดเม็ดน้ำกระจายออกไปรอบๆ เกษตรกรจะรู้จักกันในชื่อ "หัวน้ำเหวี่ยง" ระบบน้ำนี้เหมาะสำหรับไม้ยืนต้นที่มีรัศมีทรงพุ่มกว้างและระยะปลูกห่าง

การให้น้ำจะให้แบบเหนือต้น (Over-tree) หัวสปริงเกอร์จะอยู่สูงกว่ายอดต้นไม้เพื่อใช้ลดความร้อนในอากาศ ท่อแขนงอาจจะวางไว้บนต้นไม้หรือยังคงความพื้นดินก็ได้ วิธีนี้จะเปลืองแรงดันในท่อที่จะต้องสูงขึ้นไปอีก เป็นวิธีที่นิยมใช้สำหรับการใช้น้ำในเรือนเพาะชำหรือระบบให้น้ำเสริมเพื่อต้องการสร้างความชื้น (สถาบันวิจัยพืชสวน. 2543)

2.6 การให้ปุ๋ย

การให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ (Fertigation) คือ การให้ปุ๋ยไปพร้อมกับน้ำที่ให้กับต้นไม้ โดยปุ๋ยที่ให้จะเป็นปุ๋ยที่สามารถละลายในน้ำได้หมด ธาตุอาหารที่พืชได้รับจะอยู่ในรูปของสารละลาย ดังนั้นพืชสามารถจะนำธาตุอาหารออกมาใช้ได้ Papadopoulos และ Eliades (1987) กล่าวว่า Fertigation เป็นการให้ปุ๋ยตามความต้องการพืช และมีประสิทธิภาพมากที่สุดระบบหนึ่ง

Mark *et al.* (1993) ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของ Poinsettia ที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำที่ความเข้มข้น 7 , 14 และ 28 mol N/m³ ให้น้ำจากด้านบน โดยมีค่า LF (Leaching Fraction คือ ค่าสัดส่วนการชะละลาย) ที่ระดับ 0, 0.15, 0.35, 0.40 และ 0.55 กับการให้น้ำจากด้านล่าง (Sub-irrigation) พบว่า หลังจากเริ่มทดลอง 12 สัปดาห์ ฟอสฟอรัสในวัสดุปลูกสูงขึ้นเมื่อมีค่า LF เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ความสูงหน่อ น้ำหนักแห้งและพื้นที่ใบลดลงเมื่อความเข้มข้นปุ๋ยสูงขึ้น ส่วนน้ำหนักสด พื้นที่กลีบดอกและสัดส่วนหน่อต่อรากจะสูงเมื่อมีการให้ปุ๋ยที่ความเข้มข้น14 หรือ 28 mol N/m³ ที่ LF 0.55 หรือ ปุ๋ย 7 mol N/m³ LF 0.15 การให้น้ำจากด้านล่างไนโตรเจนในใบจะต่ำกว่าให้น้ำด้านบน ฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมในใบจะต่ำเมื่อมีค่า LF สูง หรือการได้รับน้ำจากด้านล่าง ส่วนโพแทสเซียมไม่มีผลจากรูปแบบการให้น้ำ William *et al.* (1995) การให้น้ำร่วมกับปุ๋ยที่ความเข้มข้น 28 mol N/m³ การให้แบบ Sub-irrigation ทำให้ Poinsettia เจริญเติบโตน้อยกว่า Top watered ใน 21 วันหลังให้ปุ๋ยร่วมกับน้ำ แต่เมื่อปลูกหลัง 54 วัน วิธีการให้น้ำไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ Poinsettia

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

133784

ความถี่ในการให้ปุ๋ยเป็นอีกประการหนึ่งที่ควรคำนึงถึง Sheehan (1980) แนะนำว่าการให้ปุ๋ยกล้วยไม้ทุกๆ 2 สัปดาห์จะช่วยให้การเจริญเติบโตสูงสุด สำหรับการเพิ่มในจำนวนดอกของกล้วยไม้ D.*nobile* ช่วงเวลานี้จะตรงกับการเกิดลำต้นใหม่ เมื่อให้ไนโตรเจนในระดับ 0-48 มิลลิกรัมต่อกระถางต่อเดือน จากตุลาคมไปถึงมีนาคม พบว่า การแทงช่อดอกและความสูงต้นของลำต้นจะเพิ่มขึ้นไปพร้อมๆ กับการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนที่ให้

เนื่องจากธาตุอาหารอยู่ในรูปสารละลายสามารถแพร่กระจายไปพร้อมกับหัวจ่ายน้ำได้ตลอดระยะเวลาการให้น้ำ ทำให้พืชดูดซับธาตุอาหารได้สะดวกและมากขึ้นทำให้ธาตุอาหารบางชนิด เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้นด้วย (Arnold. 1987) ระบบการให้ปุ๋ยร่วมกับน้ำจึงลดปริมาณการให้ปุ๋ยเคมีลงได้ แต่ยังคงได้รับผลผลิตที่ดีได้ (Neilsen *et al.* 1999)

2.7 ธาตุเหล็ก

เหล็กในดินมีสองส่วน คือ 1. เหล็กในสารประกอบที่สลับซับซ้อนและละลายยาก เช่น แร่ไพรอกซีน แอมฟิโบล ไพไรต์ ไลมอไนต์ และฮีมาไทต์ เป็นสารที่ละลายยากจึงไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช เมื่อมีการสลายตัวทางเคมี และปลดปล่อยเฟอรัส หรือ เฟอริกไอออน พืชจึงใช้ประโยชน์ได้ 2. รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ได้แก่ เฟอรัส หรือ เฟอริกไอออน (Fe^{2+} หรือ Fe^{3+}) ในสารละลายดิน หรือ ที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Fe) และรวมไปถึงเหล็กคีเลต ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างเหล็กไอออนกับสารคีเลตธรรมชาติ เช่น กรดฮิวมิก สำหรับเฟอริกออกไซด์ที่พบมากในดิน ได้แก่ $Fe(OH)_2^+$, $Fe(OH)_3$ และ $Fe(OH)_4^-$ เป็นรูปที่ไม่ค่อยละลายน้ำ พืชจึงใช้ประโยชน์ได้ยากมาก (ยงยุทธ โอสถสภา . 2552) และหน้าที่ของเหล็กที่มีต่อพืช มีดังนี้

1) เป็นองค์ประกอบของโปรตีน สำหรับโปรตีนที่มีเหล็กในโครงสร้าง คือ ฮีมโปรตีน และที่รู้จักกันโดยทั่วไป ได้แก่ 1) ไซโทโครม ซึ่งอยู่ในโซ่การเคลื่อนย้านอิเล็คตรอนของการสังเคราะห์แสงและการหายใจ 2) เอนไซม์ไซโทโครม ออกซิเดส เป็นเอนไซม์ในการหายใจ 3) ฮีมเอนไซม์ชนิดอื่นได้แก่ เอนไซม์คาทาเลส

2) โปรตีนบางชนิดมีเหล็ก และกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เช่น เฟอรีดอกซิน ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวส่งอิเล็กตรอนในกระบวนการสำคัญ เช่น การสังเคราะห์แสง การรีดิวซ์ไนไทรต์ การรีดิวซ์ซัลเฟต และการตรึงไนโตรเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เหล็กทำหน้าที่เป็นโคแฟกเตอร์ของเอนไซม์หลายชนิด ซึ่งมีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟีลล์ การตรึงไนโตรเจนและการลดพิษของอนุมูลอิสระ

4) เหล็กมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ในใบ จึงช่วยให้การทำหน้าที่ของคลอโรพลาสต์มีความสมบูรณ์ (ยงยุทธ โอสถสภา. 2546)

พืชมักดูดใช้เหล็กในรูปเฟอรัสไอออนได้มากกว่าเฟอริกไอออน อย่างไรก้อตามรากพืชอาจดูดเฟอริกไอออนที่มีอยู่ในดินได้ดีเช่นเดียวกัน ในกรณีที่เฟอรริกไอออนและพืชต้องการดูดเฟอรัสไอออนรากพืชก็มีความสามารถรีดิวซ์เฟอริกเป็นเฟอรัสไอออนได้ เมื่อเฟอริกไอออนมาถึงผิวรากแต่ไม่จำเป็นต้องทำเช่นนั้นทั้งหมด เนื่องจากกระบวนการดังกล่าวต้องใช้พลังงานจากเมแทบอลีซึมแต่พืชอาจจะรีดิวซ์เฟอริกให้เป็นเฟอรัสไอออนบ้างเพื่อช่วยกลไกลการดูดเป็นไปได้สะดวกขึ้น เมื่อพืชประสบภาวะขาดแคลนธาตุเหล็ก รากอาจขับสารฟีโนลิกเพื่อช่วยละลายสารประกอบเหล็กในดินซึ่งทำให้รากดูดธาตุนี้มาใช้ได้มากขึ้น (Olsen and Miller, 1986)

2.8 คีเลต

สารคีเลต คือสารอินทรีย์ซึ่งสามารถจะรวมกับจุลธาตุอาหารที่มีประจุบวก ได้แก่ เหล็ก สังกะสี ทองแดง แมงกานีส เป็นต้น ปฏิกิริยารวมนี้เรียกว่า chelation จะได้คีเลต โดยสารคีเลตจะล้อมแคทไอออนของธาตุที่เป็นโลหะไว้ไม่เปิดโอกาสให้ประจุลบจากที่อื่น(ดินที่มีปัญหากรด) เข้าทำปฏิกิริยาได้ ทำให้จุลธาตุคีเลตนี้ไม่เกิดการตกตะกอนเป็นไฮดรอกไซด์ของโลหะ จึงเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น คีเลตที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ละลายน้ำได้ดีพืชจึงสามารถดูดซึมผ่านรากนำธาตุอาหารรองเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ได้ และต้องมีโครงสร้างภายในที่ประกอบด้วยโลหะต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วไม่ตกตะกอนในตัวคีเลตเอง และที่สำคัญธาตุโลหะต้องไม่เกาะตัวกันแน่นเกินไป เพราะเมื่อคีเลตถูกพืชดูดซึมเข้าไปแล้ว ธาตุอาหารเหล่านั้นควรจะแตกตัวให้พืชดูดซึมไปใช้งานได้ดี จึงจะเรียกว่าเป็นคีเลตที่ดี

ดังนั้น ปุ๋ยคีเลต จึงหมายถึง ปุ๋ยอาหารเสริมหรือปุ๋ยจุลธาตุ สารคีเลตที่ใช้ทำปุ๋ยจุลธาตุหรือธาตุอาหารเสริมมีอยู่ 2 ประเภท คือ

1) สารอินทรีย์ธรรมชาติ เช่น กรดฮิวมิก กรดฟีโนลิก กรดซิตริก และ กรดอะมิโน

2) สารคีเลตสังเคราะห์ มีสมบัติในการจับธาตุเหล็ก ทองแดง สังกะสี และแมงกานีส ตัวอย่าง เช่น EDTA ย่อมาจากเอทิลีนไดอามีน เตตราอะเซติก แอซิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 สารคีเลตสังเคราะห์

ได้แก่ EDTA, DTPA, HEDTA, NTA และ EDDHA ซึ่งเป็นคำย่อที่มาจากอักษรตัวแรกของชื่อสารประกอบ ดังนี้

EDTA ย่อมาจาก ethylenediamine tetraacetic acid

CDTA ย่อมาจาก cyclohexanediamine tetraacetic acid

DTPA ย่อมาจาก diethylenetriamine tetraacetic acid

EDDHA ย่อมาจาก ethylenediamine di (o) hydroxyphenylacetic acid

HEDTA ย่อมาจาก hydoxyethylene diamineteraacetic acid

2.8.2 สารคีเลตอินทรียสารจากธรรมชาติ

เช่น กรดอะมิโน กรดฮิวมิก สารประกอบเชิงซ้อนบางชนิด และกรดฟีโนลิก เป็นต้น

คีเลตแต่ละชนิดมีเสถียรภาพต่างกันเมื่ออยู่ในค่า pH ที่แตกต่างกัน Lindsay *et al.* 1967 กล่าวว่า Fe-EDTA และ Fe-DTPA จะมีเสถียรภาพจนถึง pH 6.5 และ 7.5 ตามลำดับ และ Fe-EDDHA สามารถมีเสถียรภาพใน pH ที่สูงกว่า 7.5 โดยเสถียรภาพของคีเลตในสารละลายธาตุอาหารยังขึ้นอยู่กับชนิด และความเข้มข้นของไอออนอื่นในสารละลายด้วย (ยงยุทธ โอสถสภา. 2547)

ภาพที่ 2.5 แสดงชนิดเหล็ก ก) Fe-EDTA ข) Fe-EDDHA ค) Fe-DTPA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูดธาตุอาหารเสริมในรูปคีเลตมักใช้ทางใบ เนื่องจากโมเลกุลของคีเลตซึ่งเป็นวงแหวนเมื่อจับธาตุเหล็ก ทองแดง แมงกานีส หรือสังกะสี ธาตุใดธาตุหนึ่งไว้ภายในโครงสร้างนั้น คีเลตจะปกป้องไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เมื่อฉีดพ่นไปที่ผิวใบ จะแทรกซึมผ่านเข้าสู่ภายในใบพืช บางส่วนจะเคลื่อนย้ายลงไปสู่รากได้อีกด้วย หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยคีเลตให้สูงขึ้น ควรผสมสารจับใบในอัตราที่พอเหมาะกับปุ๋ยคีเลต (ยงยุทธ โอสถสภา. 2552)

2.9 ค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายธาตุอาหารพืช

EC ย่อมาจากคำว่า Electric Conductivity หมายถึง ค่าการนำไฟฟ้าของความเข้มข้น(ในไฮโดรโพนิกส์จะหมายถึงความเข้มข้นของธาตุอาหาร)ทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยปกติแล้วน้ำบริสุทธิ์จะมีค่าการนำไฟฟ้าเป็นศูนย์ แต่เมื่อนำธาตุอาหารละลายในน้ำ เกลือของธาตุอาหารเหล่านี้จะแตกตัวเป็นประจุบวก และประจุลบ ซึ่งจะเป็นตัวนำไฟฟ้า ทำให้มีค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity) ซึ่งค่านำไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณเกลือของธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำ ดังนั้น เราจึงใช้การวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย (ค่า EC) เพื่อเป็นตัวบอกปริมาณเกลือธาตุอาหารที่ละลายในน้ำ แต่การวัดค่า EC นั้นเป็นเพียงการวัดค่าโดยรวมไม่สามารถแยกบอกความเข้มข้นของเกลือแต่ละตัวได้ เช่น ถ้านำธาตุอาหาร A หรือ B มาละลายในน้ำ เกลือของธาตุต่างๆ เช่น N,P,K ฯลฯ ก็จะละลายรวมกันอยู่ โดยที่เราไม่สามารถบอกได้ว่า มีธาตุอาหารแต่ละตัวอยู่เท่าไหร่ ตัวอย่างเช่นในน้ำมีเกลือ N+P+K ละลายรวมกันอยู่ และวัดค่า EC ได้ = 2.0 mS/cm เราไม่สามารถทราบได้ว่ามี N,P,K อยู่อย่างละเท่าใด ทราบเพียงแต่ว่ามีอยู่รวมกัน มีค่า = 2.0 mS/cm ซึ่งค่า EC ที่วัดได้นี้จะนำไปใช้กับพืชที่เราจะทำการปลูก และควรรักษาระดับค่า EC ให้คงที่และปรับค่าอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ในสารละลายมีธาตุอาหารที่พืชสามารถจะนำไปใช้ได้ตลอดเวลาและพอเพียง โดยส่วนมากค่าที่ใช้วัดสำหรับการปลูกพืชจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.5-5.0 mS/cm โดยพืชแต่ละชนิดก็จะใช้ค่า EC ที่แตกต่างกันออกไป เครื่อง EC Meter เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มากและควรมีไว้ใช้ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของน้ำ และตรวจสอบความถูกต้องของการละลายธาตุอาหารในระบบน้ำที่ใช้ในการปลูก เครื่อง EC Meter นั้นมีหน่วยการวัดค่าหลายหน่วยดังนั้น การเลือกซื้อเครื่องมือต้องดูให้เหมาะสมกับงานที่ใช้ โดยทั่วไประบบไฮโดรโพนิกส์ ควรเลือกเครื่องมือที่วัดได้ในช่วง 0 – 10 mS/cm ซึ่งน่าจะเพียงพอ ไม่จำเป็นต้องเลือกเครื่องที่สามารถเลือกช่วงการวัดได้หลายช่วงในเครื่องเดียว เช่น เลือกได้จากช่วง 0 – 10 mS/cm, 0 - 20 mS/cm , 0-100 mS/cm ซึ่งราคาจะแพงและเป็นช่วงการวัดที่เราไม่ได้ใช้ โดยเฉพาะช่วงตั้งแต่ 10-100 mS/cm (ดิเรก ทองอร่าม. 2546) นอกจากนี้ควรสอบถามจากผู้ขายถึงวิธีการใช้งานและการดูแลรักษา และสิ่งที่สำคัญในการใช้เครื่องมือคือต้องมีการตรวจสอบค่าที่วัดได้จากเครื่องมือว่าถูกต้องหรือไม่อยู่เสมอๆ โดยใช้เครื่องมือวัดวัดค่าสารละลายที่เราทราบค่า EC ที่แน่นอนและอ่านค่าจากเครื่องมือถ้าค่าไม่ตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องทำการตั้งค่าที่เครื่องมือให้ถูกต้องซึ่งวิธีการปรับค่าจะมีแนบมากับเครื่องมือที่ซื้อมา หรือสามารถขอจากผู้ขายได้โดยตรง

ค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมแตกต่างกันตามระยะการเจริญเติบโต ความแข็งแรงและชนิดของต้นพืช เช่น ในต้นมะเขือเทศค่าการนำไฟฟ้าที่สูงจะยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นพืช แต่จะเหมาะสมกับพืชที่อยู่ในช่วงให้ผลผลิต (reproductive growth) ค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำ จะเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นก่อนการให้ผล (vegetative growth) เมื่อเพิ่มค่าการนำไฟฟ้าให้สูงขึ้น จะมีผลทำให้พืชมีความแข็งแรงมากขึ้น มีการเจริญเติบโตเร็วขึ้น เพิ่มน้ำหนักใบ ผล และดอก ทำให้คุณภาพผลผลิตดีขึ้น เช่น มะเขือเทศจะมีปริมาณน้ำตาลที่สูงขึ้น ปริมาณธาตุอาหาร และกรดในผลเพิ่มขึ้น อายุการเก็บเกี่ยวยาวนานขึ้น อย่างไรก็ตาม การควบคุมให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงจะยุ่งยาก และหากค่าการนำไฟฟ้าสูงเกินไปจะทำให้ผลเสีย เช่น ในผักสลัด อาจเกิดอาการยอดไหม้ (tip burn) (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2549) ค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำนั้น (<1.0 mS/cm) จะทำให้คุณภาพของผลผลิตที่ได้อ่อนนุ่ม ซึ่งจะดีในการปลูกผักสลัด แต่ในมะเขือเทศ และพืชผักชนิดอื่นที่เก็บผลสด พบว่าคุณภาพของผลจะไม่ดี เนื่องจากผลนุ่มเกินไป และรสชาติไม่ดี นอกจากนี้อายุหลังการเก็บเกี่ยว ทั้งผัก ไม้ดอก และไม้ประดับจะสั้นลง นอกจากนี้ กฤษฎา หงส์ทอง และศิวาพร ธรรมดี (2553) ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาหาระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นในระบบวัสดุปลูกไร้ดินที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี โดยให้ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารเทียบเป็นค่า Electro-conductivity (EC) เมื่อเข้าสู่ระยะติดผลเป็น 4 ระดับ คือ 1.0, 2.0, 2.5 และ 3.0 mS/cm พบว่า การให้สารละลายธาตุอาหารที่ EC เท่ากับ 3.0 mS/cm มีค่าเฉลี่ยของผลผลิตแตงกวาที่ขายได้ และผลผลิตเกรด 1 ไม่แตกต่างจากที่ EC เท่ากับ 2.5 และ 2.0 mS/cm แต่มากกว่าที่ EC เท่ากับ 1.0 mS/cm ส่วนของการเจริญเติบโตนั้น ความยาวของใบของแตงกวาญี่ปุ่นที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ EC เท่ากับ 2.5 mS/cm มีค่ามากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 การทดลองที่ 1 ปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกแวนด้า (*Vandas* sp.) เป็นไม้กระถาง

1) การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2x2x2 Factorial in Randomized complete block design ประกอบด้วย 8 ตำรับทดลอง ตำรับทดลองละ 7 ซ้ำ โดยมีปัจจัยดังนี้

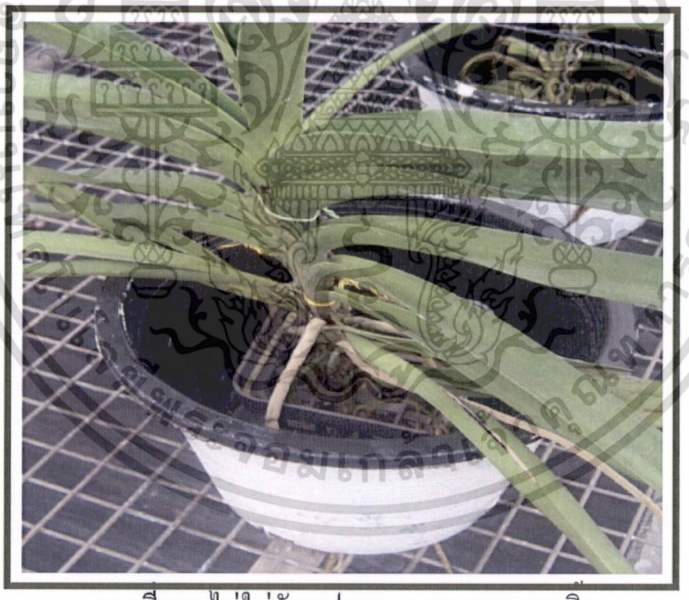
ปัจจัย A คือ สูตรปุ๋ย มี 2 แบบ	ปัจจัย B คือ วัสดุปลูก มี 2 แบบ	ปัจจัย C คือ ขนาดกระถาง มี 2 ขนาด
A1 = Hydroponics	B1 = Subtrate (Bio Act®)	C1 = กระถางขนาด 6 นิ้ว
A2 = ปุ๋ยสูตร 20-20-20	B2 = No Subtrate	C2 = กระถางขนาด 8 นิ้ว

โดยมี ตำรับทดลอง ทั้งหมด 8 ตำรับทดลอง คือ

ตำรับทดลอง 1 คือ ปุ๋ย Hydroponic + ไม่ใส่วัสดุปลูก + กระถางขนาด 6 นิ้ว
ตำรับทดลอง 2 คือ ปุ๋ย Hydroponic + ใส่วัสดุปลูก Bio Act® + กระถางขนาด 6 นิ้ว
ตำรับทดลอง 3 คือ ปุ๋ยการค้า สูตร 20-20-20 + ไม่ใส่วัสดุปลูก + กระถางขนาด 6 นิ้ว
ตำรับทดลอง 4 คือ ปุ๋ยการค้า สูตร 20-20-20 + ใส่วัสดุปลูก Bio Act® + กระถางขนาด 6 นิ้ว
ตำรับทดลอง 5 คือ ปุ๋ย Hydroponic + ไม่ใส่วัสดุปลูก + กระถางขนาด 8 นิ้ว
ตำรับทดลอง 6 คือ ปุ๋ย Hydroponic + ใส่วัสดุปลูก Bio Act® + กระถางขนาด 8 นิ้ว
ตำรับทดลอง 7 คือ ปุ๋ยการค้า สูตร 20-20-20 + ไม่ใส่วัสดุปลูก + กระถางขนาด 8 นิ้ว
ตำรับทดลอง 8 คือ ปุ๋ยการค้า สูตร 20-20-20 + ใส่วัสดุปลูก Bio Act® + กระถางขนาด 8 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

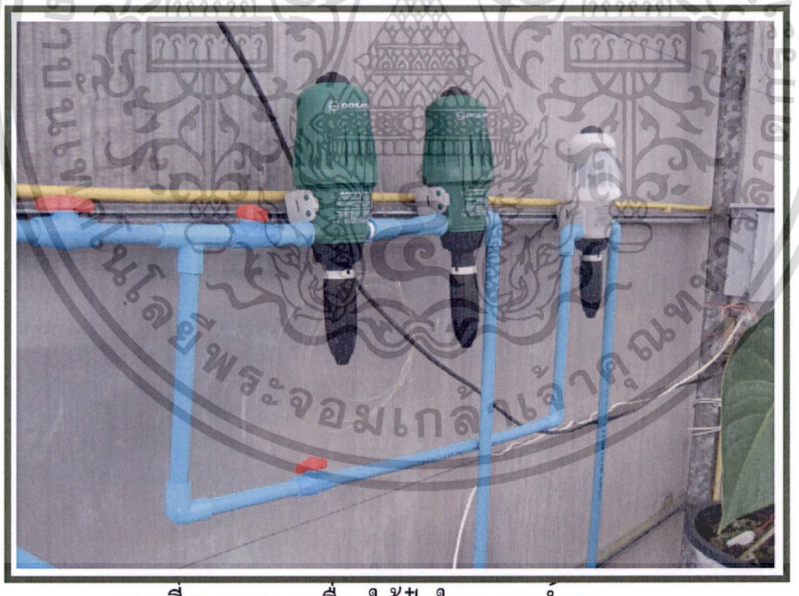
ภาพที่ 3.1 วัสดุปลูก Bio Act^{n} กระถางขนาด 6 นิ้ว



ภาพที่ 3.2 ไม่ใส่วัสดุปลูกกระถางขนาด 8 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.3 การจัดเรียงการทดลองในโรงเรือน



ภาพที่ 3.4 แสดงเครื่องให้ปุ๋ยในระบบน้ำ Dosatron

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2.1) พืชทดลอง

กล้วยไม้สกุลแวนด้า (*Vandas* sp.)

2.2) อุปกรณ์

1. โต๊ะปลูก
2. กระถางพลาสติก ขนาด 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว
3. วัสดุปลูก Bio Act[n]
4. ไม้บรรทัด
5. เวอร์เนีย
6. ถังสารละลายธาตุอาหาร
7. เครื่องชั่ง
8. บีกเกอร์
9. ท่อ PVC
10. หัวจ่ายน้ำ
11. ปั๊มน้ำ
12. เครื่องวัด EC
13. เครื่องวัด pH
14. สารละลายธาตุอาหารสูตร Anthurium
15. ปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 เป็นปุ๋ยที่มีสารพิเศษ เฟอร์ติวานซ์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการจับติดใบดีเยี่ยม และมีธาตุอาหารเสริม Fe, Mn, Zn, Cu และ Mo จากบริษัท โรเท็ม แอมฟอร์ท เนเกฟ ลิมิเต็ด จำกัด ประเทศอิสราเอล มีชื่อทางการค้า คือ นูตริวานซ์ ออร์คิดเด้น

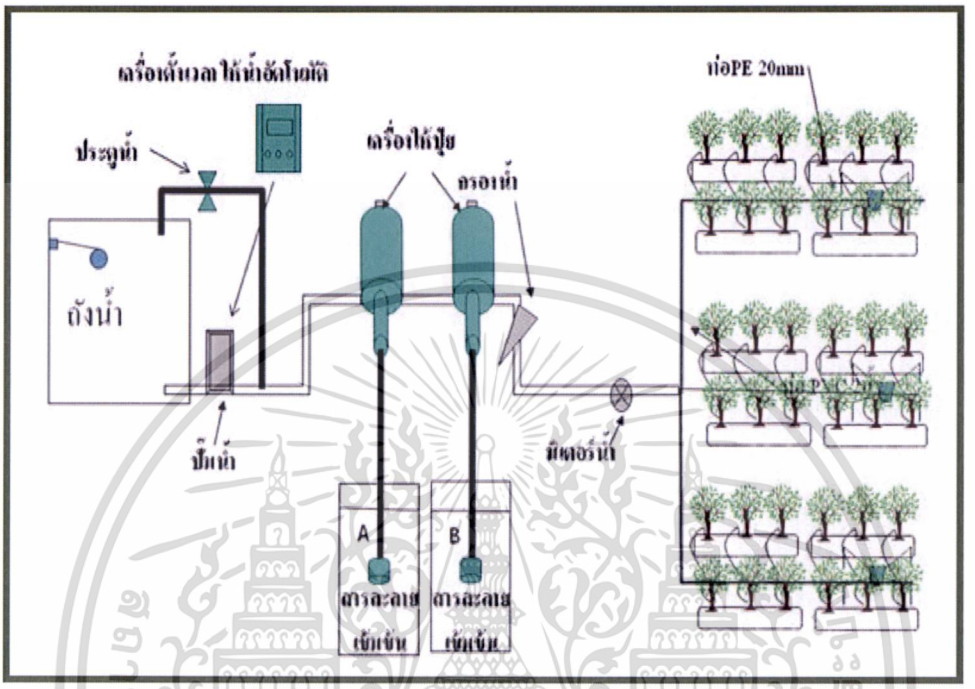
3) วิธีการเตรียมการทดลอง

ทำการทดลองภายในโรงเรือน Evaporative cooling ขนาดกว้าง 9 เมตร ยาว 30 เมตร ที่อุณหภูมิไม่เกิน 32 องศาเซลเซียส โดยภายในโรงเรือนจะทำการขึงตาข่ายพรางแสง เพื่อพรางแสงอีกหนึ่งชั้นในบริเวณที่ทำการทดลอง หลังจากนั้น ทำการติดตั้งระบบจ่ายสารละลาย ธาตุอาหารไปยังรากพืชอัตโนมัติ แบบการปลูกโดยใช้วัสดุปลูก (ภาพที่ 3.5) โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

(1) ส่วนควบคุม เป็นส่วนที่จะควบคุมค่าต่างๆ ได้แก่ ความดันอัตรา, ระบบการเตรียมสารละลาย, ระบบกรอง และช่วงเวลาการให้สารละลาย โดยช่วงเวลาการให้สารละลายนั้น จะทำการตั้งเวลาระบบให้สารละลาย 2 ครั้ง ในเวลา 6.00 น. และ 18.00 น. นานครั้งละ 3 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ส่วนนำสารละลายสู่รากพืช ได้แก่ ระบบท่อน้ำต่างๆ และหัวน้ำหยด ซึ่งในการทดลองใช้หัวน้ำหยดแบบ mini sprinklers



ภาพที่ 3.5 ระบบจ่ายสารลายธาตุอาหารไปยังรากพืช

การให้สารละลายแต่ละตำรับการทดลอง สารละลายปุ๋ยเข้มข้น A และ B จะถูกดึงมาผสมด้วยเครื่อง Dosatron เช่นเดียวกับสารละลายปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 แต่ปุ๋ยเกล็ดนี้จะมีสารละลายเพียง 1 ถัง ซึ่งแสดงภาพโครงสร้างการให้ปุ๋ยด้วยเครื่อง Dosatron นี้ในภาพที่ 3.4 เมื่อสารละลายธาตุอาหารไหลผ่านเครื่อง Dosatron ระบบก็จะทำการจ่ายสารละลายส่งไปตามท่อที่ได้วางระบบไว้และส่งต่อไปยังต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าแต่ละต้นตามตำรับการทดลอง

4) วิธีการทดลอง

1. เตรียมวัสดุปลูก โดยการนำวัสดุปลูกไปแช่น้ำ โดยให้ปริมาณน้ำท่วมวัสดุปลูก จากนั้นแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน

2. เตรียมกล้วยไม้ โดยใช้กล้วยไม้สกุลแวนด้า ที่มีอายุ 4 เดือน ปลูกในกะถางขนาด 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว ขนาดละ 32 ต้น ในจำนวน 32 ต้น จะปลูกโดยวัสดุปลูก Bio Act^{n} จำนวน 16 ต้น และไม่ใส่วัสดุปลูก Bio Act^{n} จำนวน 16 ต้น และมีการให้ปุ๋ย 2 ชนิด คือ ปุ๋ย Hydroponic formular โดยปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hydroponic formular ใช้ปุ๋ยสูตร KMITL โดยมีค่า EC = 1.03 mS/cm และ pH = 5.5 – 6.0 และ ปุ๋ยการค้า สูตร 20-20-20 จากนั้นทำเครื่องหมายติดที่ต้นกล้วยไม้ ทำการสุ่มจำนวน 7 ซ้ำ

3. เตรียมสารละลายธาตุอาหาร เตรียมถังใส่ stock solution A,B จำนวน 2 ถัง ทำการวัดปริมาตรของน้ำในถังให้ได้ปริมาณ 10 ลิตร ถังสารละลาย A จะประกอบไปด้วย $Ca(NO_3)_2$ และ Fe-DTPA แล้วคนสารละลายให้เข้ากัน หลังจากนั้นปรับปริมาตรน้ำให้ได้ปริมาณ 10 ลิตร ถังสารละลาย B จะทำการใส่น้ำไปครึ่งหนึ่งเพื่อละลายธาตุอาหาร ถัง B จะประกอบไปด้วย KNO_3 , KH_2PO_4, Urea, $MgSO_4$, $ZnSO_4$, $CuSO_4$, $MnSO_4$, H_3BO_3 และ $(NH_4)2MoO_4$ แล้วคนให้เข้ากัน

5) การเก็บข้อมูล

บันทึกข้อมูล (เก็บข้อมูลทุกๆ 1 สัปดาห์) โดยทำการวัดความยาวใบที่แตกใหม่ หลังปลูก 1 เดือน โดยนับเป็นใบที่ 1 และวัดต่อเนื่องจนใบหยุดการเจริญเติบโต (2 เดือน) วัดจำนวนทั้งหมด 4 ใบ และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ตัดใบที่ 3 จากยอดมาวัดค่า Chlorophyll โดยใช้ SPAD รุ่น 501 Plus และชั่งน้ำหนักสดของใบ วัดความสูงต้น จำนวนดอก ความยาวช่อดอก จำนวนช่อดอก เส้นผ่านศูนย์กลางช่อดอก วัดปล้องที่ 2 จากโคนช่อดอก โดยใช้เวอร์เนียแคลิเปอร์ วัดความกว้างดอก

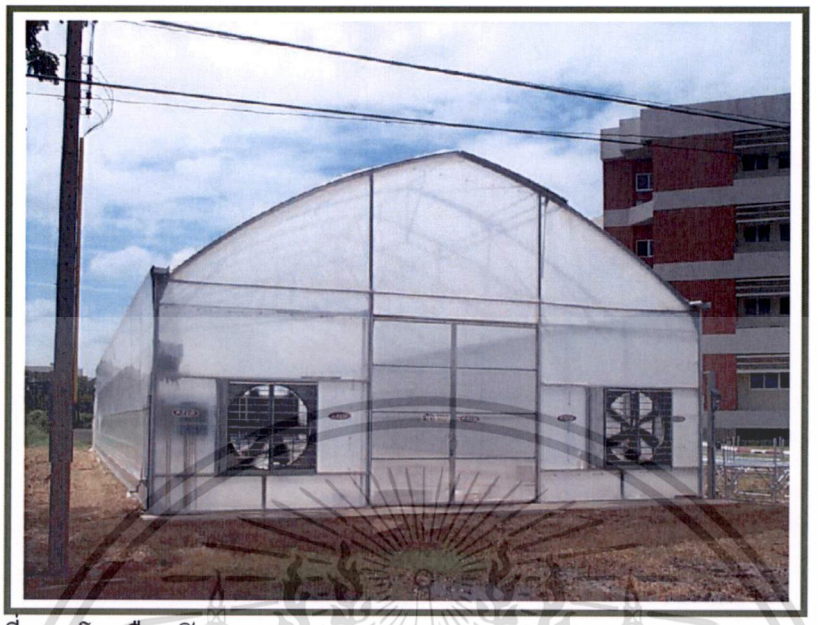
6) การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูล มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลอง ตามวิธี Duncan' new multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

7) สถานที่ทำการวิจัย

โรงเรือน Evaporative cooling คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 โรงเรือนปิดระบบEvaporative cooling Greenhouseขนาด 9 x 30 เมตร ที่ใช้ในการทดลอง

8) ระยะเวลาในการทำวิจัย

ทำการทดลองทั้งสิ้น เป็นระยะเวลา 11 เดือน คือ ช่วงเดือนสิงหาคม 2553 – เดือนกรกฎาคม 2554

3.2 การทดลองที่ 2 ธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมาที่ปลูกในระบบ NFT

1) การวางแผนการทดลอง

ทำการวางแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial in Completely Randomized Design 9 ตำรับการทดลอง 4 ซ้ำ โดยมีปัจจัย 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัย A คือ ชนิดของเหล็กคีเลต ประกอบด้วย A_1 คือ Fe-EDTA, A_2 คือ Fe-DTPA และ A_3 คือ Fe-EDDHA ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารสูตร ปทุมมา NT (โดยดูจากค่าการนำไฟฟ้า (EC) หน่วย mS/cm) ประกอบด้วย B_1 คือ 1.0 mS/cm, B_2 คือ 2.0 mS/cm และ B_3 คือ 3.0 mS/cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก	ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC)
A_1 = Fe-EDTA	B_1 = EC 1.00 mS/cm
A_2 = Fe-DTPA	B_2 = EC 2.0 mS/cm
A_3 = Fe-EDDHA	B_3 = EC 3.0 mS/cm

2) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2.1) พืชทดลอง

1. ต้นปทุมมา (*Curcuma alismatifolia*) จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

2.2) อุปกรณ์

1. ต้นปทุมมา
2. ถ้วยปลูก
3. พีทมอส (peat moss)
4. รางปลูก
5. โต๊ะปลูก 6 โต๊ะ
6. สารละลายธาตุอาหาร
7. ถังสารละลาย 9 ใบ
8. ปั๊มน้ำ ยี่ห้อ Sonic รุ่น AP2500 อัตราไหล 2,000 ลิตร/ชั่วโมง จำนวน 9 ตัว
9. Minolta SPAD 502 Chlorophyll meter
11. เครื่องวัด EC meter
12. เครื่องมือวัด vernier caliper
13. ไม้บรรทัด

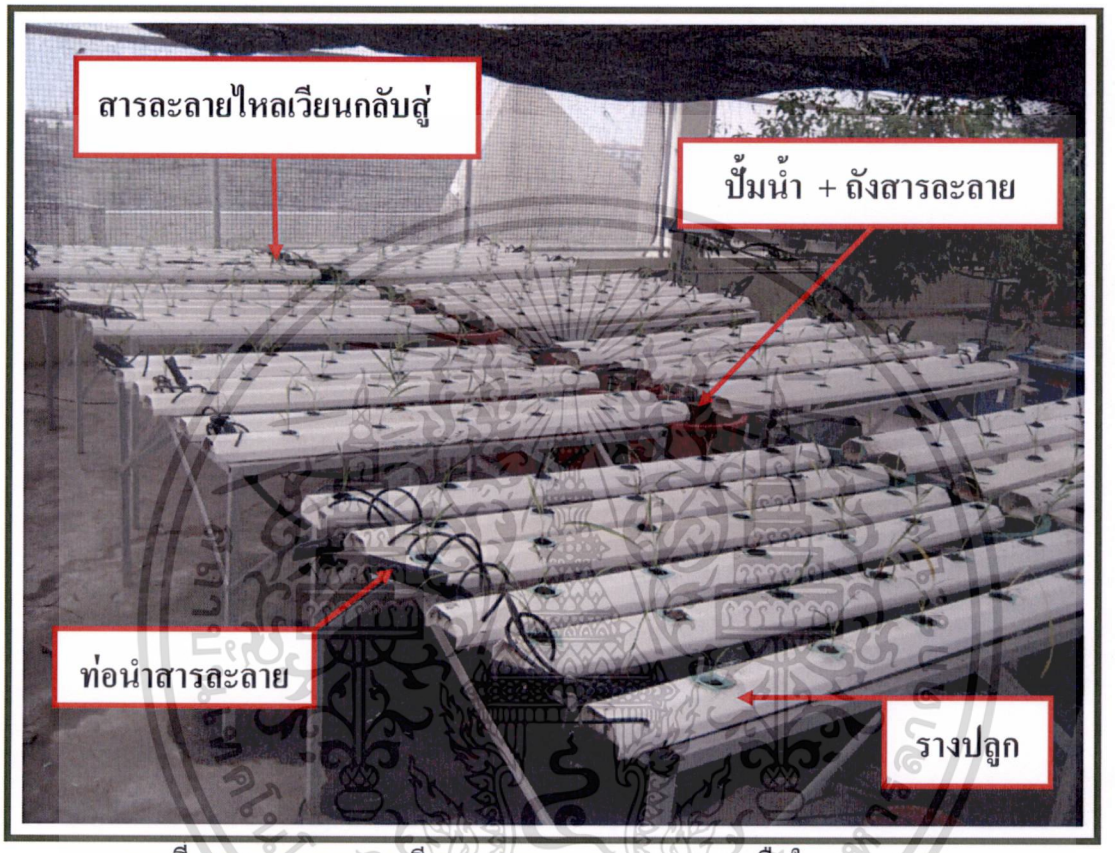
3) วิธีการเตรียมการทดลอง

เตรียมระบบปลูก NFT (Nutrient Film Techniques) ดังนี้

1. โต๊ะปลูก จำนวน 6 โต๊ะ
2. รางปลูก มีหลุมปลูก 6 หลุมต่อราง จำนวน 36 ราง
3. ติดตั้งปั๊มแบบแช่อยู่ในถังสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ติดตั้งท่อนำสารละลายจากปั๊มไปสู่หัวรางปลูกพืชโดยจะมีปั๊มดูดสารละลายให้ไหลมาตามท่อนำสารละลาย ไหลผ่านรางและรากพืช และเวียนกลับมายังถังเก็บสารละลายเป็นระบบน้ำไหลเวียน



ภาพที่ 3.7 แสดงการหมุนเวียนของสารละลายธาตุอาหารพืชในระบบ NFT

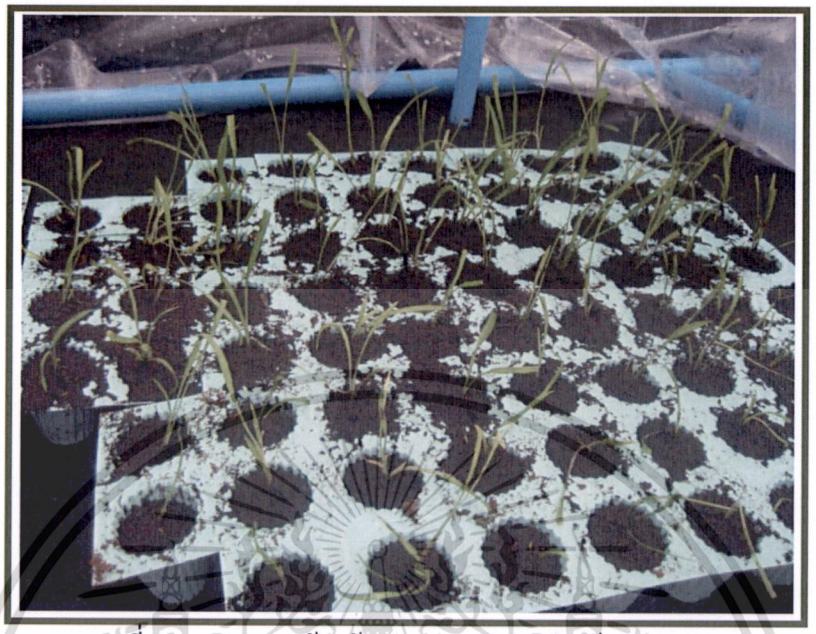
4) วิธีการทดลอง

1. นำต้นปทุมมาที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มาย้ายปลูกลงในถ้วยปลูก โดยใช้ peat moss เป็นวัสดุปลูก รดน้ำวันละครั้ง เป็นเวลา 1 เดือน

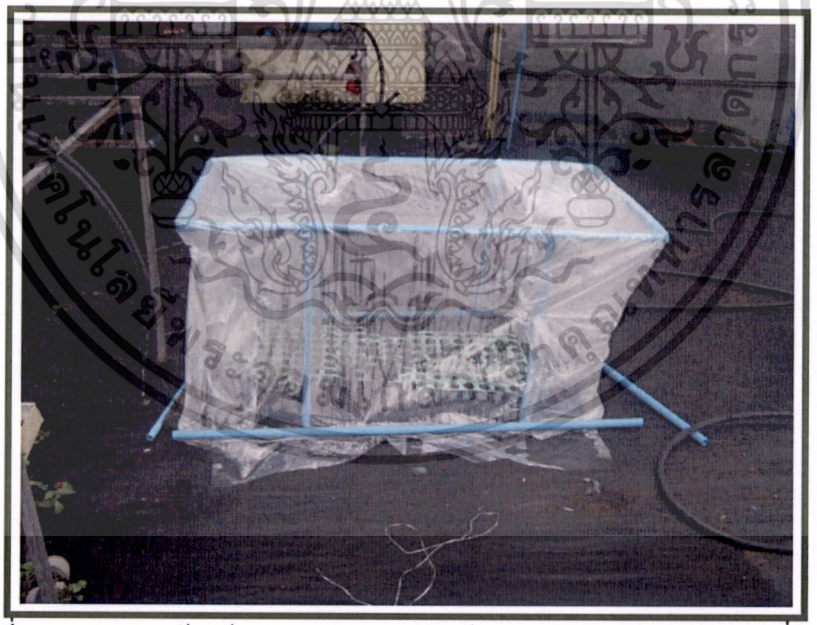
2. เมื่อครบ 1 เดือน ย้ายลงในรางปลูกในระบบ NFT

3. ในแต่ละตำรับการทดลองจะได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตร ปทุมมา NT โดยการเตรียมสารละลายธาตุอาหารเข้มข้น ซึ่งสารละลาย A ปริมาตร 10 ลิตร มี 3 ถัง โดยทั้ง 3 ถังประกอบด้วย $Ca(NO_3)_2$ และเหล็กที่แตกต่างกันชนิด 3 ชนิด ดังนี้ Fe-DTPA, Fe-EDTA, Fe-EDDHA และสารละลาย B จำนวน 1 ถังปริมาตร 10 ลิตร และเมื่อนำมาใช้จะผสมสารละลาย A และ B ปริมาตรเท่าๆ กันในน้ำ ให้ได้ค่า EC และชนิดเหล็กตามที่ต้องการ ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้า 1.61 mS/cm และ pH 5.5-6.0

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

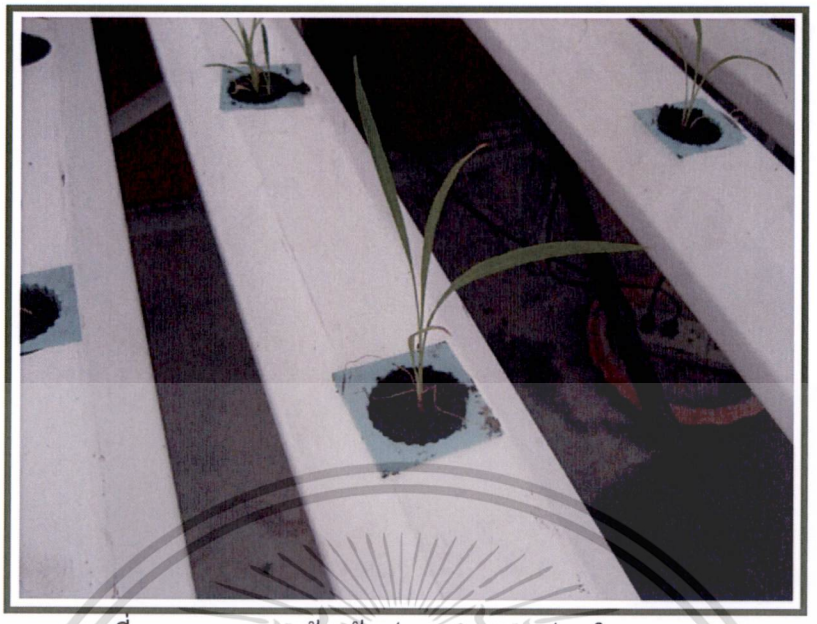


ภาพที่ 3.8 แสดงการย้ายต้นปทุมมาลงปลูกในถ้วยปลูก



ภาพที่ 3.9 แสดงการย้ายต้นปทุมมาลงปลูกในถ้วยปลูก คลุมด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำและศัตรูพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.10 แสดงการย้ายต้นปทุมมาลงรางปลูกในระบบ NFT

ภาพที่ 3.11 แสดงการจัดเรียงต้นปทุมมาลงรางปลูกในระบบ NFT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การเก็บข้อมูล

บันทึกผลการทดลองข้อมูลการเจริญเติบโต ดังนี้

1. จำนวนใบ
2. เส้นผ่านศูนย์กลางต้น
3. ความยาวใบ
4. ความกว้างใบ (วัดส่วนที่กว้างที่สุดของใบ)
5. ความสูงต้น
6. ค่าความเขียวของใบ (SPAD)
7. ความยาวก้านดอก
8. เส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอก
9. จำนวนกลีบดอก
10. น้ำหนักดอก
11. ความยาวดอก
12. น้ำหนักหัว

6) การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลจำนวนใบ เส้นผ่านศูนย์กลางต้น ความยาวใบ ความกว้างใบ ความสูงต้น ค่าความเขียวของใบ (SPAD) ความยาวก้านดอก เส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอก จำนวนกลีบดอก น้ำหนักดอก ความยาวดอก มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติโดย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

7) สถานที่ทำการวิจัย

โรงเรือนทดลองแบบเปิด หลังคาทำด้วยโพลีคาร์บอเนต ขนาด 12x40 เมตร ด้านข้างขึงด้วยตาข่ายไนร่อน กันลม บริเวณชั้น 5 อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.12 โรงเรือนหลังคา อะคีริก ขนาด 12x40 เมตรที่ใช้ในการทดลอง

8) ระยะเวลาในการทำวิจัย

ทำการทดลองทั้งสิ้นเป็นระยะเวลา 9 เดือน คือ ช่วงเดือนมีนาคม 2555 – เดือนธันวาคม 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 ปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกแวนด้าเป็นไม้กระถาง

4.1.1. การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบของกล้วยไม้

1) ความยาวใบ

ในการทดลองได้วัดการเจริญเติบโตของใบ โดยวัดความยาวของใบที่แตกยอดขึ้นใหม่จนสิ้นสุดการเจริญเติบโตทางใบ (ประมาณ 8 สัปดาห์) โดยวัดความยาวใบตามแนวเส้นใบจากโคนไปถึงปลาย พบว่า จะเริ่มเห็นผลความแตกต่างความยาวใบจากใบที่ 2 โดยขนาดกระถางที่ใหญ่ (8 นิ้ว) จะมีผลให้ความยาวใบยาวกว่ากระถางขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$ และที่ $P < 0.01$) ส่วนชนิดปุ๋ยและวัสดุปลูกไม่มีผลต่อความยาวใบ แสดงในตารางที่ 4.1 และแสดงในภาพที่ 4.2, ภาพที่ 4.3, ภาพที่ 4.4, และภาพที่ 4.5

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของทั้งสามปัจจัย พบว่า ตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ย Hydroponic ไม่ใส่วัสดุปลูก Bio Act^{n} และกระถางขนาด 8 นิ้ว มีความยาวใบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ 15.50 เซนติเมตร แสดงในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงความยาวใบ

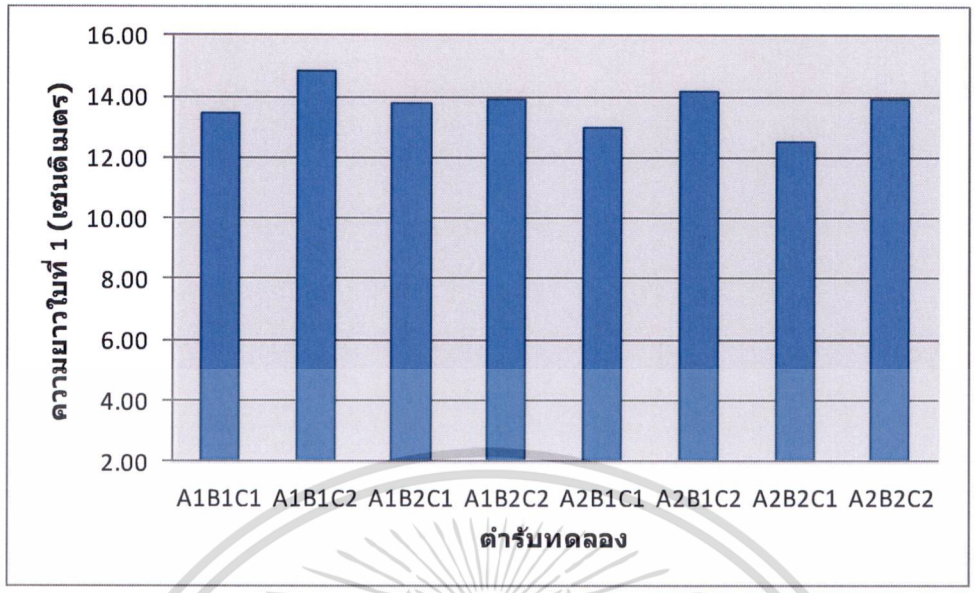
	ความยาวใบที่ 1 (ซม.)	ความยาวใบที่ 2 (ซม.)	ความยาวใบที่ 3 (ซม.)	ความยาวใบที่ 4 (ซม.)
A = ชนิดปุ๋ย				
ปุ๋ย Hydroponic	13.66	13.93	13.85	14.03
ปุ๋ยสูตร 20-20-20	13.71	13.61	13.80	14.30
F-test	ns	ns	ns	ns
B = ชนิดวัสดุปลูก				
Bio Act[n]	13.85	13.79	13.58	14.22
ไม่ใส่วัสดุปลูก	13.52	13.81	14.07	14.11
F-test	ns	ns	ns	ns
C = ขนาดกระถาง				
ขนาด 6 "	13.88	13.33b	13.23b	13.42b
ขนาด 8 "	13.56	14.28a	14.43a	14.91a
F-test	ns	*	*	*
A1B1C1	13.41ab	13.33b	13.21bc	13.41bc
A1B1C2	14.81a	13.55b	13.59abc	14.32bc
A1B2C1	13.76ab	13.33b	14.14ab	13.80bc
A1B2C2	13.90ab	15.50a	14.45ab	14.57bc
A2B1C1	12.98ab	13.67b	12.37c	14.73ab
A2B1C2	14.17ab	14.60ab	15.15a	13.13b
A2B2C1	12.50b	12.97b	13.16bc	13.33bc
A2B2C2	13.93ab	13.45b	14.50ab	15.01a
AxBxC	**	**	**	**
CV %	18.96	14.81	15.44	13.85

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

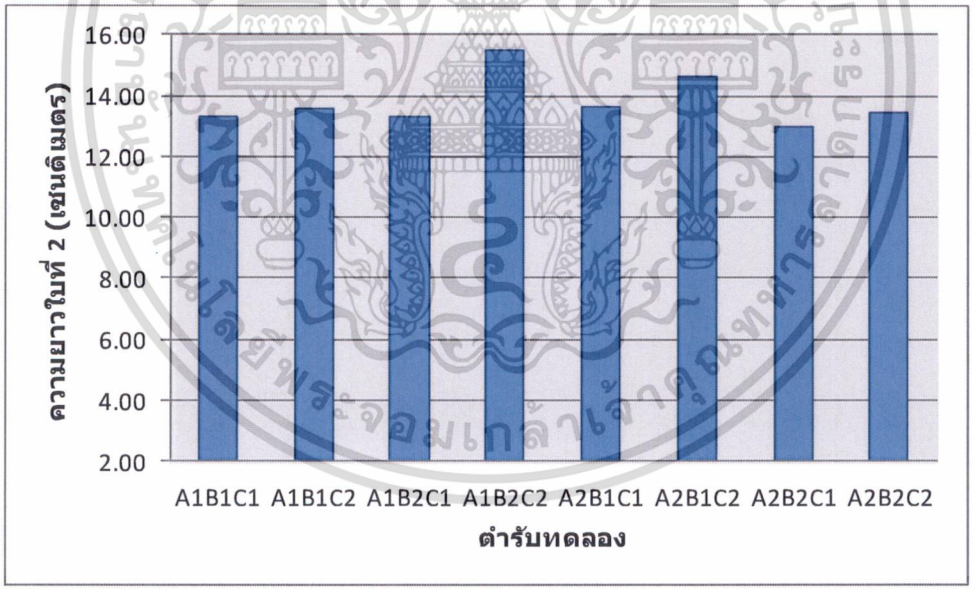
** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.01$)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

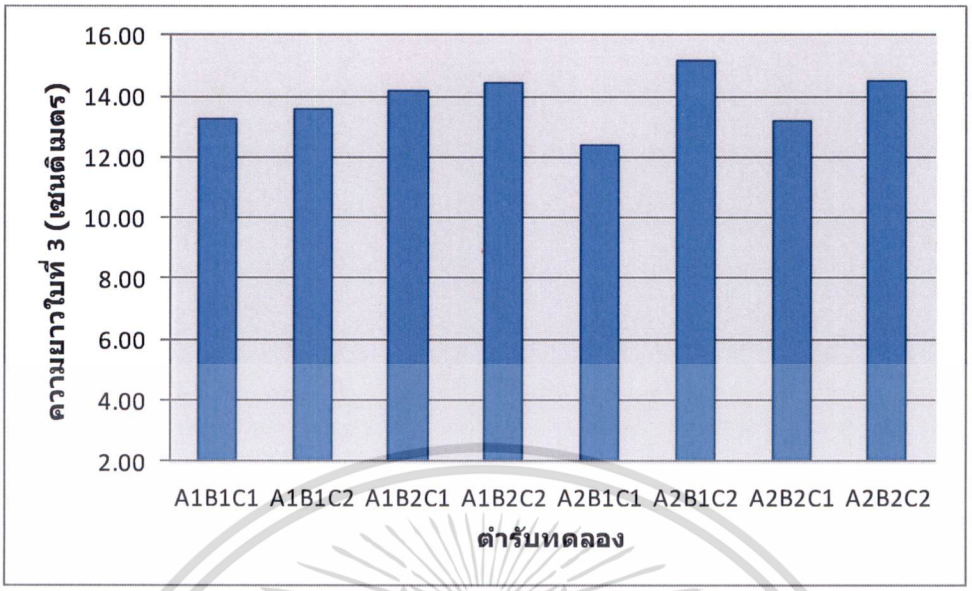


ภาพที่ 4.1 แสดงความยาวใบที่ 1 ของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

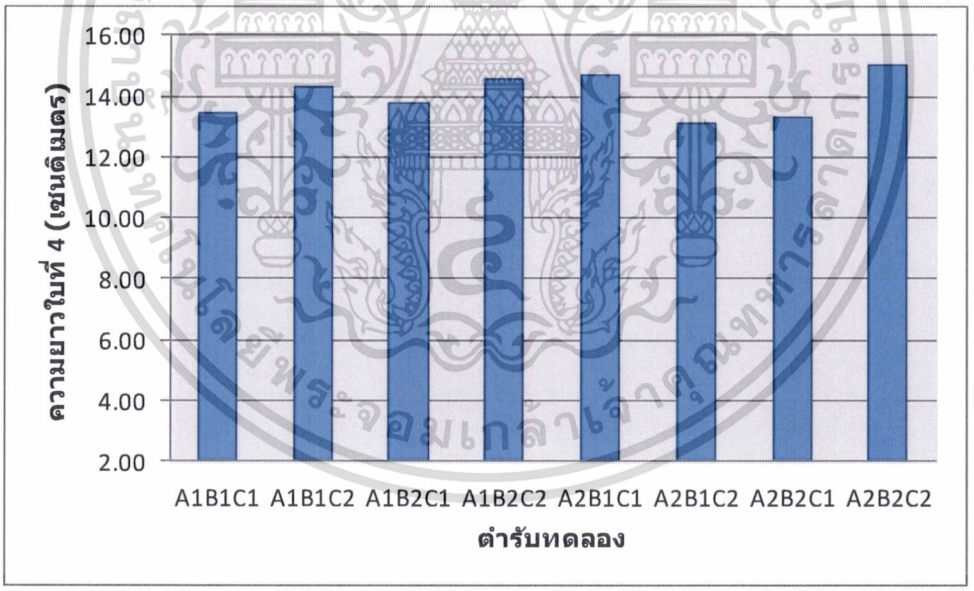


ภาพที่ 4.2 แสดงความยาวใบที่ 2 ของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 แสดงความยาวใบที่ 3 ของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ภาพที่ 4.4 แสดงความยาวใบที่ 4 ของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

2) ความสูงต้น

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า การใส่วัสดุปลูก Bio Act^{n} จะมีผลให้ต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้ามีความสูงมากกว่าไม่มีวัสดุปลูก Bio Act^{n} อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนชนิดปุ๋ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และขนาดกระถางไม่มีผลต่อความสูงของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้า ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.2 และแสดงในภาพที่ 4.1

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของทั้งสามปัจจัย พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ย Hydroponic ใส่วัสดุปลูก Bio Act[n] และกระถางขนาด 6 นิ้ว มีความสูงต้นมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ 16.22 เซนติเมตร แสดงในตารางที่ 4.2

3) น้ำหนักใบที่ 3

จากการตัดใบที่ 3 ของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้ามาหาน้ำหนักสด พบว่าการไม่ใส่วัสดุปลูกจะมีผลให้น้ำหนักใบมากกว่ามีการใส่วัสดุปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงในภาพที่ 4.6 เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสาม พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ย Hydroponic ไม่ใส่วัสดุปลูก Bio Act[n] และกระถางขนาด 8 นิ้ว มีน้ำหนักใบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ 41.74 กรัม แสดงในตารางที่ 4.2 และแสดงในภาพที่ 4.6

4) SPAD Unit

ในการทดลองได้ทำการวัดค่าความเขียวใบ โดยวัดใบที่ 3 นับจากปลายยอดลงมา ทำการวัดในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลองวัด ค่าความเขียวใบ โดยใช้ SPAD รุ่น 502 Plus ชนิดปุ๋ย วัสดุปลูก และขนาดกระถาง ไม่มีผลต่อค่าความเขียวใบ ของใบกล้วยไม้สกุลแวนด้า อย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.2 และแสดงในภาพที่ 4.7 และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของทั้งสามปัจจัยพบว่า ปัจจัยทั้งสามไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าความเขียวของใบ (SPAD) อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงความสูงต้น น้ำหนักใบ ค่าความเขียวใบ (SPAD)

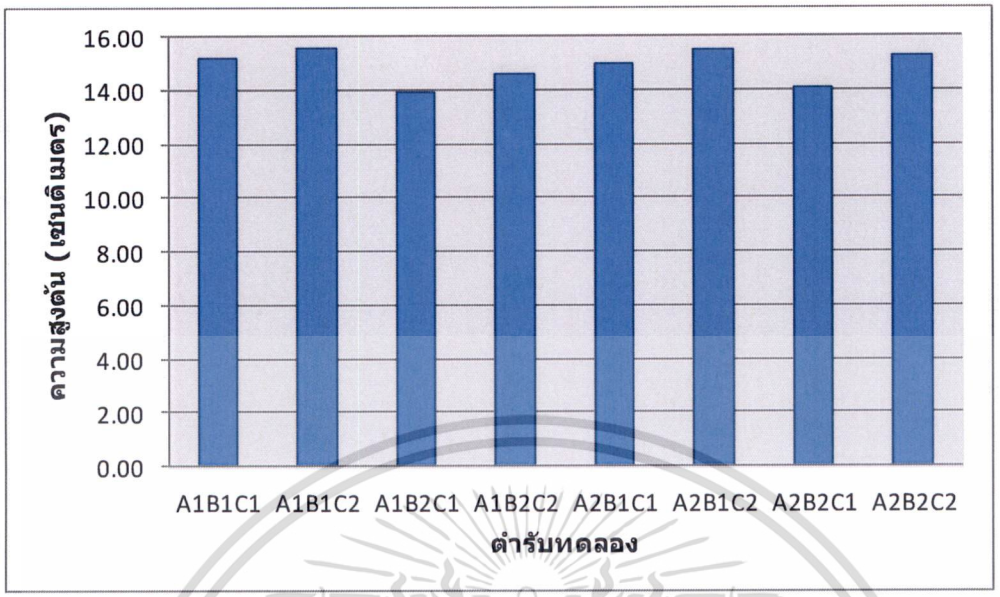
	ความสูงต้น (ซม.)	น้ำหนักใบที่ 3 (กรัม)	SPAD
A = ชนิดปุ๋ย			
ปุ๋ย Hydroponic	15.54	31.9	76.32
ปุ๋ยสูตร 20-20-20	15.91	31.49	73.87
F-test	ns	ns	ns
B = ชนิดวัสดุปลูก			
Bio Act^{n}	15.51	25.39b	76.63
ไม่ใส่วัสดุปลูก	15.39	38.01a	75.56
F-test	*	**	ns
C = ขนาดกระถาง			
ขนาด 6 "	15.51	30.86	74.31
ขนาด 8 "	15.94	32.53	75.89
F-test	ns	ns	ns
A1B1C1	15.78ab	26.80cd	72.58
A1B1C2	16.22a	22.94d	76.65
A1B2C1	15.01b	36.12ab	78.12
A1B2C2	15.16ab	41.75a	77.93
A2B1C1	16.03ab	27.89bcd	72.28
A2B1C2	16.21a	23.93cd	77.02
A2B2C1	16.17a	32.64bc	74.27
A2B2C2	15.21ab	41.53a	71.95
AxBxC	**	**	ns
CV %	6.4	22.04	7.98

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

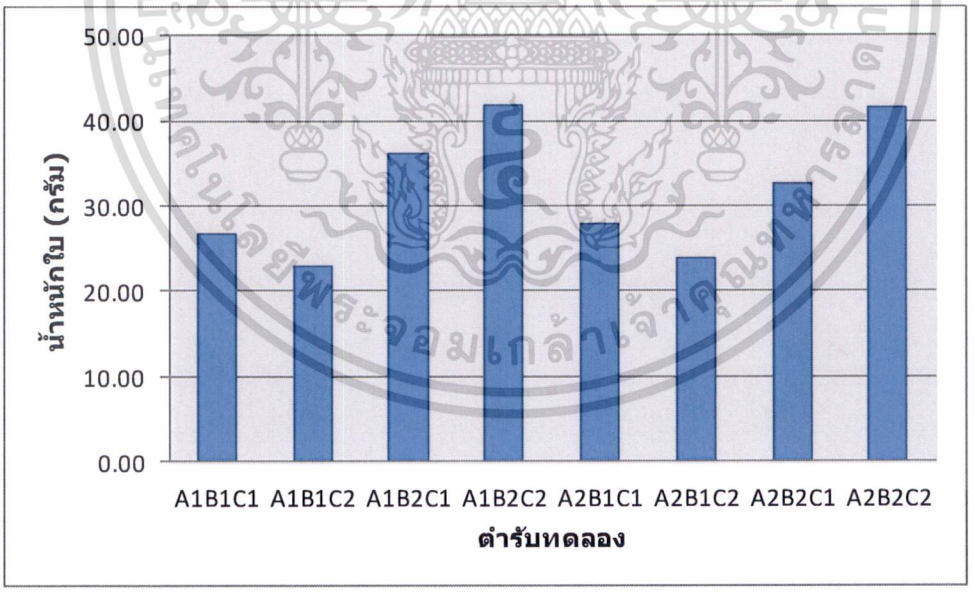
** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.01$)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

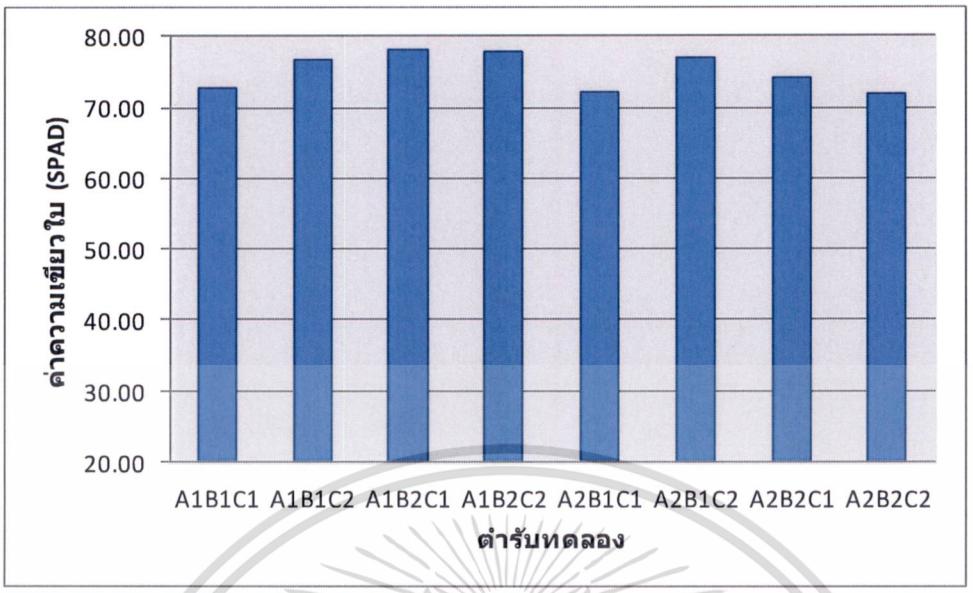


ภาพที่ 4.5 แสดงความสูงต้นของกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ภาพที่ 4.6 แสดงน้ำหนักใบของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 แสดงค่าความเขียวใบ (SPAD) ของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

4.1.2. ผลผลิตและคุณภาพของกล้วยไม้

1) จำนวนช่อดอกต่อต้น

จากการทดลองปลูกกล้วยไม้แวนด้าเป็นเวลา 1 ปี พบว่า ชนิดของปุ๋ย วัสดุปลูก และขนาดกระถางไม่มีผลต่อจำนวนช่อดอกของดอกกล้วยไม้สกุลแวนด้า อย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) โดยมีจำนวนช่อดอกประมาณ 2 ช่อ/ต้น แสดงในตารางที่ 4.3 และแสดงในภาพที่ 4.8 และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของทั้งสามปัจจัย พบว่า ปัจจัยทั้งสามไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อจำนวนช่อดอกต่อต้นของกล้วยไม้สกุลแวนด้า อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.3

2) ความยาวช่อดอก

จากการทดลองทำการวัดความยาวช่อดอก วัดความยาวจากโคนก้านช่อดอกถึงปลายยอดของช่อดอก โดยใช้ไม้บรรทัด พบว่า ชนิดปุ๋ยและขนาดกระถางไม่มีผลต่อความยาวช่อดอก แต่พบว่า ตำรับทดลองที่ใส่วัสดุปลูก Bio Act^{n} มีผลต่อความยาวของก้านดอก โดยมีความยาว 25.45 เซนติเมตร ซึ่งมีผลทำให้ความยาวช่อดอกน้อยที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.3 และแสดงในภาพที่ 4.9 และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของทั้งสามปัจจัย พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ย Hydroponic ไม่ใส่วัสดุปลูก Bio Act^{n} และกระถางขนาด 6 นิ้ว มีความยาวช่อดอกมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) คือ 28.16 เซนติเมตร แสดงในตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เส้นผ่านศูนย์กลางช่อดอก

จากการทดลองทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางช่อดอก วัดบริเวณก้านของช่อดอกบริเวณโคนดอกปล้องแรกของช่อดอก โดยใช้เวอร์เนียแคลิเปอร์ ก้านช่อดอกเป็นตัวรับน้ำหนักดอกกล้วยไม้ที่มีอยู่ในช่อ หากก้านดอกไม่แข็งแรง เปราะ หักง่าย จะทำให้ช่อดอกกล้วยไม้ได้รับความเสียหายอย่างมาก เส้นผ่านศูนย์กลางช่อดอกจึงชี้ให้เห็นถึงจุดนี้ หากเส้นผ่านศูนย์กลางช่อดอกเล็กจะรับน้ำหนักได้น้อย หากเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่จะทำให้สามารถรับน้ำหนักดอกไม้ได้มากเหมาะสมกับกล้วยไม้ที่มีจำนวนดอกต่อช่อมากและขนาดดอกใหญ่ ในการทดลองนี้พบว่า ชนิดปุ๋ย วัสดุปลูก และขนาดกระถางไม่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางช่อดอก อย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.3 และแสดงในภาพที่ 4.10 และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของทั้งสามปัจจัย พบว่า ทั้งสามปัจจัยไม่มีอิทธิพลร่วมกันจึงไม่ส่งผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางช่อดอกของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.3

4) จำนวนดอกต่อช่อ

จากการทดลองนี้ ได้ทำการนับจำนวนดอกของกล้วยไม้ต่อช่อของกล้วยไม้สกุลแวนด้า ที่ปลูกในโรงเรือนแบบปิดนั้น พบว่า ชนิดปุ๋ย วัสดุปลูก และขนาดกระถางไม่มีผลต่อจำนวนช่อดอกของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้า อย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.3 และแสดงในภาพที่ 4.11 และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของทั้งสามปัจจัย พบว่า ปัจจัยทั้งสามไม่มีอิทธิพลร่วมกันจึงไม่ส่งผลต่อจำนวนดอกต่อช่อของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้า อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.3

5) ความกว้างดอก

จากการทดลองนี้ได้ทำการวัดความกว้างของช่อดอก โดยวัดจากกลีบดอกข้างหนึ่งไปจนถึงกลีบดอกฝั่งตรงข้าม โดยใช้เวอร์เนียแคลิปเปอร์ ซึ่งแสดงถึงขนาดของดอก และพบว่า ชนิดปุ๋ย วัสดุปลูก และขนาดกระถางไม่มีผลต่อความกว้างของดอก จึงทำให้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.3 และแสดงในภาพที่ 4.12 และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมของทั้งสามปัจจัย พบว่า ปัจจัยทั้งสามไม่ส่งผลต่อความกว้างของดอกต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้า ปัจจัยทั้งสามจึงไม่มีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลผลิตและคุณภาพของกล้วยไม้สกุลแวนด้า

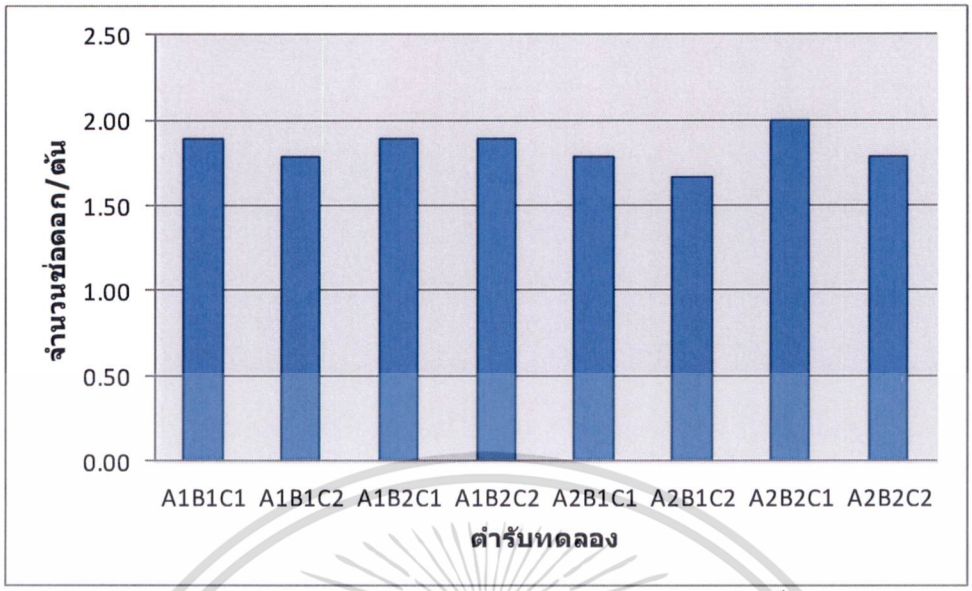
	จำนวนช่อดอก	ความยาวช่อดอก (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางช่อดอก (มม.)	จำนวนดอก/ช่อ	ความกว้างดอก (มม.)
A = ชนิดปุ๋ย					
ปุ๋ย Hydroponic	1.86	26.17	5.38	6.97	77.12
ปุ๋ยสูตร 20-20-20	1.81	25.89	5.32	7.33	75.34
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
B = ชนิดวัสดุปลูก					
Bio Act[n]	1.78	25.44b	5.33	7.08	76.62
ไม่ใส่วัสดุปลูก	1.88	26.62a	5.36	7.22	76.85
F-test	ns	**	ns	ns	ns
C = ขนาดกระถาง					
ขนาด 6 "	1.89	26.28	5.31	7.25	75.83
ขนาด 8 "	1.78	25.78	5.38	7.05	76.64
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
A1B1C1	1.89	25.76bc	5.27	7.33	75.66
A1B1C2	1.78	24.78bc	5.52	6.67	76.79
A1B2C1	1.89	28.16a	5.40	6.89	78.06
A1B2C2	1.89	26.00bc	5.32	7.00	77.99
A2B1C1	1.78	24.73c	5.09	7.22	75.30
A2B1C2	1.67	26.52b	5.45	7.11	74.73
A2B2C1	2.00	26.49b	5.50	7.56	74.30
A2B2C2	1.78	25.82bc	5.23	7.44	77.07
AxBxC	ns	**	ns	ns	ns
CV %	29.98	6.3	9.7	15.21	5.93

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

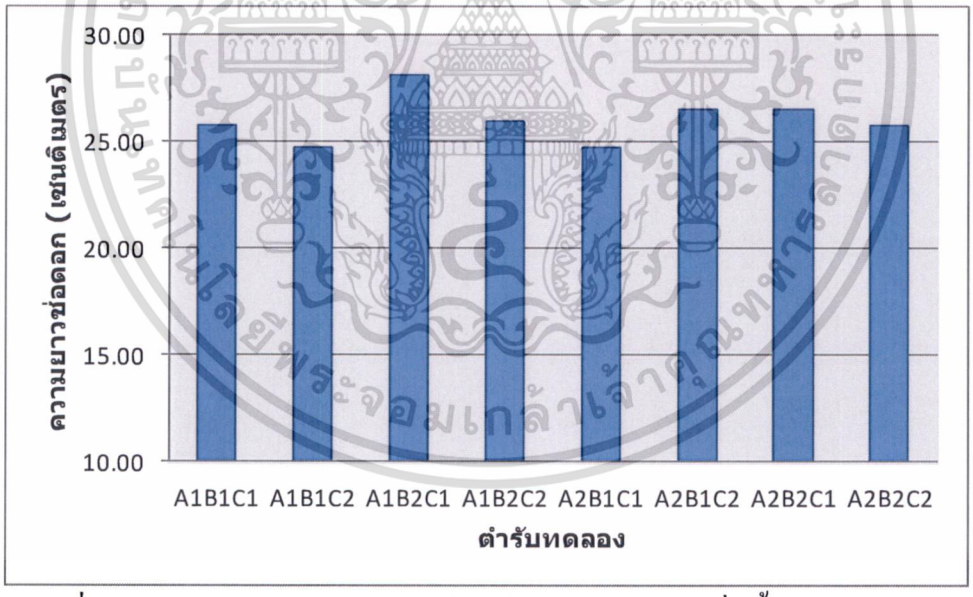
** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.01$)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

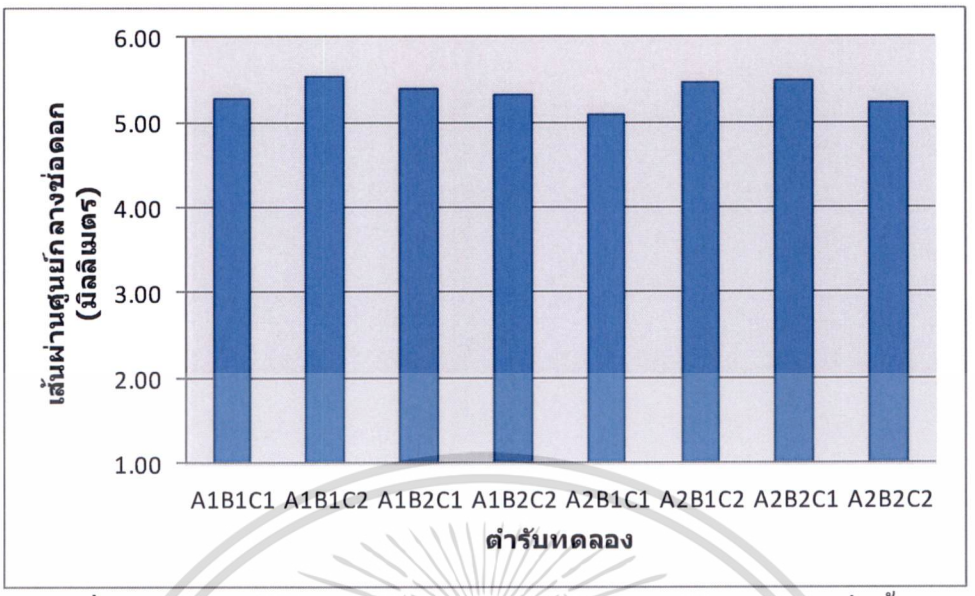


ภาพที่ 4.8 แสดงจำนวนช่อดอก/ต้น ของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

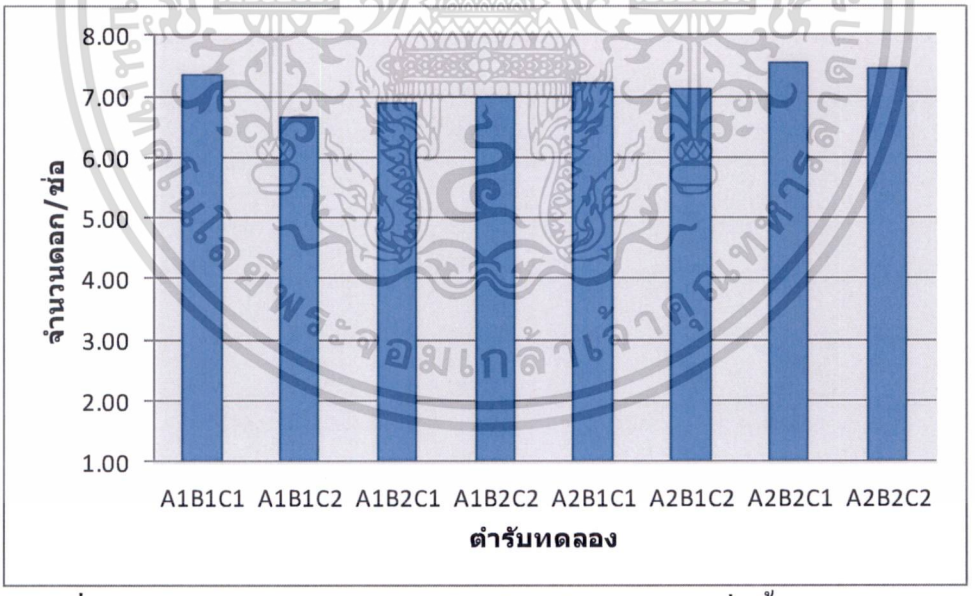


ภาพที่ 4.9 แสดงความยาวช่อดอกของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

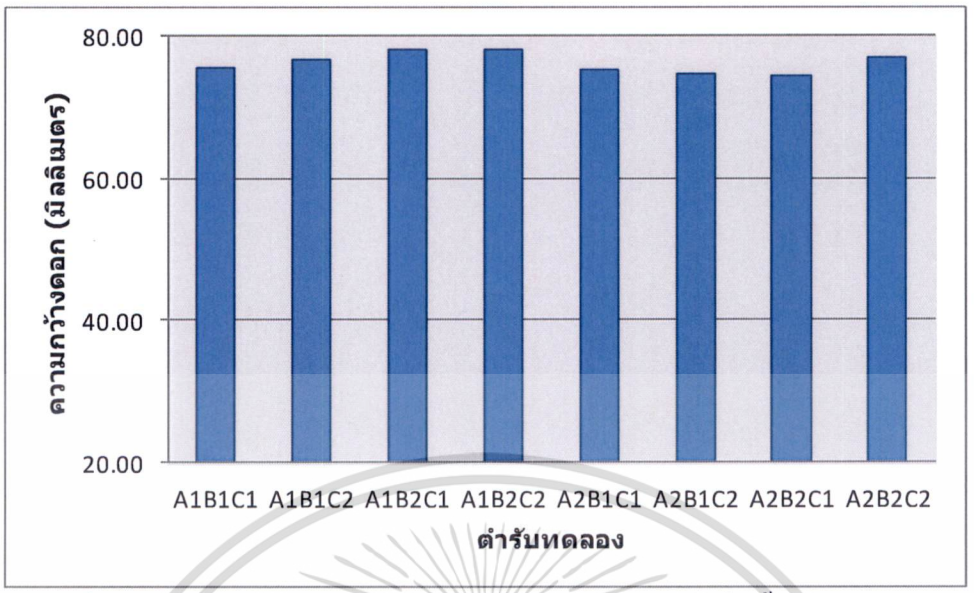


ภาพที่ 4.10 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางช่อดอกของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ภาพที่ 4.11 แสดงจำนวนดอก/ช่อ ของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 แสดงความกว้างดอกของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

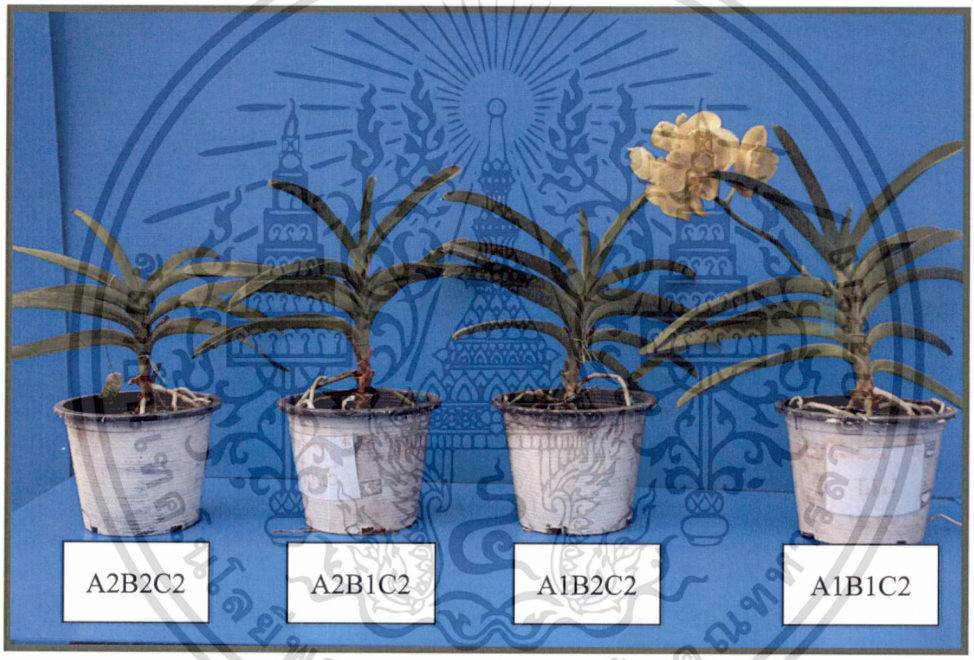
วิจารณ์ผลการทดลอง

การปลูกกล้วยไม้ในกระถางไม่แนะนำให้ใส่วัสดุปลูกเนื่องจากกล้วยไม้แวนด้าเป็นระบบรากอากาศ ไม่ต้องการปริมาณน้ำมาก (นันทรัตน์ ศุภกำเนิด. 2554) การใส่วัสดุปลูก Bio Act[n] จะทำให้มีความชื้นมากเกินไป ดังนั้นจึงไม่ควรใส่วัสดุปลูก Bio Act[n] ปุ๋ยที่ผสมขึ้นเองและปุ๋ยทางการค้า 20-20-20 ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเป็นปุ๋ยที่มีการละลายน้ำได้ดีพืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ดี แต่ปุ๋ยที่ผสมขึ้นเองจะมีราคาถูกกว่าประมาณ 50 % สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2552) และเพื่อป้องกันการล้มของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้า ควรเลือกใช้กระถางที่มีน้ำหนักค่อยข้างมาก เช่น กระถางดินเผา สำหรับขนาดกระถางสามารถใช้ได้ทั้ง 2 ขนาด เพราะไม่มีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด เนื่องจากต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าเป็นกล้วยไม้ที่มีขนาดเล็กต้องการพื้นที่รากน้อย

จากการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยทั้งสองชนิดแสดงผลต่อผลผลิตและการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลแวนด้าไม่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นการผสมปุ๋ยใช้เองจะสามารถให้ธาตุอาหารต่างๆ พอเพียงเทียบเท่ากับปุ๋ยกล้วยไม้ทางการค้า แต่มีราคาถูกกว่ามาก (ปุ๋ยที่ผสมขึ้นเองราคาประมาณ 40 บาท/กก ส่วนปุ๋ยกล้วยไม้ที่ใช้ในการทดลองราคา 80 บาท/กก) จึงทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตได้มาก ส่วนการใส่วัสดุปลูก Bio Act[n] ในการปลูกกล้วยไม้สกุลแวนด้า มีรากเป็นระบบรากอากาศแต่ก็สามารถปลูกในวัสดุปลูกที่มีความโปร่งสูงได้ แต่วัสดุปลูกจะมีผลทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่อดอก และน้ำหนักใบลดลง ข้อดีของการใส่วัสดุปลูกในการปลูกกล้วยไม้สกุลแวนด้าเป็นไม้ประดับกระถาง คือวัสดุปลูกจะช่วยอุ้มน้ำและปุ๋ยได้ทำให้การดูแลต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าง่ายขึ้น โดยไม่ต้องมีการรดน้ำบ่อย สามารถทิ้งช่วงการให้น้ำแก่กล้วยไม้สกุลแวนด้าได้ ขนาดกระถางมีผลต่อการเจริญทางต้นและใบโดยความยาวของใบจะเพิ่มขึ้นเมื่อปลูกในกระถางขนาดใหญ่ เนื่องจากรากของกล้วยไม้มีพื้นที่ในการเจริญเติบโตดูดใช้น้ำและธาตุอาหารได้ดีขึ้น แต่ขนาดกระถางไม่มีผลต่อผลผลิตของกล้วยไม้สกุลแวนด้าดังนั้นในการปลูกกล้วยไม้สกุลแวนด้าสามารถเลือกใช้ขนาดกระถางขนาดใดก็ได้ตามความสวยงาม



ภาพที่ 4.13 แสดงการเจริญเติบโตของต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าในตำรับทดลอง A2B2C2, A2B1C1, A1B2C2 และ A1B1C2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.14 แสดงการจัดวางพืชทดลองในโรงเรือน Evaporative cooling greenhouse

4.2 การทดลองที่ 2 ธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมาที่ปลูกในระบบ NFT

จากการศึกษาอิทธิพลของชนิดเหล็กคีเลต และความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของต้นปทุมมา (*Curcuma alismatifolia*) ในระบบปลูก NFT ผลการทดลองมี ดังนี้

4.2.1. การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบของต้นปทุมมา

1) เส้นผ่านศูนย์กลางต้นปทุมมา

จากการศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ปัจจัยทั้งสอง คือ ทั้งชนิดเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารไม่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นปทุมมา อย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.4 และแสดงในภาพที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A และปัจจัย B พบว่า ปัจจัยทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.4

2) ความสูงต้น

จากการศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็กไม่มีผลต่อความสูงของต้นปทุมมา โดยที่เหล็กทั้งสามชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.4 ส่วนระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารมีผลต่อความสูงต้นของต้นปทุมมาอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิต ($P < 0.05$) โดยที่ ระดับ EC 2.0 mS/cm มีความสูงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ คือ 58.11 เซนติเมตร แต่ก็ยังไม่แตกต่างจากระดับ EC 3.0 mS/cm คือ 57.04 เซนติเมตร แต่ทั้งระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารนั้นแตกต่างจากระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ระดับ EC 1.0 mS/cm ซึ่งมีค่าน้อยที่สุดอย่างมันนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงในภาพที่ 4.14

และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย A และปัจจัย B พบว่า ปัจจัยทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.4

3) ค่าความเขียวใบ (SPAD)

จากการทดลองศึกษาค่าความเขียวของใบโดยใช้เครื่อง Minolta SPAD 502 Chlorophyll meter (SPAD) ได้ทำการวัด ค่าความเขียวใบของต้นปทุมมา พบว่า ปัจจัยทั้งสองมีผลต่อค่าความเขียวใบ (SPAD) ของต้นปทุมมา (*Curcuma alismatifolia*) โดยที่ ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก มีผลต่อค่าความเขียวใบ อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยที่ Fe-EDDHA มีความเขียวมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ คือ 54.84 รองลงมา คือ Fe-DTPA มีค่าความเขียว คือ 52.00 ซึ่งแตกต่างจาก Fe-EDDHA และ Fe-EDTA อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ซึ่ง Fe-EDTA มีความเขียวน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ คือ 48.10 แสดงในตารางที่ 4.4 ส่วนระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารนั้น พบว่า EC 3.0 mS/cm มีค่าความเขียวมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ คือ 53.43 แต่ก็ยังไม่แตกต่างกับ EC 2.0 mS/cm ซึ่งมีค่าความเขียว คือ 53.28 แต่ทั้ง EC 3.0 mS/cm และ EC 2.0 mS/cm แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ EC 1.0 mS/cm ซึ่งมีค่าความเขียวน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ 48.95 แสดงในภาพที่ 4.15

และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมระหว่าง ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก และ ปัจจัย B คือ ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ปัจจัยทั้งสองไม่มีอิทธิพลร่วมกัน จึงไม่มีผลต่อค่าความเขียวใบของต้นปทุมมา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางต้น ความสูงต้น ค่าความเขียว (SPAD)

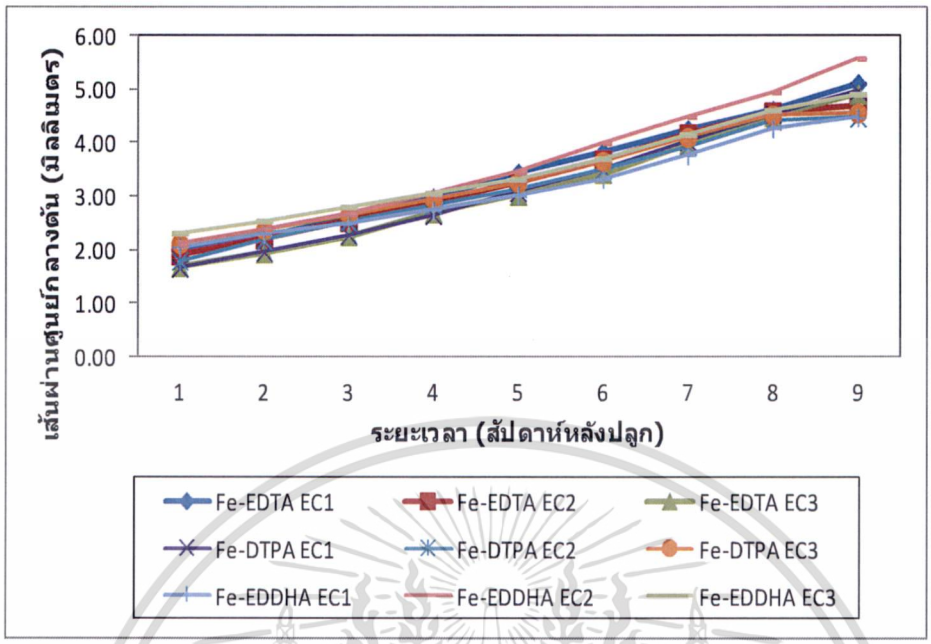
	เส้นผ่านศูนย์กลางต้น (มม.)	ความสูงต้น (ซม.)	SPAD
A = ชนิดเหล็ก			
Fe-EDTA	4.91	54.16	48.81c
Fe-DTPA	4.67	58.38	52.00b
Fe-EDDHA	4.99	56.67	54.84a
F-test	ns	ns	**
B = ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC)			
1.0	4.91	53.96b	48.98b
2.0	4.67	58.11a	58.28a
3.0	4.99	57.04a	53.43a
F-test	ns	**	**
Fe-EDTA EC1	5.11	52.91	45.90
Fe-EDTA EC2	4.71	57.50	48.56
Fe-EDTA EC3	4.91	57.13	53.80
Fe-DTPA EC1	4.98	53.42	50.73
Fe-DTPA EC2	4.47	57.50	51.93
Fe-DTPA EC3	4.57	56.91	56.25
Fe-EDDHA EC1	4.47	55.56	49.60
Fe-EDDHA EC2	5.59	59.33	55.49
Fe-EDDHA EC3	4.91	57.10	54.43
AxB	ns	ns	ns
CV%	11.67	3.70	5.50

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

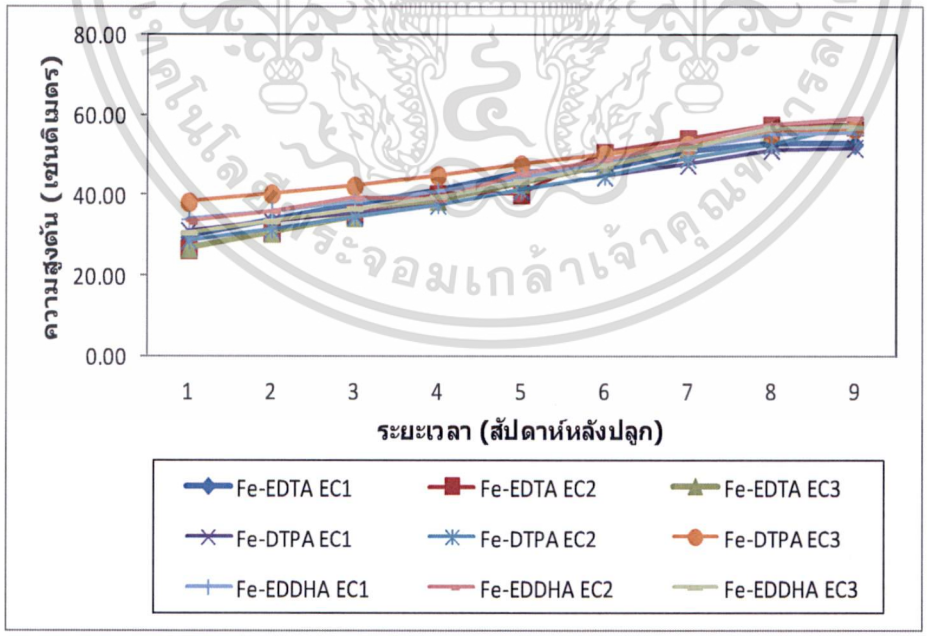
** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.01$)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

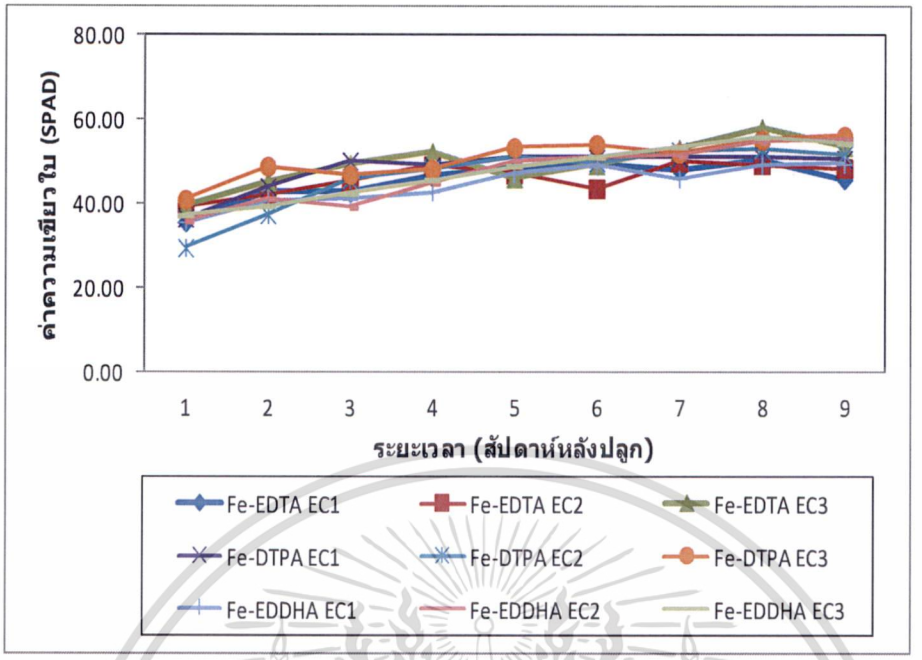


ภาพที่ 4.15 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ภาพที่ 4.16 แสดงความสูงของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.17 แสดงค่าความเขียว (SPAD) ของใบของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

4) ความยาวใบ

จากการทดลองศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ได้ทำการวัดความยาวใบของต้นปทุมมาพบว่า ปัจจัยทั้งสองมีผลต่อความยาวใบของต้นปทุมมาอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยที่ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก พบว่า Fe-EDTA มีความยาวใบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ คือ 34.23 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติกับ Fe-DTPA และ Fe-EDDHA ซึ่งรองลงมานั้นคือ Fe-DTPA คือ 29.47 เซนติเมตร และ Fe-EDDHA มีค่าน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ คือ 28.77 เซนติเมตร ($P < 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.5 ส่วนในระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารนั้น พบว่า EC 2.0 mS/cm มีความยาวใบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ คือ 35.39 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ทั้ง EC 1.0 mS/cm และ EC 3.0 mS/cm ซึ่งมีความยาวใบ คือ 28.72 เซนติเมตร และ 28.46 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่ง EC 3.0 mS/cm มีความยาวใบน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงในภาพที่ 4.16

และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมระหว่าง ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก และ ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้เหล็ก Fe-EDTA ร่วมกับระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC 2.0 mS/cm มีผลต่อความยาวใบมากที่สุดอย่างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.5 และมีค่าแตกต่างจากทุกตำรับทดลองอย่างมีนัยสำคัญ คือ 46.66 เซนติเมตร และตำรับทดลองที่มีความยาวใบน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ ตำรับทดลองที่มีการใช้ Fe-DTPA ร่วมกับ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC 3.0 mS/cm คือ 26.90 เซนติเมตร แสดงในตารางที่ 4.5

5) ความกว้างใบ

จากการทดลองศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ได้ทำการวัดความกว้างใบ โดยส่วนที่กว้างที่สุดของใบ พบว่า ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็กมีผลต่อความกว้างของใบของต้นปทุมมา ซึ่ง Fe-EDDHA มีผลต่อความกว้างใบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ คือ 1.87 มิลลิเมตร แสดงในตารางที่ 4.5 ส่วน Fe-EDTA และ Fe-DTPAไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ คือ Fe-EDTA , Fe-DTPA มีความกว้างใบ คือ 1.71 เซนติเมตร , 1.67 เซนติเมตร ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 4.5 ส่วนปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า EC 2.0 mS/cm มีความกว้างใบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ 1.79 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติทั้ง EC 1.0 mS/cm และ EC 3.0 mS/cm รองลงมาคือ EC 1.0 mS/cm คือ 1.77 เซนติเมตร ซึ่ง EC 1.0 mS/cm มีค่าไม่แตกต่าง โดยที่ EC 3.0 mS/cm มีความกว้างใบน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงในภาพที่ 4.17

และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมระหว่าง ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก และปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ Fe-EDDHA ร่วมกับระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC 2.0 mS/cm มีผลต่อความกว้างใบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างตำรับทดลองที่มีการใช้ Fe-EDDHA ร่วมกับระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC 3.0 mS/cm คือ 1.92 มิลลิเมตร และมีผลแตกต่างจากตำรับทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.5

6) จำนวนใบ

จากการทดลองศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ได้ทำการนับจำนวนใบของต้นปทุมมา พบว่า ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก ไม่มีผลต่อจำนวนใบของต้นปทุมมาอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.5 ส่วนในปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารนั้น พบว่า ระดับความเข้มข้นทั้งสามระดับนั้นมีผลต่อจำนวนใบของต้นปทุมมา โดยที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC 1.0 mS/cm มี

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนใบมากที่สุด คือ 3.22 ซึ่งมีค่าแตกต่างจากระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC 2.0 mS/cm และ EC 3.0 mS/cm อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิต ($P < 0.05$) แสดงในภาพที่ 4.18

และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมระหว่าง ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก และปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ Fe-EDTA ร่วมกับระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC 1.0 mS/cm มีจำนวนใบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ คือ 3.75 จึงมีผลต่อความจำนวนใบของต้นปทุมมามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.5 ซึ่งแตกต่างจากตำรับทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงความยาวใบ ความกว้างใบ จำนวนใบ

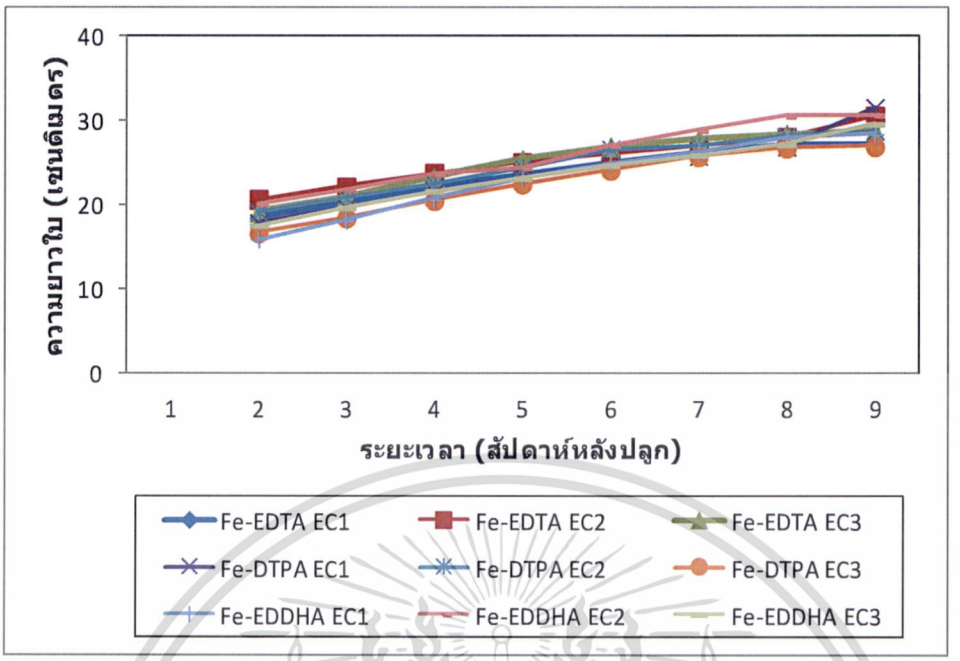
	ความยาวใบ (ซม.)	ความกว้างใบ (มม.)	จำนวนใบ
A = ชนิดเหล็ก			
Fe-EDTA	34.23a	1.71b	3.11
Fe-DTPA	28.77b	1.64b	2.63
Fe-EDDHA	29.47b	1.87a	2.67
F-test	**	**	ns
B = ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC)			
1.0	28.72b	1.79a	3.22a
2.0	35.30a	1.79a	2.69b
3.0	28.46b	1.65b	2.72b
F-test	**	*	**
Fe-EDTA EC1	27.19b	1.89a	3.75a
Fe-EDTA EC2	46.66a	1.75ab	2.58b
Fe-EDTA EC3	28.84b	1.50b	2.41b
Fe-DTPA EC1	30.57a	1.73ab	2.92b
Fe-DTPA EC2	28.82b	1.69ab	3.00ab
Fe-DTPA EC3	26.90b	1.54b	2.83b
Fe-EDDHA EC1	28.39b	1.75ab	3.00ab
Fe-EDDHA EC2	30.44b	1.94a	2.50b
Fe-EDDHA EC3	29.60b	1.92a	2.92b
AxB	**	**	**
CV%	6.5	7.41	13.29

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

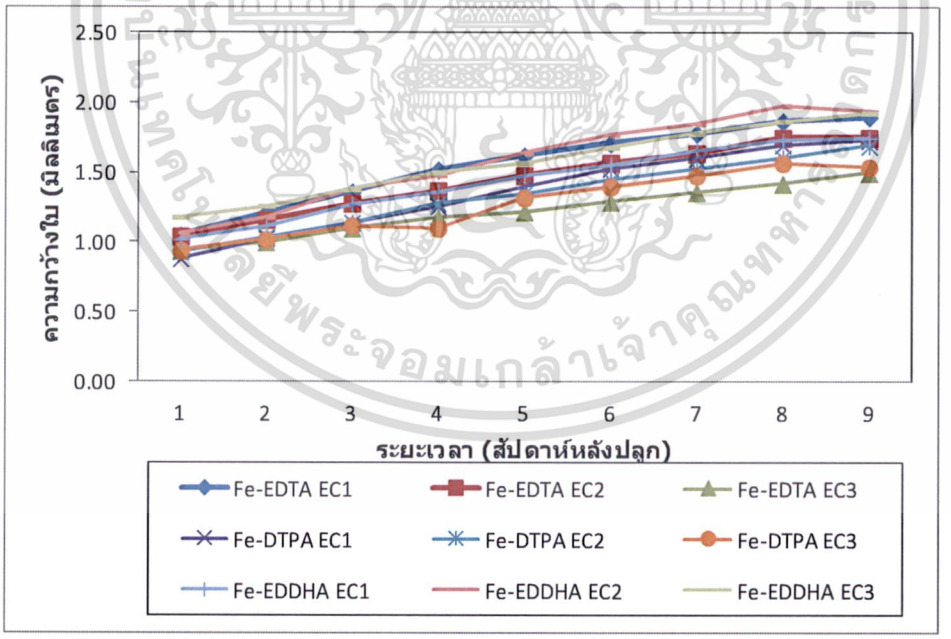
** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.01$)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

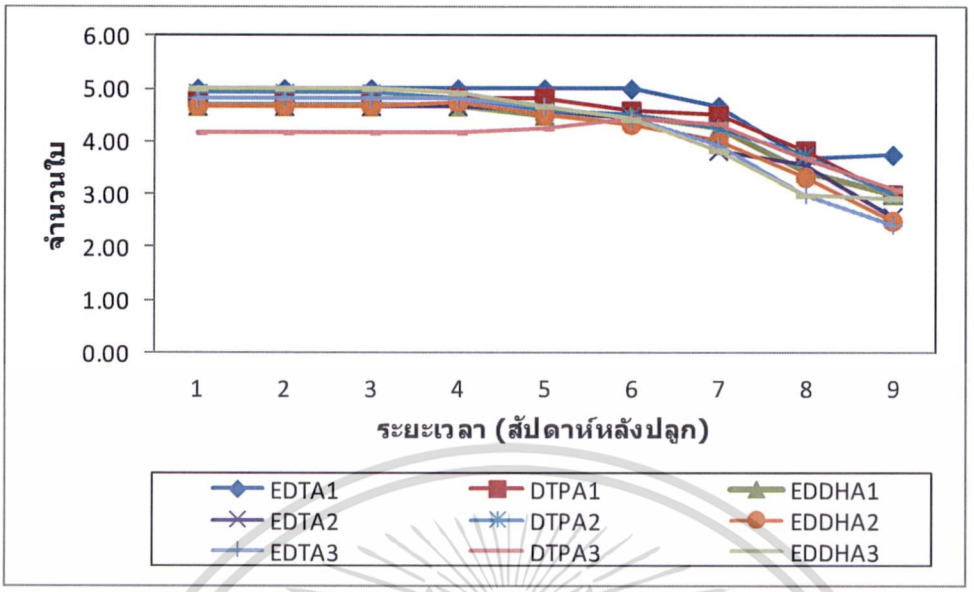


ภาพที่ 4.18 แสดงความยาวใบของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ภาพที่ 4.19 แสดงความกว้างใบของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.20 แสดงจำนวนใบของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

4.2.2. ผลผลิตและคุณภาพของต้นปทุมมา

จากการทดลองศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ได้ทำการวัดผลผลิตและคุณภาพของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยทำการวัดดังนี้ 1)ความยาวดอก 2)เส้นผ่านศูนย์กลางดอก 3)จำนวนกลีบดอก 4) ความยาวก้านดอก 5)เส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอก แสดงในตารางที่ 4.6

1) ความยาวช่อดอกของต้นปทุมมา

จากการทดลองศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร โดยทำการวัดความยาวช่อดอกของต้นปทุมมา พบว่า ปัจจัยทั้งสอง คือ ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก และปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ไม่มีผลต่อความยาวช่อดอกของต้นปทุมมาอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก นั้น มีความยาวช่อดอก ดังนี้ Fe-EDTA , Fe-DTPA และ Fe-EDDHA คือ 54.93 , 52.41 และ 55.38 มิลลิเมตร ตามลำดับ และในส่วนของปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า EC 1.0 mS/cm , EC 2.0 mS/cm และ EC 3.0 mS/cm มีความยาวช่อดอก คือ 55.75 , 54.38 และ 52.57 มิลลิเมตร ซึ่งไม่มีผลต่อความยาวช่อดอกของต้นปทุมมา และมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.6 และแสดงในภาพที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมระหว่าง ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก และ ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ปัจจัยทั้งสองไม่มีอิทธิพลร่วมกัน จึงไม่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางดอกของต้นปทุมมา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.6

2) เส้นผ่านศูนย์กลางดอกของต้นปทุมมา

จากการทดลองศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร โดยทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอกของต้นปทุมมา พบว่า ปัจจัยทั้งสอง คือ ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก และ ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ไม่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางดอกของต้นปทุมมาอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก นั้น มีเส้นผ่านศูนย์กลางดอก ดังนี้ Fe-EDTA , Fe-DTPA และ Fe-EDDHA คือ 48.86 , 47.32 และ 49.67 มิลลิเมตร ตามลำดับ และในส่วนของปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า EC 1.0 mS/cm , EC 2.0 mS/cm และ EC 3.0 mS/cm มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 48.83 , 49.95 และ 48.06 มิลลิเมตร ซึ่งไม่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกต้นปทุมมา และมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงในตารางที่ 4.6 และแสดงในภาพที่ 4.20

และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมระหว่าง ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก และ ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ตำรับทดลองที่มีการใช้ Fe-EDTA ร่วมกับระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC 2.0 mS/cm มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางดอกมากที่สุด คือ 51.71 มิลลิเมตร และแตกต่างจากตำรับทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.6

3) จำนวนกลีบดอกของต้นปทุมมา

จากการทดลองศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ปัจจัยทั้งสอง คือ ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก และ ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ไม่มีผลต่อจำนวนกลีบดอกของต้นปทุมมาอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดย ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก นั้น มีจำนวนกลีบดอก ดังนี้ Fe-EDTA , Fe-DTPA และ Fe-EDDHA คือ 15.36 , 15.47 และ 16.08 ตามลำดับ และในส่วนของปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า EC 1.0 mS/cm , EC 2.0 mS/cm และ EC 3.0 mS/cm มีจำนวนกลีบดอก คือ 55.75 , 54.38 และ 52.57 มิลลิเมตร ซึ่งไม่มีผลต่อจำนวนกลีบดอกของต้นปทุมมา และมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.6 และแสดงในภาพที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมระหว่าง ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก และ ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ปัจจัยทั้งสองไม่มีอิทธิพลร่วมกัน จึงไม่มีผลต่อจำนวนกลีบดอกของต้นปทุมมา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.6

4) น้ำหนักดอก

จากการศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ทั้งสองปัจจัยมีผลต่อน้ำหนักต้น ทั้งปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก มีผลต่อน้ำหนักดอกของต้นปทุมมา โดยที่ Fe-EDDHA มีผลต่อน้ำหนักดอกมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ 3.08 กรัม รองลงมา คือ Fe-EDTA และ Fe-DTPA คือ 2.83 กรัม และ 2.62 กรัม ตามลำดับ ส่วนปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ไม่มีผลต่อน้ำหนักดอกของต้นปทุมมา ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แสดงในภาพที่ 4.22

และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัยนั้น พบว่า ปัจจัยทั้งสองไม่มีอิทธิพลร่วมกัน จึงไม่มีผลต่อน้ำหนักสด อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงความยาวดอก เส้นผ่านศูนย์กลางดอก จำนวนกลีบดอก

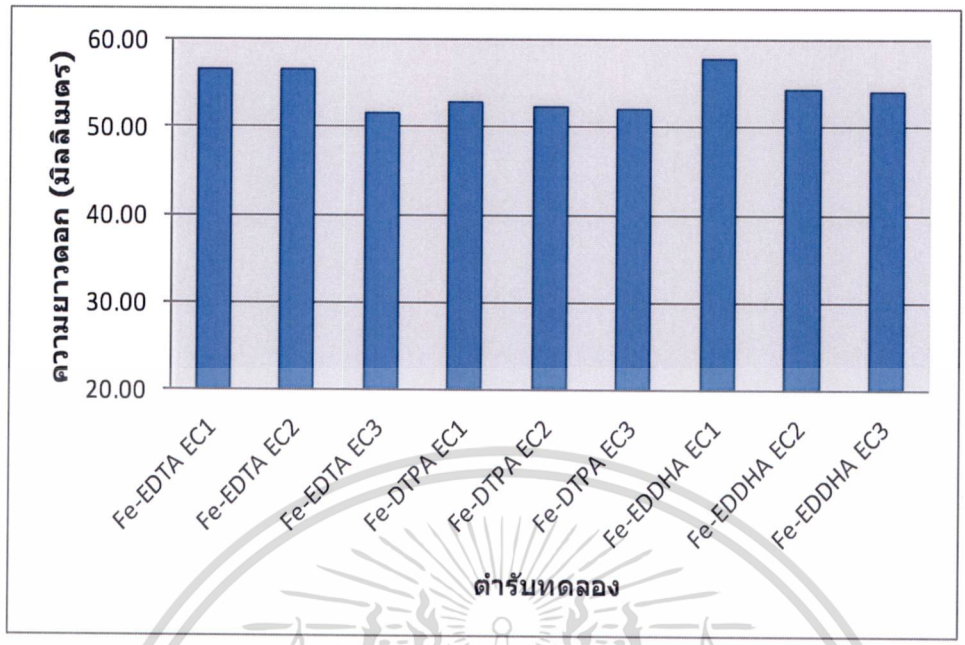
	ความยาวดอก (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางดอก (มม.)	จำนวนกลีบดอก	น้ำหนักดอก (กรัม)
A = ชนิดเหล็ก				
Fe-EDTA	54.93	48.86	15.36	2.83ab
Fe-DTPA	52.41	47.32	15.47	2.62b
Fe-EDDHA	55.38	49.67	16.08	3.08a
F-test	ns	ns	ns	*
B = ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC)				
1.0	55.75	48.83	16.06	3.0
2.0	54.38	49.95	15.83	2.85
3.0	52.57	48.05	15.03	2.69
F-test	ns	ns	ns	ns
Fe-EDTA EC1	56.49	47.97abc	15.83	2.90
Fe-EDTA EC2	56.62	51.71a	15.75	3.13
Fe-EDTA EC3	51.64	46.89c	14.50	2.45
Fe-DTPA EC1	52.95	47.30bc	16.17	2.86
Fe-DTPA EC2	52.25	47.68c	15.17	2.47
Fe-DTPA EC3	52.03	46.97c	15.08	2.52
Fe-EDDHA EC1	57.82	51.22ab	16.17	3.23
Fe-EDDHA EC2	54.28	47.56bc	16.58	2.94
Fe-EDDHA EC3	54.04	50.33abc	15.50	3.08
AxB	ns	**	ns	ns
CV%	7.88	5.72	8.47	14.72

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

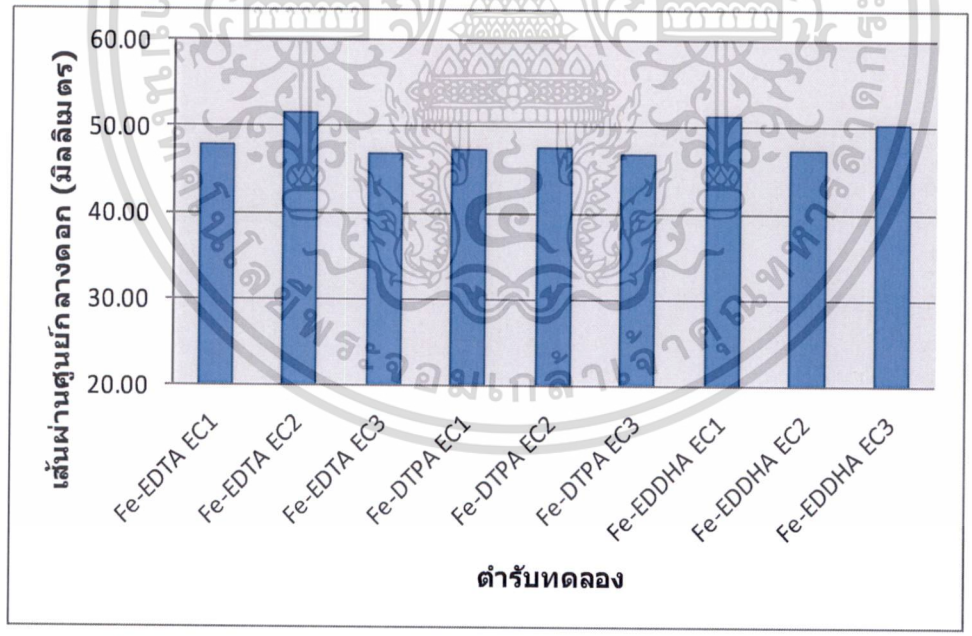
** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.01$)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

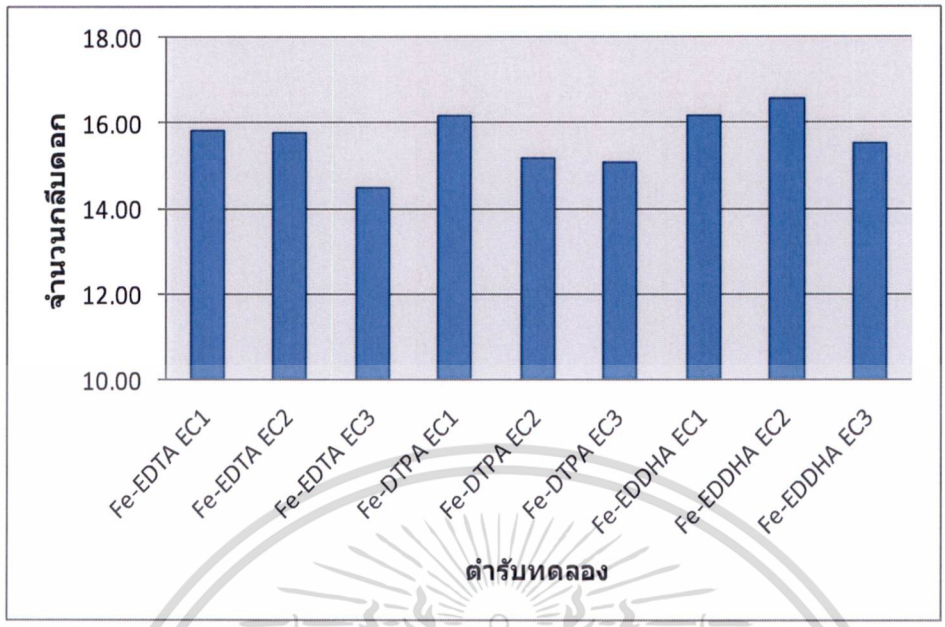


ภาพที่ 4.21 แสดงความยาวดอกของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

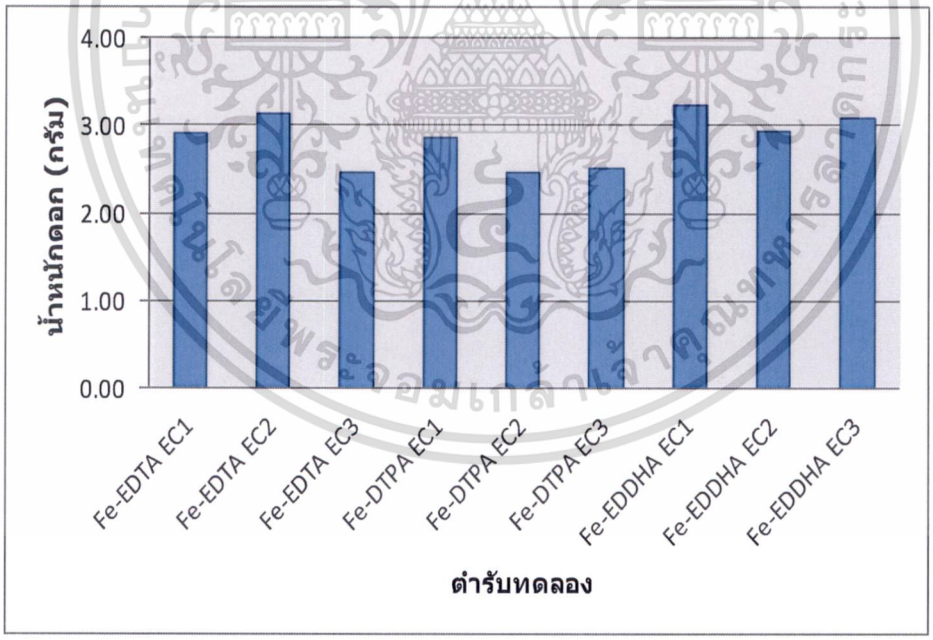


ภาพที่ 4.22 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางดอกของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.23 แสดงจำนวนกลีบดอกของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ภาพที่ 4.24 แสดงน้ำหนักดอกของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ความยาวก้านดอกของต้นปทุมมา

จากการทดลองศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ปัจจัยทั้งสอง คือ ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก ไม่มีผลต่อความยาวก้านดอกของต้นปทุมมาอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ส่วนปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารนั้นมีผลต่อความยาวก้านดอกของต้นปทุมมาอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ โดยที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า EC 3.0 mS/cm มีความยาวก้านดอกมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 30.15 มิลลิเมตร ซึ่งมีความแตกต่างจากระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC 1.0 mS/cm และ EC 2.0 mS/cm อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) มีความยาวก้านดอกของต้นปทุมมา คือ 25.66 และ 26.33 มิลลิเมตร ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 4.7 และแสดงในภาพที่ 4.23

และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมระหว่าง ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก และ ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ปัจจัยทั้งสองไม่มีอิทธิพลร่วมกัน จึงไม่มีผลต่อความยาวก้านดอกของต้นปทุมมา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.7

6) เส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอกของต้นปทุมมา

จากการทดลองศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ปัจจัยทั้งสอง คือ ปัจจัย A ชนิดเหล็ก มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นปทุมมา โดยที่ Fe-EDDHA มีค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิต คือ 2.47 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าแตกต่างจาก Fe-EDTA และ Fe-DTPA อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ Fe-DTPA มีค่าน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ 2.29 มิลลิเมตร แสดงในตารางที่ 4.7 ส่วนปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสาร ละลายธาตุอาหาร ไม่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอกของต้นปทุมมาอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ในระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า EC 1.0 mS/cm , EC 2.0 mS/cm และ EC 3.0 mS/cm มีเส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอกของต้นปทุมมา คือ 2.39 , 2.37 และ 2.34 มิลลิเมตร ซึ่งไม่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอกของต้นปทุมมา และมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.7 และแสดงในภาพที่ 4.24

และเมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมระหว่าง ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก และ ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ตำรับทดลองที่มีการให้ Fe-EDDHA ร่วมกับระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC 3.0 mS/cm มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นปทุมมามากที่สุด โดยที่ตำรับทดลองที่มีการให้ Fe-EDDHA ร่วมกับระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC 3.0 mS/cm นั้นมีค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ 2.58 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ตำรับทดลองที่มีการให้ Fe-EDDHA ร่วมกับระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC 3.0 mS/cm ก็ยังมีค่าไม่แตกต่างจากตำรับทดลองที่มีการให้ Fe-EDDHA ร่วมกับระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC 2.0 mS/cm อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ แต่พบว่าทั้งสองตำรับทดลองนั้นมีค่าแตกต่างจากทุกตำรับทดลองอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงความยาวก้านดอก เส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอก

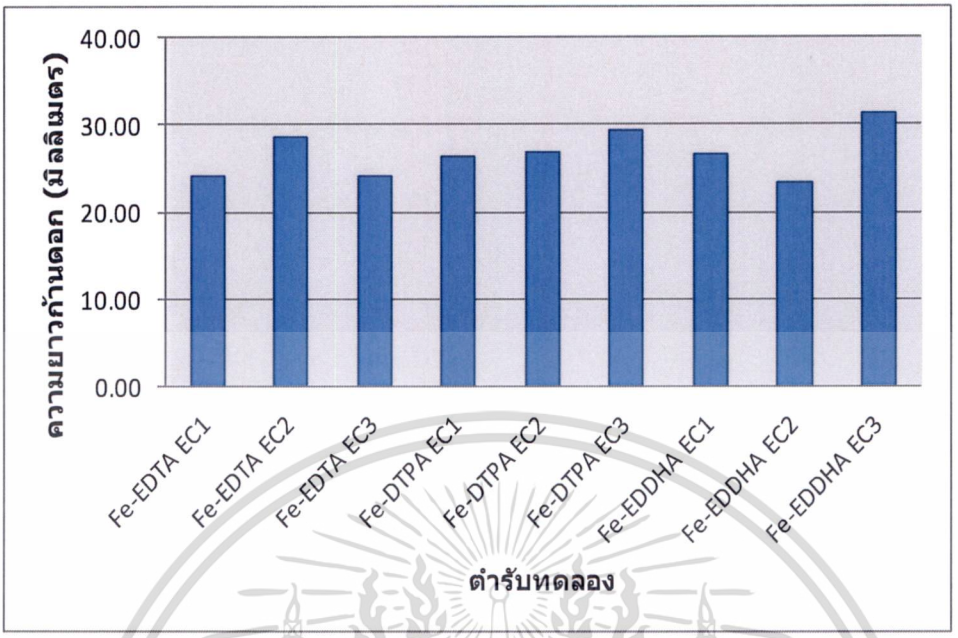
	ความยาวก้านดอก (ซม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอก (มม.)
A = ชนิดเหล็ก		
Fe-EDTA	27.51	2.34ab
Fe-DTPA	27.55	2.29b
Fe-EDDHA	27.07	2.47a
F-test	ns	**
B = ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC)		
1.0	25.66b	2.39
2.0	26.33ab	2.37
3.0	30.15a	2.34
F-test	**	ns
Fe-EDTA EC1	24.05	2.39abc
Fe-EDTA EC2	28.60	2.48abc
Fe-EDTA EC3	24.05	2.16bc
Fe-DTPA EC1	26.41	2.45abc
Fe-DTPA EC2	26.78	2.13c
Fe-DTPA EC3	29.47	2.28abc
Fe-EDDHA EC1	26.52	2.33abc
Fe-EDDHA EC2	23.35	2.5ab
Fe-EDDHA EC3	31.35	2.58a
AxB	ns	**
CV%	14.14	7.00

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

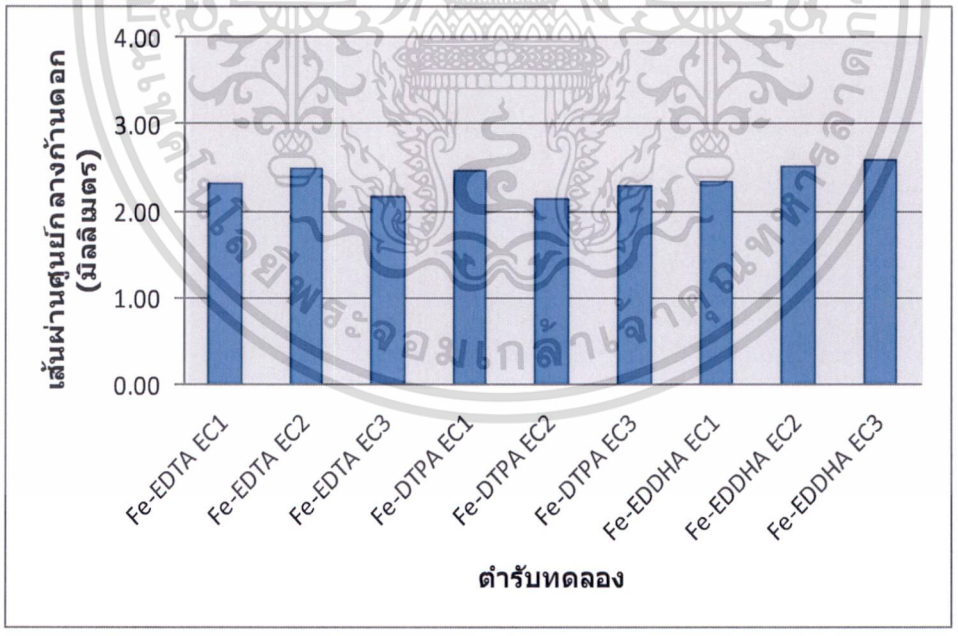
** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.01$)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.25 แสดงความยาวก้านดอกของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง



ภาพที่ 4.26 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางดอกของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) น้ำหนักหัวของต้นปทุมมา

จากการทดลองศึกษาชนิดของเหล็กและระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ปัจจัย A คือ ชนิดเหล็ก ไม่มีผลต่อน้ำหนักหัวของต้นปทุมมาอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงในตารางที่ 4.8 แต่พบว่า ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารมีผลต่อน้ำหนักหัวของต้นปทุมมา โดยที่ระดับความเข้มข้นของสารลายธาตุอาหาร ที่ EC 3.0 mS/cm มีน้ำหนักหัวมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ 22.61 กรัม แสดงในภาพที่ 4.25 เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของทั้งสองปัจจัย พบว่า ตำรับทดลอง Fe-DTPA ที่ระดับ EC 3.0 mS/cm มีน้ำหนักหัวมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ 31.87 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงน้ำหนักหัวของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

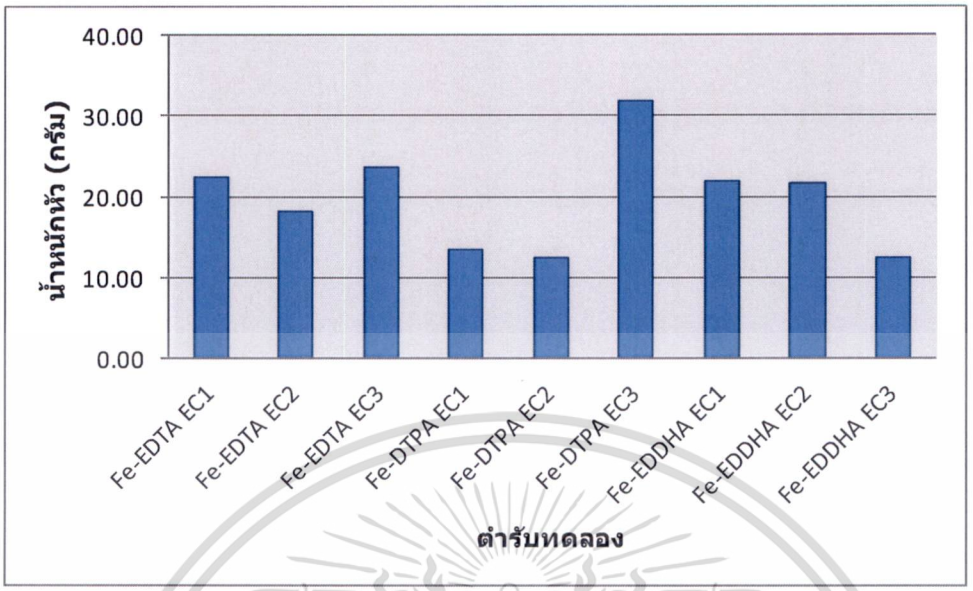
	น้ำหนักหัว (กรัม)
A = ชนิดเหล็ก	
Fe-EDTA	18.44
Fe-DTPA	19.28
Fe-EDDHA	17.74
F-test	ns
B = ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC)	
1.0	15.47b
2.0	17.40ab
3.0	22.61a
F-test	**
Fe-EDTA EC1	13.50b
Fe-EDTA EC2	18.22b
Fe-EDTA EC3	23.69ab
Fe-DTPA EC1	13.50b
Fe-DTPA EC2	12.48b
Fe-DTPA EC3	31.87a
Fe-EDDHA EC1	19.43ab
Fe-EDDHA EC2	21.60ab
Fe-EDDHA EC3	12.29b
AxB	**
CV%	32.20

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.01$)

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

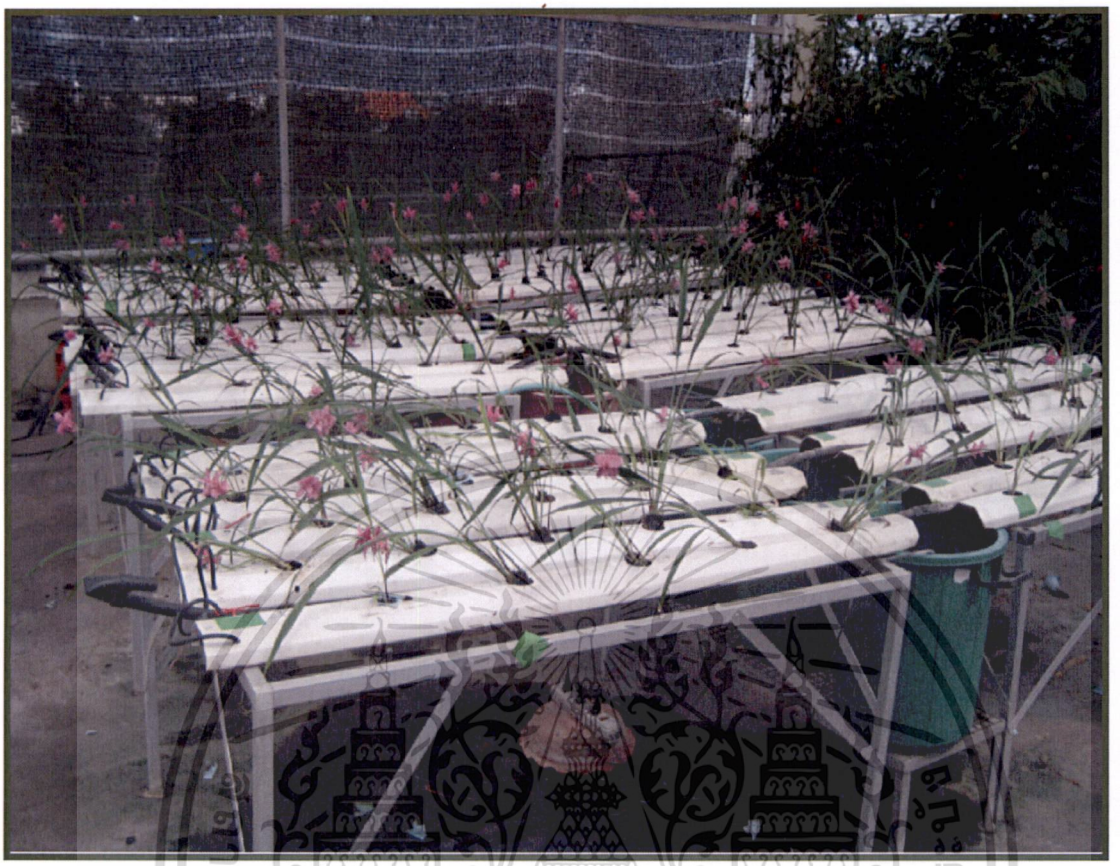


ภาพที่ 4.27 แสดงน้ำหนักหัวของต้นปทุมมาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการปลูกปทุมมา Fe-EDTA ที่ระดับ EC 2.0 mS/cm จะให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกและน้ำหนักดอกดีที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับ Fe-EDDHA ที่ระดับ EC 3.0 mS/cm และผลของค่า EC มีผลต่อน้ำหนักหัวของต้นปทุมมาโดยที่ระดับ EC 3.0 mS/cm จะให้น้ำหนักหัวที่มากที่สุด จากที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารสูงส่งผลให้น้ำหนักหัวของต้นปทุมมามีน้ำหนักมากที่สุด เนื่องจากมีปริมาณธาตุอาหารในสารละลายมีมากทำให้พืชสามารถดูดใช้ธาตุอาหารได้มากด้วย และส่งผลให้พืชสามารถนำไปสร้างน้ำหนักหัวได้ในปริมาณมากตามไปด้วย ส่วนชนิดเหล็กไม่มีผลต่อน้ำหนักหัวของต้นปทุมมา เนื่องจากว่าในการปลูกปทุมมามีการเปลี่ยนสารละลายอย่างต่อเนื่อง จึงส่งผลให้มีปริมาณเหล็กที่พอเพียงตลอดการทดลอง ไม่ว่าจะใช้เหล็กชนิดใดก็ได้ ในการทดลองพบว่า Fe-EDDHA ที่ระดับ EC 3.0 mS/cm จะให้น้ำหนักหัวน้อยที่สุด คือ 12.19 กรัม แต่มีความกว้างและความยาวใบมากที่สุด เนื่องจากการสร้างรากสะสมอาหารนั้นรากที่มีการเจริญเติบโตที่ดีจะส่งผลตรงข้ามกันกับ ลำต้น ใบ นั้นคือ รากที่สะสมอาหารที่มีน้ำหนักมากจะส่งผลให้การเจริญเติบโตทางลำต้น ใบ น้อย (Kitaya. 2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.28 แสดงการทดลองต้นปทุมมาในระบบ NFT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองปลูกกล้วยไม้สกุลแวนด้าที่มีระบบรากอากาศเป็นไม้กระถางเพื่อใช้เป็นไม้ประดับและสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบ 3 ปัจจัยคือ 1) ชนิดของปุ๋ยที่ให้คือสารละลายธาตุอาหารพืชที่ผสมขึ้นเองเปรียบเทียบกับปุ๋ยสำเร็จรูปทางการค้า(ปุ๋ยสูตร 20-20-20) 2) ชนิดวัสดุปลูก 2 แบบคือ การใส่วัสดุปลูก Bio Act^{n} (วัสดุปลูกที่พัฒนาโดย ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ) และ ไม่ใส่วัสดุปลูก 3) ขนาดกระถาง 2 ขนาด คือ 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว โดยปลูกในโรงเรือนปิด (Evaporative cooling greenhouse) จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ชนิดของปุ๋ยที่ให้ไม่มีผลต่อผลผลิตและการเจริญเติบโตของแวนด้า การปลูกแวนด้าในวัสดุ Bio Act^{n} มีผลให้ความยาวช่อดอกลดลงเมื่อเทียบกับการปลูกแบบรากอากาศ และกระถางขนาด 6 หรือ 8 นิ้วไม่มีผลต่อจำนวนช่อดอกของต้นแวนด้า จากการทดลองครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าสามารถปลูกกล้วยไม้สกุลแวนด้าเป็นไม้กระถางได้ โดยอาจใส่หรือไม่ใส่วัสดุปลูก ซึ่งเราสามารถผสมปุ๋ยใช้เองได้ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายด้วย และปุ๋ยไฮโดรโปรนิกส์ที่ผสมขึ้นมากเองยังให้ธาตุอาหารแก่พืชได้ครบถ้วนอีกด้วย

จากการศึกษาอิทธิพลของชนิดเหล็กคีเลต และระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของต้นปทุมมาในระบบ NFT จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าชนิดเหล็กคีเลต Fe-EDDHA มีผลต่อการเจริญเติบโต น้ำหนักดอก ค่าความเขียวใบ (SPAD) ความกว้างใบ น้ำหนักดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอกของต้นปทุมมา แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ Fe-EDTA ที่ระดับ EC2 นั้น พบว่าไม่แตกต่างกัน ส่วนระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารส่งผลต่อการเจริญเติบโต และความยาวดอก ซึ่งก็คือที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC 3 mS/cm มีผลต่อน้ำหนักดอกและน้ำหนักหัวปทุมมามากที่สุด ดังนั้นจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการปลูกปทุมมาควรเลือกใช้ Fe-EDTA เป็นแหล่งของธาตุเหล็กเนื่องจากเป็นเหล็กที่มีราคาถูกที่สุดทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ด้วย ส่วนความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหาร เพื่อการผลิตดอกควรปลูกที่ระดับ EC = 2 mS/cm แต่ถ้าต้องการให้น้ำหนักหัวมากควรปลูกที่ระดับ EC = 3 mS/cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับหารทดลองที่ 1 พบปัญหา คือ ตำรับทดลองที่ไม่มีการใส่วัสดุปลูกในกระถางพลาสติกทำให้ให้ต้นกล้วยไม้สกุลแวนด้าล้มได้ ดังนั้นจึงควรเลือกกระถางที่ค่อนข้างมีน้ำหนัก เช่น กระถางดินเผา

2. ในการทดลองที่ 2 นั้น ปทุมมาที่นำมาทำการทดลองเป็นการนำปทุมมาที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จึงมีต้น ดอก และ หัวที่มีขนาดเล็ก ดังนั้นหลังจากการทดลองนี้ควรมีนำหัวที่ได้จากการทดลองนี้ ไปศึกษาต่อ เพื่อทำการทดลองว่าจะสามารถเพิ่มขนาดดอกและหัวปทุมมาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2545. **เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับกล้วยไม้ตัดดอก.** กรุงเทพฯ : ชุมชน สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2548. **ปทุมมาและกระเจียว.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บ้านและสวน.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2551. **การปฏิบัติปลูกเลี้ยงต้นไม้.** กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กลุ่มส่งเสริมผลิตดอกไม้ประดับ. 2548. **ไม้ตัดดอก.** กรุงเทพฯ : อมรินทร์.

กฤษฎา หงษ์ทอง และศิวาพร ธรรมดี. 2553. "ผลของความเข้มข้นของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นในวัสดุปลูกไร้ดิน." **วิทยาศาสตร์เกษตร.** 41(3/1) : 213-216.

ครรชิต ธรรมศิริ. 2541. **เทคโนโลยีการผลิตกล้วยไม้.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.

ดิเรก ทองอร่าม. 2546. **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ราชบุรี : ธรรมรักษ์การพิมพ์. 640 หน้า.

ดิเรก ทองอร่าม. 2546. "การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน." หน้า 742. **หลักการจัดการการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย.** ครั้งที่พิมพ์ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์.

ดิเรก ทองอร่าม และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2549. "การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเชิงธุรกิจในประเทศไทย." ใน **เอกสารประกอบการฝึกอบรม.** มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นันทรัตน์ ศุภกำเนิด. 2554. **วารสารดินและปุ๋ย.** กรุงเทพฯ : สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ระพี สาคริก. 2530. **กล้วยไม้.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ช่อนนทรี.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2547. **การให้ปุ๋ยทางใบ.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. **ธาตุอาหารพืช.** ครั้งที่พิมพ์ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันวิจัยพืชสวน. 2543. **กล้วยไม้.** เอกสารวิชาการที่ 24. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงและ สหกรณ์.

สุรวิช วรรณไกรโรจน์. 2539. ไม้ดอกไม้ประดับ. ครั้งที่พิมพ์ 12. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บ้านและสวน.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. **ข้อมูลด้านการผลิตและการตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญ.** เอกสารสถิติ เกษตร เลขที่ 16/2542. กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อรวรรณ วิชัยลักษณ์. 2548. **ปทุมมา.** ครั้งที่พิมพ์ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2549. "การปลูกพืชในระบบ NFT (Nutrient Film Technique)." น. 1 – 33. ใน **เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน รุ่นที่ 7**. กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2552. **การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.** กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อิทธิสุนทร นันทกิจ และคณะ. 2552. "ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน." ใน **เอกสารประกอบการฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรุ่นที่ 10.** คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Allen. M.T. 1998. How to : Choose an Orchid. **Orchids.** 67(1) : 38-45

Arnold, J.S. 1987. **Chemigation in Micro-irriation Methods and Materials Update.** California Agicultural Technology Intitute, California

Criely, R.A. and R.T. Watanabe. 1974. "Response of Chrysanthemun in Four Soilless Media." **Hort. Sci.** 9(4) : 385-387.

Edwards, C.K. 1992, **"Method and Apparatus for HyDroponic Cultivation."** Multinutrient Fertilizers. 56(3) : 371.

Guerin, V., Lemaire, F., Marfa, O., Caceres, R., Giuffrida, F., 2000. Groth of Viburnum tinus in peat-based and peat-substitute growing media. **Sci. Hortic**. 89 : 129-142.

Helton, O.M. 1969. "Growing Orchid under Controlled pH Condition." **Amer. Orchid Soc.** 38 : 126-129.

Ken, W.L. 2000. "Potted, Blooming Dendrobium Orchids." **HortTechnology.** 10(3) : 431-432.

Kitiya, Y. 2007. "Growth of Sweetpotato Cultured in The Newly Designed Hydroponic System for Space Farming." **Sci. Hortic.** 41 : 730-735.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mark, V.Y. *et al.* 1993. "Root-medium Nutrient Concentration and Growth of Poinsettia at Three Fertilizer Concentrations and Four Leaching Fractions." **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 118 (6) : 771-776.

Nean, L. 2000. "Phalaenopsis Orchid Light Requirements." **HortTechnology.** 10(3) : 430.

Neilsen, G.H. *et al.* 1999. "Response of Soil and irrigation Fruit Trees to Fertigation or Broadcast Application of Nitrogen, Phosphorus and Potassium." **HortTechnology.** 9(3) : 393-401.

Papadopoulos, I. and Eliades. 1987. "A Fertigation System for Experimental Purposes." **Plant and Soil.** 102 : 141-143.

Paul, C.A. *et al.* 1992. "Influence of Media on Growth Parameters in *Dendrobium*." **Journal of the orchid Society of India.** 6(1-2) : 125-130.

Rittershausen, B *et al.* 1982. **Popular Orchids.** Newton Abbot : David and Chales Ltd.

Sarma, C.M. and S. Kaur. 1998. "Application of Rhizoctonic solani for Establishment of in Vitro Raised Arundian Graminifolia (D.Don) Hochr. Seedlings under natural conditions." **Journal of the Orchid Society of India.** 12(1-2) : 77-78.

Sheehan, T.J. 1980. **Orchids,** in : Introduction to Floriculture (ed. R.A. Larson), Academic Press, New York.

Salf, R.L. 1976. "Potting Mix Studies Analyzed in Alabama." **Amer. Nurseryman.** 144(3) : 100-105.

Wanng, Y.T. 1995. "Meduim and fertilization Affect Performance of Potted *Dendrobium* and *Phalaenopsis*." **Hort. Sci.** 5(3) : 234-237.

Willium, Y.T. and L.L. Gregg. 1995. "The effect of irrigation Method, Water-Soluble Fertilization, Preplant Nutrient Charge, and Surface Evaporation on Early Vegetative and Root Growth of Poinsettia." J. Amer. Soc. **Hort. Sci.** 120(2) : 163-169.

Larry M. Shuman. 1998. "Micronutrient Fertilizers." **Crop Production.** Vol. 1. pp. 165-195.

Lindsay W.L. Hodgson J.F. and Norvell W.A. 1967. The physico-chemical equilibrium of metal chelates in soils and their influence on the availability of micro nutrient cations. **Intern. Soc.Soil Sci.** (Scotland 1966) Trans. Comm. II and IV : 305–316.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.1 สารละลายธาตุอาหารพืช Anthurium ที่ใช้ในการทดลอง

เตรียมสารละลายธาตุอาหารดังกล่าว ดังตารางที่ ก. 1 ละลายในน้ำ 20 ลิตร ได้สารละลายเข้มข้น 200 เท่า สำหรับการทดลองที่ 1 ปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกแวนด้าเป็นไม้กระถาง ที่ปลูกในโรงเรือน Evaporative cooling greenhouse

ตารางที่ ก.1 องค์ประกอบของธาตุอาหารในสารละลายสูตร Anthurium ปริมาตร 20 ลิตร

ชนิดของสารละลายธาตุอาหาร	น้ำหนัก (กรัม)
สารละลาย A	
$Ca(NO_3)_2$	1400
Fe-EDTA	96
สารละลาย B	
KNO_3	1428
KH_2PO_4	544
Urea	122
$MgSO_4$	996
$ZnSO_4$	3.568
$CuSO_4$	0.508
$MnSO_4$	7.08
H_3BO_3	5.082
Ammonium Molybdate	0.342

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 ปุ๋ยเกร็ดสูตรเพิ่มสารจับใบ 20-20-20

ก.2.1 เอกสารกำกับปุ๋ยเคมี

ชื่อการค้า : นูตริ-วานซ์

เครื่องหมายการค้า : ตรานูตริ-วานซ์

คุณสมบัติประกอบด้วยปริมาณธาตุอาหารรับรอง ดังนี้

ไนโตรเจนทั้งหมด (N)	20%
ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5)	20%
โพแทชที่ละลายน้ำ (K_2O)	20%

ประโยชน์ สามารถละลายน้ำได้ และพืชสามารถดูดซึมธาตุอาหารเข้าทางราก และใบ สูตรปุ๋ยนี้ช่วยในการสร้างความเจริญเติบโต และความสมบูรณ์ให้ลำต้น ดอก ใบ และผล

ก.2.2 นูตริวานซ์-ออร์คิดเด้น

เป็นปุ๋ยเกล็ดที่เหมาะสมสำหรับกล้วยไม้ และไม้ดอกไม้ประดับ ที่มีสารพิเศษเฟอร์ติวานซ์ ซึ่งมีคุณสมบัติการจับติดใบดีเยี่ยม เร่งการดูดซึมปุ๋ยเข้าสู่เยื่อหุ้มเซลล์ และชะลอการระเหยตัวของปุ๋ย ทำให้พืชได้รับธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยไม่ต้องใส่สารจับใบ

ประโยชน์ของนูตริวานซ์-ออร์คิดเด้น

1) ช่วยให้กล้วยไม้ และไม้ดอกไม้ประดับเจริญเติบโตสมบูรณ์แข็งแรง
2) เร่งการเจริญเติบโต พร้อมสะสมอาหารเพื่อต้านทานโรค และพร้อมติดดอก
3) ช่วยพัฒนาต้น และดอกอย่างสมดุล
4) ฉีดได้ทุกระยะเพื่อช่วยบำรุงต้น และดอกอย่างต่อเนื่อง
5) มีธาตุอาหารเสริม Fe, Mn, Zn, Cu และ Mo ช่วยในการพัฒนาต้นให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
6) เร่งการแตกรากเพื่อช่วยในการเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.3 สารละลายธาตุอาหารพืช ปทุมมา NT ที่ใช้ในการทดลอง

เตรียมสารละลายธาตุอาหารดังกล่าว ดังตารางที่ ก.1 ละลายในน้ำ 6 ลิตร ได้สารละลายเข้มข้น 100 เท่า สำหรับการทดลองที่ 2 ธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นปทุมมาที่ปลูกในระบบปลูก NFT

ตารางที่ ก.2 องค์ประกอบของธาตุอาหารในสารละลายสูตรปทุมมา NT ปริมาตร 6 ลิตร

ชนิดของสารละลายธาตุอาหาร	น้ำหนัก
สารละลาย A ถังที่ 1	
$Ca(NO_3)_2$	1.340 kg
Fe-EDTA 12%Fe	0.008 kg
สารละลาย A ถังที่ 2	
$Ca(NO_3)_2$	1.340 kg
Fe- DTPA 6% Fe	0.016 kg
สารละลาย A ถังที่ 3	
$Ca(NO_3)_2$	1.340 kg
Fe-EDDHA 6% Fe	0.016 kg
สารละลาย B	
KNO_3	0.721 kg
KH_2PO_4	0.450 kg
K_2SO_4	0.352 kg
$MgSO_4$	0.457 kg
$ZnSO_4$ 22%	1.308 g
$CuSO_4$	0.152 g
$MnSO_4$	1.597 g
H_3BO_3	1.525 g
$(NH_4)2MoO_4$	0.103 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวรัศมี กลางท่าไค่
วันเดือนปีเกิด	10 พฤษภาคม 2530
ภูมิลำเนา	73 หมู่ 11 ตำบลนาแซง อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด 45120
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2549 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย พ.ศ. 2553 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานวิจัย	พ.ศ. 2555 ผลงานเรื่อง “อิทธิพลของขนาดกระถาง วัสดุปลูกและการให้ปุ๋ย ต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลแวนด้า” หน้าที่ 107 – 114. ในการประชุมวิชาการ งานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 10 ระหว่าง 24-25 กรกฎาคม 2555 คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้