

ผลของวัสดุปลูก และปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตหน้าวัว (*Anthurium andreanum*)

และผลของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตเยอบีร่า

(*Gerbera jamesonii*)

EFFECT OF SUBSTRATES AND FERTILIZERS ON ANTHURIUM  
GROWTH (*Anthurium andreanum*) AND EFFECT OF NUTRIENT SOLUTION  
ON GERBERA GROWTH (*Gerbera jamesonii*)



เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน...133780  
วัน,เดือน,ปี.3.0.คค...2557

1260/853  
b.....  
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2556

**EFFECT OF SUBSTRATES AND FERTILIZERS ON ANTHURIUM  
GROWTH (*Anthurium andreaeanum*) AND EFFECT OF NUTRIENT SOLUTION  
ON GERBERA GROWTH (*Gerbera jamesonii*)**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN HORTICULTUE  
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2013**

**KMITL-2013-AG-M-021-125**

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           | ผลของวัสดุปลูก และปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตหน้าวัว ( <i>Anthurium andreanum</i> ) และผลของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของบีระา ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) |
| ชื่อนักศึกษา                | นางสาววิฐุ ศิริรัตนอำพร   |
| รหัสประจำตัว                | 53640310  |
| ปริญญา                      | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต   |
| สาขาวิชา                    | พืชสวน  |
| พ.ศ.                        | 2556  |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ | รองศาสตราจารย์ ดร. อธิธิสุนทร นันทกิจ   |

### บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของวัสดุปลูกที่เหมาะสม และปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตหน้าวัว (*Anthurium andreanum*) และผลของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตของบีระา (*Gerbera jamesonii*) โดยแบ่งการทดลองเป็นสองการทดลองดังนี้

ในการทดลองที่ 1 ทำการเปรียบเทียบชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของหน้าวัว โดยทำการทดลองในโรงเรือนแบบ Evaporative cooling greenhouse วางแผนการทดลองแบบ 2x4 Factorial in CRD 8 ซ้ำ ซึ่งปัจจัยที่หนึ่ง คือ ปุ๋ย 2 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ย Hydroponic (สูตร Anthurium) และปุ๋ยเกรดสูตร 20-20-20 ปัจจัยที่สอง คือ วัสดุปลูก 4 ชนิด ได้แก่ กาบมะพร้าวสับ, วัสดุปลูก M-Tech, พีทมอส และกาบมะพร้าว : M-tech (5:1) ผลการทดลองพบว่า ในตำรับการทดลองปุ๋ยสูตร 20-20-20 (F) ร่วมกับพีทมอส (F+P), ปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับ M-Tec (F+M) และการใช้ปุ๋ย Hydroponics (H) ร่วมกับพีทมอส (H+P) มีผลทำให้จำนวนดอกสูงที่สุด และในส่วนของวัสดุปลูกที่มีผลให้จำนวนดอกสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ พีทมอส คือ 3.31 ดอก รองลงมา คือ M-tech 2.69 ดอก ส่วนกาบมะพร้าว และกาบมะพร้าว : M-Tec ให้จำนวนดอกต่ำที่สุด คือ 1.81 และ 1.75 ดอก และเมื่อพิจารณาวัสดุปลูกที่มีภายในประเทศ ซึ่งได้แก่ วัสดุปลูก M-Tec และกาบมะพร้าวสับ จะพบว่าวัสดุปลูก M-Tec ให้จำนวนดอกสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกาบมะพร้าวสับ จึงสามารถนำวัสดุปลูก M-Tec ที่พัฒนาจากวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตไฟฟ้ามาใช้แทนกาบมะพร้าวสับได้

ในการทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของชนิดหลักเกลือ และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของบีระากระถาง (*Gerbera jamesonii*) ในระบบปลูก NFT โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial in Completely Randomized Design มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 ปัจจัย คือ 1) เหล็กคีเลต 3 ชนิด คือ Fe-EDTA, Fe-DTPA และ Fe-EDDHA 2) ระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหาร 3 ระดับ คือ EC 2 mS/cm, EC 2.5 mS/cm และ EC 3.0 mS/cm ทำการทดลอง 4 ซ้ำ จากการทดลองต้นเขอบีร่าสีเหลือง พบว่า ชนิดของเหล็กคีเลตไม่มีผลต่อคุณภาพดอก และค่าความเขียวของใบ แต่จะมีผลต่อน้ำหนักต้น และจำนวนดอก โดย Fe-EDTA จะให้ผลดีที่สุด ส่วนความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ EC 3.0 mS/cm มีผลให้น้ำหนักต้น จำนวนดอก และค่าความเขียวของใบสูงที่สุด แต่ความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารไม่มีผลต่อคุณภาพดอก ส่วนในการทดลองต้นเขอบีร่าสีแดง พบว่า ชนิดของเหล็กคีเลตไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต, คุณภาพผลผลิต และค่าความเขียวของใบในเดือนที่ 4 และ 5 แต่มีผลกับค่าความเขียวในเดือนที่ 6 โดย Fe-EDDHA มีผลให้ค่าความเขียวของใบสูงที่สุด ส่วนที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC 3.0 mS/cm มีผลให้น้ำหนักต้นรวมรากหลังการทดลอง, เส้นผ่านศูนย์กลางดอก, ความยาวก้าน และค่าความเขียวของใบ สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็กคีเลต และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ในทุกตำรับการทดลอง เหล็กคีเลตทุกชนิดที่ร่วมกับการให้ระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหาร EC 3.0 mS/cm จะส่งผลให้มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับในเขอบีร่าสีเหลือง ดังนั้น การปลูกต้นเขอบีร่ากระถางสีเหลือง และสีแดงในระบบ NFT ควรปลูกที่ระดับความเข้มข้นธาตุอาหาร EC 3.0 mS/cm และเนื่องจากชนิดของเหล็กไม่มีผลต่อจำนวนดอกเขอบีร่าสีแดง และการเจริญเติบโตของต้นเขอบีร่าสีที่สุดในเขอบีร่าสีเหลือง จึงแนะนำให้ใช้ Fe-EDTA ซึ่งเป็นเหล็กที่มีราคาถูกที่สุด และสามารถทำให้ต้นเขอบีร่าเจริญเติบโตได้ดีเช่นเดียวกับเหล็กคีเลตชนิดอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Thesis Title</b>   | Effect of Substrates and Fertilizers on Anthurium Growth ( <i>Anthurium andreanum</i> ) and Effect of Nutrient Solution on Gerbera Growth ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) |
| <b>Student</b>        | Miss Vitu Siriratanaamporn   |
| <b>Student ID.</b>    | 53640310   |
| <b>Degree</b>         | Master of Science  |
| <b>Program</b>        | Horticulture   |
| <b>Year</b>           | 2013   |
| <b>Thesis Advisor</b> | Assoc. Prof. Dr. Itthisuntorn Nuntagij   |

### Abstract

Results of studies on growth of *Anthurium andreanum* and *Gerbera jamesonii* grown on different nutrient solutions and planting substrates were reported.

Experiment 1. Contrastive study of different fertilizers and planting substrates on growth of anthurium was done in evaporative cooling greenhouse. The treatments of 2x4 were arranged in CRD in factorial experiment and the treatment combinations were then replicated 8 times. The first factor consisted of hydroponics fertilizer (for Anthurium) and 20-20-20 (water soluble fertilizer). Another factor was consisted of 4 planting substrates as follows: chopped coconut husk, M-Tech planting material, peat moss, and coconut husk + Mtech (5:1). The results of statistical differences were observed on fertilizer types. The numbers of flowers produced on the mentioned treatments with 20-20-20 (water soluble fertilizer) was higher than those derived from hydroponics fertilizer. In relation with planting materials, significant differences on flower numbers were also obtained. Peat moss had significantly given the highest of 3.31 followed by M-Tech of 2.69, coconut husks of 1.81, and then coconut husk mixed with M-Tech of 1.75 flowers per plant ( $p = 0.05$ ). Since M-Tech and chopped coconut husks were available in the country. However, in contrary M-Tech material had given higher in flower numbers. Therefore,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M-Tech material that derived from electrical power house remnants may be considered to use in substitution for chopped coconut husks.

Experiment 2. Study on effects of iron chelates and nutrient concentrations on growth of potted gerbera 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 2, 2.5 and 3.0 mS/cm. All treatment combinations were replicated 4 times. The results indicated that chelate types had no effects on yellow gerbera pedicel and flower diameters, pedicel lengths, and leaf greenness. In contrast chelate types produced the positive effects on plant weights and flower numbers. Specifically, Fe-EDTA gave the best results of the mentioned variables. Regarding to the nutrient solutions, the concentration of EC 3.0 mS/cm gave the best results of plant weights, pedicel lengths, and leaf greenness. They did produce no differences on the other variables. Moreover, on the red flower gerbera cultivar, chelate types had no effects on growth, yield quality, and leaf greenness values recorded in months 4 and 5. However, only Fe-EDDHA of the chelates gave the highest value of leaf greenness in month 6 as compared with the other. The occurrence of the relationships of nutrient solution concentrations on whole plant weights, flower diameters, pedicel lengths, and leaf greenness values were also found in the months of 4, 5, and 6. Nutrient solution with EC 3.0 mS/cm had supported higher plant weights and pedicel lengths significantly. The best growth of flower diameters and high leaf greenness values obtained in months 4, 5 and 6 were derived from the nutrient concentrations of EC 3.0 and 2.5 mS/cm. Interaction between the two factors did present because the better growth of both gerbera cultivars were obtained from all chelate types applied together with the nutrient concentration of EC 3.0 mS/cm. On the basis of these results, it is recommended to use nutrient concentration with the EC of 3.0 mS/cm to grow potted gerbera of yellow and red flowers in NFT system. Hence, all chelates tested influenced similar outcomes of growth and flower numbers. It is also suggested to utilize Fe-EDTA in growing gerbera because of it cheaper than the other.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. อธิธิสุนทร นันทกิจ ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้ และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. อภิศักดิ์ โพธิ์ปิ่น, ผศ.ดร. พรหมมาศ กุหากาญจน์ และดร. นันทรัตน์ สุภกานีเนต กรรมการสอบหัวข้อ และโครงสร้างวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะ จนในที่สุดทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบคุณ รศ.ดร. ชาตรี สิทธิกุล ที่ให้ความรู้ และคำแนะนำในการใช้ภาษาอังกฤษเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ ผศ. สมเกียรติ สีสนอง และผศ. กรรณ จินดาประเสริฐ ที่คอยให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทาง พร้อมทั้งให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ คำปรึกษาในด้านการเรียน และการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง

สุดท้ายต้องขอขอบคุณ คุณกาญจนา นฤภัย, คุณปริดาพร คุณที, คุณรัศมี กลางท่าไค้, คุณรัตนโชค มีพงษ์, คุณระพีพันธ์ อ่ำสำโรง, คุณอภิชาติ ตั้งมั่น, คุณพิชญ์สินี ตรีนุสรณ์ และคุณทวีทรัพย์ โชติช่วงนภา ที่คอยให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันจนประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้ทุกท่าน

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา และครอบครัว ศิริรัตน์อำพร ทุกท่าน ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

วิฐู ศิริรัตน์อำพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

|  | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....   | I    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....  | III  |
| กิตติกรรมประกาศ.....   | V    |
| สารบัญ.....  | VI   |
| สารบัญตาราง.....   | VIII |
| สารบัญภาพ.....   | XI   |
| บทที่ 1 บทนำ.....  | 1    |
| 1.1 ความสำคัญและที่มา.....   | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....   | 2    |
| 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....   | 2    |
| 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....   | 2    |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....   | 3    |
| 2.1 นิยามและความหมาย.....  | 3    |
| 2.2 การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน.....  | 4    |
| 2.3 สารละลายธาตุอาหารพืช.....  | 12   |
| 2.4 ธาตุ Fe.....   | 13   |
| 2.5 คีเลต.....   | 14   |
| 2.6 ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity : EC) ในสารละลายธาตุอาหารพืช.....   | 16   |
| บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....   | 18   |
| 3.1 การทดลองที่ 1 ผลของวัสดุปลูก และธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ<br>ต้นหน้าวัว ( <i>Anthurium andreaum</i> ) ที่ปลูกในโรงเรือน Evaporative cooling<br>Greenhouse..... | 18   |
| 3.2 การทดลองที่ 2 อิทธิพลของชนิดเหล็กคีเลต และความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มีผล<br>ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเยอบีร่ากระถาง ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) ในระบบ<br>ปลูก NFT.....   | 22   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

|   | หน้า      |
|---|-----------|
| 3.3 สถานที่ทำการวิจัย.....  | 25        |
| 3.4 ระยะเวลาในการทำวิจัย.....   | 25        |
| <b>บทที่ 4 ผลการทดลอง.....</b>  | <b>26</b> |
| 4.1 การทดลองที่ 1 ผลของวัสดุปลูก และธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ<br>ต้นหน้าวัวที่ปลูกในโรงเรือน Evaporative cooling greenhouse.....                                | 26        |
| 4.2 การทดลองที่ 2 อิทธิพลของชนิดหลักกีเลต และความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มีผล<br>ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเขือบีร่ากระถาง ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) ในระบบปลูก<br>NFT..... | 39        |
| <b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย.....</b>  | <b>60</b> |
| บรรณานุกรม.....   | 60        |
| ภาคผนวก.....  | 64        |
| ภาคผนวก ก. สารละลายธาตุอาหาร.....   | 65        |
| ภาคผนวก ข. การวัดขนาดดอกหน้าวัว.....  | 69        |
| ภาคผนวก ค. ภาพผลการทดลอง.....   | 71        |
| ประวัติผู้เขียน.....  | 83        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 2.1 แสดงคุณสมบัติของวัสดุปลูก.....  | 9    |
| 4.1 แสดงพื้นที่ใบที่ 1 ของหน้าวัวใบปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน.....   | 27   |
| 4.2 แสดงพื้นที่ใบที่ 2 ของหน้าวัวใบปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน.....   | 27   |
| 4.3 แสดงพื้นที่ใบที่ 3 ของหน้าวัวใบปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน.....   | 28   |
| 4.4 แสดงพื้นที่ใบที่ 4 ของหน้าวัวใบปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน.....   | 28   |
| 4.5 แสดงพื้นที่ใบที่ 5 ของหน้าวัวใบปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน.....   | 29   |
| 4.6 แสดงความยาวก้านใบที่ 1 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน.....  | 30   |
| 4.7 แสดงความยาวก้านใบที่ 2 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน.....  | 30   |
| 4.8 แสดงความยาวก้านใบที่ 3 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน.....  | 31   |
| 4.9 แสดงความยาวก้านใบที่ 4 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน.....  | 31   |
| 4.10 แสดงความยาวก้านใบที่ 5 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน.....   | 32   |
| 4.11 แสดงค่าความเขียวใบที่ 1 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน.....  | 34   |
| 4.12 แสดงค่าความเขียวใบที่ 2 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน.....  | 34   |
| 4.13 แสดงค่าความเขียวใบที่ 3 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน.....  | 35   |
| 4.14 แสดงค่าความเขียวใบที่ 4 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน.....  | 35   |
| 4.15 แสดงค่าความเขียวใบที่ 5 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน.....  | 36   |
| 4.16 แสดงจำนวนดอก และราคาต่อกระถางของต้นหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน.....   | 37   |
| 4.17 แสดงราคาต่อกระถางของต้นหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน.....   | 37   |
| 4.18 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อน้ำหนักของต้นเยอบีร่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (g).....                          | 40   |
| 4.19 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางกลางดอกเยอบีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีเหลือง..... | 41   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 4.20 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอกเยอบีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีเหลือง.....             | 42   |
| 4.21 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อความยาวก้านดอกเยอบีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีเหลือง.....                       | 42   |
| 4.22 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อจำนวนดอกต่อต้นของเยอบีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีเหลือง.....                    | 43   |
| 4.23 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อค่าความเขียวใบในเดือนที่ 4 ของต้นของเยอบีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีเหลือง..... | 44   |
| 4.24 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อค่าความเขียวใบในเดือนที่ 5 ของต้นของเยอบีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีเหลือง..... | 45   |
| 4.25 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อค่าความเขียวใบในเดือนที่ 6 ของต้นของเยอบีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีเหลือง..... | 45   |
| 4.26 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารไนโบเยอบีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีเหลือง.....            | 48   |
| 4.27 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อน้ำหนักของต้นเยอบีร่าสีแดงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (g).....                                 | 51   |
| 4.28 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางดอกเยอบีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีแดง.....                    | 52   |
| 4.29 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอกเยอบีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีแดง.....                | 53   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่   | หน้า |
|--|------|
| 4.30 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อความยาวก้านดอกเยอบีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีแดง.....                       | 53   |
| 4.31 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อจำนวนดอกต่อต้นของเยอบีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีแดง.....                    | 54   |
| 4.32 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อค่าความเขียวใบในเดือนที่ 4 ของต้นของเยอบีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีแดง..... | 55   |
| 4.33 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อค่าความเขียวใบในเดือนที่ 5 ของต้นของเยอบีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีแดง..... | 56   |
| 4.34 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อค่าความเขียวใบในเดือนที่ 6 ของต้นของเยอบีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีแดง..... | 56   |
| ก.1 องค์ประกอบของธาตุอาหารในสารละลายสูตร Anthurium ปริมาตร 20 ลิตร.....  | 66   |
| ก.2 องค์ประกอบของธาตุอาหารในสารละลายสูตรGerbera (Netherland) ปริมาตร 10 ลิตร.....  | 68   |
| ข.1 มาตรฐานการรับซื้อดอกหน้าวัวของบริษัท สตาร์ ฟลอร่า จำกัด.....   | 70   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

| ภาพที่  | หน้า |
|---|------|
| 2.1 แสดงขนาดเมล็ด 3 ช่วง คือ 1) ขนาดเล็ก 1-5 มม. 2) ขนาดกลาง 6-10 มม. และ 3) ขนาดใหญ่มากกว่า 10 มม.....   | 8    |
| 2.2 แสดงวัสดุปลูกที่ใช้ทดสอบ.....   | 9    |
| 2.3 น้ำในวัสดุปลูกที่เวลาต่างๆ หลังจากแช่น้ำให้อิ่มตัว.....   | 9    |
| 2.4 อัตราการคายน้ำของวัสดุปลูกที่เวลาต่างๆ.....   | 10   |
| 2.5 แสดงระบบการปลูกพืชแบบ NFT (Nutrient film technique).....  | 11   |
| 3.1 ระบบจ่ายสารละลายธาตุอาหารไปยังรากพืช.....   | 19   |
| 3.2 แสดงโครงสร้างการให้สารละลายแต่ละตำหรับการทดลองด้วยเครื่อง Dosatron.....   | 20   |
| 3.3 แสดงวิธีการวัดความกว้าง และความยาวของใบหน้าวัว.....   | 21   |
| 3.4 แสดงโครงสร้างระบบ NFT (Nutrient Film Techniques).....   | 23   |
| 4.1 แสดงการเจริญเติบโตของต้นหน้าวัวในตำหรับการทดลอง H+M, H+P, H+M และ H+C+M.....  | 32   |
| 4.2 แสดงการเจริญเติบโตของต้นหน้าวัวในตำหรับการทดลอง F+M, F+P, F+M และ F+C+M.....  | 33   |
| 4.3 แสดงจำนวนดอกแยกตามเกรดที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกแตกต่างกัน.....   | 38   |
| 4.4 แสดงการเจริญเติบโตของต้นเยอบีร่าในตำหรับการทดลอง Fe-EDTA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ.....  | 49   |
| 4.5 แสดงการเจริญเติบโตของต้นเยอบีร่าในตำหรับการทดลอง Fe-DTPA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ.....  | 49   |
| 4.6 แสดงการเจริญเติบโตของต้นเยอบีร่าในตำหรับการทดลอง Fe-EDDHA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ.....   | 49   |
| 4.7 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอบีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีเหลืองในแต่ละตำหรับการทดลอง..... | 50   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่  | หน้า |
|---|------|
| 4.8 แสดงการเจริญเติบโตของต้นเขอปีร่าในตำหรับการทดลอง Fe-EDTA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ.....  | 57   |
| 4.9 แสดงการเจริญเติบโตของต้นเขอปีร่าในตำหรับการทดลอง Fe-DTPA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ.....  | 57   |
| 4.10 แสดงการเจริญเติบโตของต้นเขอปีร่าในตำหรับการทดลอง Fe-EDDHA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ.....  | 58   |
| 4.11 แสดงการเปรียบเทียบอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นเขอปีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีแดงในแต่ละตำหรับการทดลอง..... | 58   |
| ค.1 แสดงความกว้างใบที่เจริญเติบโตในแต่ละสัปดาห์ ที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกแตกต่างกันของต้นหน้าวัว.....  | 73   |
| ค.2 แสดงความยาวใบที่เจริญเติบโตในแต่ละสัปดาห์ที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกแตกต่างกันของต้นหน้าวัว.....   | 75   |
| ค.3 แสดงความยาวก้านใบที่เจริญเติบโตในแต่ละสัปดาห์ที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกแตกต่างกันของต้นหน้าวัว.....   | 76   |
| ค.4 แสดงพื้นที่ใบหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน.....  | 77   |
| ค.5 แสดงค่าความเขียวของใบที่เจริญเติบโตในแต่ละสัปดาห์ที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่แตกต่างกันของต้นหน้าวัว.....  | 78   |
| ค.6 แสดงอิทธิพลของเหล็กคีเลตแต่ละชนิด (1) และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (2) ที่มีผลต่อน้ำหนักต้นเขอปีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีเหลือง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง.....                | 79   |
| ค.7 แสดงจำนวนดอกต่อต้นของเขอปีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีเหลือง.....  | 79   |
| ค.8 แสดงค่าความเขียวใบของต้นเขอปีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีเหลือง ที่ได้รับอิทธิพลของเหล็กคีเลตแต่ละชนิด (1) และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (2).....                            | 80   |
| ค.9 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อน้ำหนักต้นเขอปีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีแดงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง.....                           | 80   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า   |
|--------|--|
| ค.10   | แสดงค่าความเคี้ยวใบของต้นเยอปีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีแดง ที่ได้รับอิทธิพลของเหล็กที่สกัดแต่ละชนิด (1) และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (2).....81                 |
| ค.11   | แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอปีร่า ( <i>Gerbera jamesonii</i> ) สีเหลือง ในแต่ละตำหรับการทดลอง.....82 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

หน้าวัว และเยอบีร่า เป็นดอกไม้ที่ตลาดมีความต้องการ นอกจากจะผลิตขึ้นเพื่อตัดดอกแล้ว ยังสามารถผลิตเป็นไม้กระถางได้อีกด้วย การปลูกหน้าวัวส่วนมากปลูกโดยใช้วัสดุปลูก ซึ่งวัสดุปลูกหน้าวัวมีความสำคัญในการผลิตมาก เนื่องจากวัสดุปลูกเป็นแหล่งสะสมความชื้น แหล่งอาหาร และเป็นที่พองลำต้นหน้าวัวให้ตั้งตรงอยู่ได้ หน้าวัวเป็นพืชระบบรากอากาศ วัสดุปลูกจึงควรมีลักษณะโปร่ง ระบายน้ำ และเก็บความชื้นได้ดี สามารถเป็นที่ยึดของรากไม่ให้ต้นล้มเมื่อต้นโตขึ้น ไม่เป็นพิษต่อระบบราก อายุการใช้งานนาน ไม่ฟู หรือย่อยสลายง่าย หาง่ายในท้องถิ่น สะดวกในการนำมาใช้ และราคาเหมาะสม มีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.5 – 7.5 (ชญญา ทิพานุกะ. 2548 ; ยงยุทธ โอสถสภา. 2541) แต่วัสดุปลูกที่นิยมใช้ ได้แก่ กาบมะพร้าว อิฐทุบ และถ่านไม้ มีคุณสมบัติไม่เหมาะสมกับหน้าวัว เนื่องจากกาบมะพร้าวย่อยตัวง่าย อาจมีการสะสมของเกลือโซเดียม และคลอไรด์ ส่วนในถ่านไม้ สามารถเก็บความชื้นได้น้อยจึงต้องให้น้ำบ่อยครั้ง และอิฐทุบ เป็นวัสดุปลูกที่มีความยุ่งยากในการนำมาใช้ มีน้ำหนักมาก ปัจจุบันจึงไม่ได้รับความนิยม และวัสดุปลูกส่วนใหญ่มี cation exchange capacity ต่ำ มีธาตุอาหารอยู่ในปริมาณที่จำกัด ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช จึงทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่มีคุณภาพ เพราะฉะนั้นคุณภาพของสารละลายที่ใช้จึงมีบทบาทสำคัญ เนื่องจากพืชจะได้รับธาตุอาหารจากสารละลายธาตุอาหารแต่เพียงอย่างเดียว แต่สารละลายสำเร็จรูปทางการค้าที่มีวางจำหน่ายทั่วไป มีธาตุอาหารไม่ครบถ้วน (ขาดธาตุ Ca) ดังนั้น การใช้สารละลายธาตุอาหารในระบบการปลูกพืชไร้ดิน สามารถให้ธาตุอาหารได้ครบถ้วนกว่า เพราะมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่อย่างครบถ้วน ส่วนดินเยอบีร่ามีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วสามารถแตกหน่อเพิ่มขึ้นได้เรื่อยๆ ดังนั้น หากได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการจะแสดงอาการขาดธาตุอาหารอย่างชัดเจนที่ ดอก ใบ และก้านใบ โดยเฉพาะธาตุเหล็ก เพราะเมื่อขาดธาตุเหล็กแล้ว คลอโรพลาสต์ของใบพืชจะมีการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์น้อยลง การรับพลังงานแสง และการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนก็น้อยลงด้วย (ยงยุทธ โอสถสภา. 2546) และเหล็กเป็นจุลธาตุที่เคลื่อนที่ในพืชได้น้อย 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 โดยเสถียรภาพของเกลือในสารละลายธาตุอาหารยังขึ้นอยู่กับชนิด และความเข้มข้นของไอออนอื่นในสารละลายด้วย (ยงยุทธ โอสดสภา. 2547) ซึ่งความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารสามารถดูได้จากค่าการนำไฟฟ้า (EC) เนื่องจากค่า EC เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มข้นของเกลือทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ เป็นค่าวัดโดยรวมไม่สามารถแยก บอกความเข้มข้นของเกลือแต่ละตัวได้ (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2552)

ด้วยเหตุนี้ จึงสนใจที่จะศึกษาสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหน้าวัว และเยอบีร่า และศึกษาวัสดุปลูกของหน้าวัว เพราะยังไม่มีวัสดุปลูกชนิดใดที่มีคุณสมบัติครบตามความต้องการของหน้าวัว จึงต้องพิจารณาวัสดุปลูกที่จะนำมาใช้ เช่น กาบมะพร้าว และพีทมอส นอกจากนี้ M-Tech เป็นวัสดุปลูกที่ผลิตได้ภายในประเทศ แต่ยังไม่มียี่ห้อทางการมาสนับสนุน จึงได้นำมาทำการศึกษาร่วมกับวัสดุปลูกอื่นๆ ที่เกษตรกรนิยมใช้ เพื่อหาวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหน้าวัว

## 1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบสารละลายธาตุอาหารสูตร Anthurium และสูตรสำเร็จรูป 20-20-20
- 1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบวัสดุปลูกที่เหมาะสมในการปลูกต้นหน้าวัว
- 1.2.3 เพื่อศึกษาชนิดของเหล็กคีเลต และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอบีร่า

## 1.3 ขอบเขตงานวิจัย

เป็นการศึกษาลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยในหน้าวัว โดยการผสมปุ๋ยใช้เองที่ผสมตามสูตรของการปลูกหน้าวัวในวัสดุปลูกแบบไม่ใช้ดิน เปรียบเทียบกับปุ๋ยสำเร็จรูปทางการค้า 20-20-20 สำหรับกล้วยไม้ และเป็นการหาชนิดวัสดุปลูกที่เหมาะสมในการปลูกหน้าวัว และเพื่อหาสารละลายที่เหมาะสมกับการปลูกต้นเยอบีร่าในระบบ NFT โดยทำการเปรียบเทียบชนิดของเหล็กคีเลต และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเยอบีร่า

## 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1. ทราบถึงสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหน้าวัว
- 1.4.2. ทราบถึงวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการปลูกเลี้ยงหน้าวัว
- 1.4.3. ทราบถึงชนิดเหล็กคีเลตที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเยอบีร่า
- 1.4.4. ทราบถึงความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (EC) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเยอบีร่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 พืชที่ใช้ในการทดลอง

#### 2.1.1 หน้าวัว

ชื่อวิทยาศาสตร์ของหน้าวัว คือ *Anthurium andreaeanum* มีชื่อสามัญว่า หน้าวัว, Anthurium, Flamingo Flower หรือ Tail Flower ซึ่งอยู่ในวงศ์ Araceae มีถิ่นกำเนิดในแถบเขตร้อนของทวีปอเมริกาเหนือ และอเมริกาใต้ หน้าวัวเป็นพืชอวบน้ำ ลำต้นค่อนข้างตรงไปทางเลื้อย ลำต้นมีการเจริญเติบโตทางเดียว หรือแตกกอก็ได้ (เศรษฐมนตร์ กาญจนกุล. 2552) มีอายุประมาณ 6-7 ปี เมื่อยอดเจริญสูงขึ้นเรื่อยๆ จะทิ้งใบล่าง และมักพบรากบริเวณลำต้น รากเหล่านี้จะเจริญลงสู่วัสดุปลูกที่ต่อเมื่อโรงเรือนมีความชื้นเพียงพอ หน้าวัวเป็นพืชในเขตร้อน ประเภท epiphytic plant เป็นรากแบบกิ่งอากาศ รากจึงมีขนาดค่อนข้างใหญ่ แต่จะแตกแขนงตามบริเวณข้อลำต้นเป็นรากขนาดเล็กลง เมื่อเจริญเข้าสู่วัสดุปลูกซึ่งมีความชื้นสูง รากที่งอกใหม่จะมีสีแดงส่วนปลายรากมีสีเหลือง รากที่แตกใหม่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร อุ่มน้ำได้มาก ต่อมาเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน และเมื่อรากแก่ขึ้นจะแผ่กระจายไปทั่ววัสดุปลูก รากหน้าวัวสามารถเจริญเติบโตได้บนต้นพืช หรือก้อนหิน สามารถดูดน้ำ และความชื้นได้จากอากาศ ดังนั้น ควรเลือกใช้วัสดุปลูกที่โปร่ง มีการระบายน้ำ และอากาศดี มิฉะนั้นรากพืชจะเน่าได้ (ชญญา ทิพานุกะ. 2548)

#### 2.1.2 เยอบีร่า

เยอบีร่า เป็นไม้ดอกอายุหลายปี มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Gerbera jamesonii* อยู่ในวงศ์ Compositae (asteraceae) มีชื่อสามัญว่า Gerbera, Barberton daisy และ Transval daisy (เศรษฐมนตร์ กาญจนกุล. 2550) เป็นไม้ดอกที่มีความสำคัญในทางค้า มีการปลูกกระจายอยู่ทั่วโลก (Duong Tan Nhut et al. 2007) ปัจจุบันมีการปลูกเยอบีร่าในโรงเรือนเพื่อใช้สำหรับเป็นไม้ตัดดอกอย่างแพร่หลายในประเทศ Netherland, ยุโรป และกำลังเป็นที่นิยมในแถบ Mediterranean (Issa et al. 2001) เมื่อก่อนการปลูกเยอบีร่านิยมปลูกลงดิน แต่ได้มีคำแนะนำต่างๆ จึงมีการปรับเปลี่ยนมาปลูกในระบบปลูกพืชไร้ดิน (Hydroponics) เนื่องจากมีข้อได้เปรียบทางเศรษฐกิจ และมีธาตุ

อาหารมากกว่าการปลูกไม้ดอก และผักในดิน ระบบการปลูกพืชไร้ดินให้ปลูกพืชเพื่อแก้ไขปัญหาราคาไม่ถูกรณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกพืชในดินที่มีปัญหา (Resh. 1997) นอกจากนี้ยังมีผู้เขียนอีกหลายๆ ท่าน ที่ได้ทำการปลูกเยอบีร่าในระบบปลูกพืชไร้ดิน (Pisanu et al. 1994 ; Maloupa and Gerasoulos. 1999) ที่ช่วยเพิ่มคุณภาพช่อดอก (Maloupa et al. 1993) และกำไร (Mattas et al. 2000) ที่เป็นผลมาจากประหยัดน้ำและพื้นที่ (Cadahia et al. 2000)

## 2.2 การปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชไม่ใช้ดิน (soiless culture) หมายถึง วิธีการปลูกพืชโดยให้พืชได้รับสารอาหารหรือสารละลายธาตุอาหารที่พืชต้องการจากทางราก พืชที่ปลูกจะอยู่บนวัสดุปลูก หรือไม่มีวัสดุปลูกก็ได้ (ถวิล สุขวงษ์. 2546) ซึ่งดินในที่นี้ หมายถึง วัสดุผสมที่ประกอบด้วยอนุภาคทราย (sand) อนุภาคตะกอน (silt) และอนุภาคดินเหนียว (clay) (นภดล เรียบเลิศสิริธัญ. 2550) การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เป็นการปลูกพืชที่ใช้หลักการในแบบวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ ด้วยการเลียนแบบการปลูกพืชบนดิน แต่ไม่นำดินมาใช้เป็นวัสดุปลูกในการปลูก หลักการพื้นฐานในการทำให้พืชเจริญงอกงามเติบโตก็เพียงใช้น้ำที่มีการเติมธาตุอาหารต่างๆ เป็นการทดแทนธาตุอาหารที่มีอยู่เดิม ต้นพืชก็สามารถเจริญเติบโตได้เช่นกัน ปัจจุบันประชาชนในหลายประเทศทั่วโลก ต่างนิยมหันมาปลูกพืชด้วยวิธีนี้กันมากขึ้นเพื่อเป็นการช่วยเพิ่มผลผลิต (ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงษ์. 2534) ปัจจุบันเทคโนโลยีการปลูกพืชด้วยวิธีการปลูกพืชไร้ดิน ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาหลากหลายรูปแบบ มีชื่อเรียกที่แตกต่างกัน บางทีระบบเดียวกันก็เรียกชื่อต่างกัน อาทิ ระบบวัสดุปลูก บางทีเรียก substrate culture หรือ aggregate hydroponics, substrate system หรือ media culture บางทีระบบเดียวกันแต่ใช้วัสดุแตกต่างออกไปก็เรียกชื่อต่างเช่นกัน ถ้าใช้ทรายปลูกก็เรียก sand culture, ถ้าใช้กรวดปลูกก็เรียก gravel culture ถ้าใช้รอกวูลปลูกก็เรียก rock wool culture เป็นต้น (พิชัย มณีโชติ และคณะ. 2540)

### 2.2.1 ระบบวัสดุปลูก (substrate หรือ substrate system)

ระบบวัสดุปลูก เป็นการใช่วัสดุปลูกที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืชในการยึดตัวรากพืชไว้ วัสดุปลูกมีให้เลือกหลายชนิด เช่น ทราย กรวด สกอเรีย (scoria) หรือ หินภูเขาไฟ เพอร์ไลต์ (perlite) เวอร์มิคูไลต์ (vermiculite) แกลบดิน ถ่านแกลบ พีท (peat) กาบมะพร้าว และรอกวูล (rock wool) เป็นต้น การให้สารละลายของพืชในระบบนี้จะกระทำในรูปแบบต่างๆ เช่น การดูดซึม (infiltration) การจุ่ม และระบาย (soak and drain) วิธีน้ำหยด (drip irrigation) เป็นต้น นอกจากนี้

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการปลูกพืชในระบบวัสดุปลูกแบบต่างๆ ก็ได้ราคาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกโดยใช้วัสดุปลูกนี้ สามารถเลือก และปรับปรุงคุณสมบัติทั้งทางกายภาพ และเคมีของวัสดุปลูกให้เป็นไปตามที่ต้องการ และเหมาะสมต่อพืชที่ปลูกได้ ระบบนี้เหมาะกับการปลูกพืชผัก ไม้ดอกไม้ประดับ เป็นต้น ซึ่งระบบนี้สามารถปลูกได้ทั้งในโรงเรือนปลูกพืช และกลางแจ้ง เพราะเป็นเทคนิคที่ง่าย ไม่มีปัญหาเรื่องการขาดออกซิเจน แต่วัสดุปลูกบางชนิดอาจมีปัญหาเรื่องการยุบ หรือสลายตัวเร็ว (พิชัย มณีโชติ และคณะ. 2540)

วัสดุปลูกหน้าวัวมีความสำคัญในการผลิต เนื่องจากวัสดุปลูกเป็นแหล่งสะสมความชื้น แหล่งอาหาร และเป็นที่พุงลำต้นหน้าวัวให้ตั้งตรงอยู่ได้ หน้าวัวเป็นพืชระบบรากอากาศ วัสดุปลูก จึงควรมีลักษณะโปร่ง ระบายน้ำดี และเก็บความชื้นได้ดี สามารถเป็นที่ยึดของรากไม่ให้ต้นล้มเมื่อ ต้นโตขึ้น ไม่เป็นพิษต่อระบบราก อายุการใช้งานนาน ไม่ฟู หรือย่อยสลายง่าย หาง่าย ราคาเหมาะสม มีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.5 – 7.5 นอกจากนี้วัสดุปลูกที่ดี ไม่ควรเป็นที่สะสมของโรค และเป็นที่อาศัยของแมลงที่เป็นศัตรูของหน้าวัว และหาได้ง่ายในท้องถิ่น สะดวกในการนำมาใช้ (ชญญา ทิพานุกะ. 2548 ; ยงยุทธ โอสถสภ. 2541)

วัสดุปลูก และสารละลายธาตุอาหารมีความสัมพันธ์กัน โดย Yansong et al. (2007) ได้ ทำการศึกษาความเป็นประโยชน์ขององค์ประกอบธาตุอาหารในสารละลายที่สกัดได้จาก Organic substrates (peat moss, charred rice husk, chicken, sawdust, turfgrass clipping และ weathered coal) พบว่า องค์ประกอบของสารละลายที่สกัดได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง Organic substrate ดังนั้น การใช้สารละลายธาตุอาหารขึ้นอยู่กับ Organic substrate ที่ใช้ เช่นเดียวกับ Guerin et al. (2000) ที่ศึกษาวัสดุปลูกโดยใช้ peat เป็นวัสดุปลูกพื้นฐานในการปลูก *Viburnum tinus L.* ในการทดลองจะทำการทดลองเปรียบเทียบวัสดุปลูกต่างๆ ในสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน คือที่ French oceanic (Oce) และ Spanish Mediterranean (Med) โดยที่ Oce มีวัสดุปลูกดังนี้ peat/yard compost, yard compost/raw coir และ peat/raw coir และที่ Med มีวัสดุปลูกดังนี้ peat/compost manure, forest compost/compost bark และ forest compost/cattle manure compost และทั้งสอง ภูมิอากาศ มีสำหรับการทดลองควบคุม คือ peat/pine compost จากการทดลองพบว่า ที่ Oce การใช้ yard compost หรือ raw coir พืชมีขนาดใกล้เคียงกับสำหรับการทดลองควบคุม ส่วนใน Med การใช้ forest compost/cattle manure มีความสูงใกล้เคียงกับสำหรับการทดลองควบคุม แต่เมื่อวิเคราะห์ผล จากพารามิเตอร์ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างวัสดุปลูก ซึ่งจากการทดลองทั้งสอง ที่กล่าวมานี้ พบว่า วัสดุปลูกมีอิทธิพล เนื่องจากวัสดุต่างชนิดกันจะมีคุณลักษณะ และสมบัติทาง

กายภาพที่แตกต่างกัน สารละลายธาตุอาหาร และวัสดุปลูกแต่ละชนิด มีความสัมพันธ์กันจึงทำให้ วัสดุปลูกต่างชนิดกันต้องการธาตุอาหารที่แตกต่างกัน และแตกต่างกันไปในแต่ละระบบปลูก

### 2.2.1.1 หลักการเลือกใช้วัสดุปลูก

ในการพิจารณาเลือกใช้วัสดุปลูกในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จำเป็นจะต้องพิจารณาในแง่ต่างๆ ดังนี้

วัสดุปลูกที่เหมาะสมที่สุดทางทฤษฎีต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(1) เป็นวัสดุปลูกที่เมื่อนำมาใช้จะมีคุณสมบัติรักษาอัตราส่วนของน้ำ และอากาศให้เหมาะสมตลอดการปลูก อัตราส่วนของ น้ำ : อากาศ ที่เหมาะสมจะอยู่ประมาณ = 50 : 50

(2) เป็นวัสดุที่ต้องไม่มีการอัดตัวหรือยุบตัวเมื่อเปียกน้ำหรือเมื่อใช้ไปนานๆ

(3) เป็นวัสดุที่ไม่สลายตัวทั้งทางเคมีและทางชีวภาพ

(4) เป็นวัสดุที่รากพืชสามารถแพร่กระจายได้สะดวกทั่วทุกส่วนของวัสดุปลูก

(5) เป็นวัสดุที่ไม่มีสารที่เป็นพิษต่อพืชเจือปนอยู่

(6) เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเฉื่อยทางเคมี คือ ไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายธาตุอาหารและกับ ภาชนะที่ใช้บรรจุ

(7) เป็นวัสดุที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (C.E.C.) ต่ำหรือไม่มีเลย เพื่อจะได้ไม่มีผลต่อองค์ประกอบของสารละลายธาตุอาหารพืชที่อยู่ในวัสดุปลูก

(8) เป็นวัสดุที่ไม่เป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลง

(9) เป็นวัสดุที่สามารถกำจัด โรคและแมลง ได้ง่าย ซึ่งทำให้สามารถนำวัสดุปลูกกลับมาใช้ใหม่ได้ง่าย

จากคุณสมบัติเหล่านี้ยังไม่มีวัสดุปลูกชนิดใดที่มีคุณสมบัติครบดังที่กล่าวมา จึงอาจใช้วิธีการนำวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ดีแต่ละอย่างมาผสมกัน เพื่อให้วัสดุปลูกมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น นอกจากนี้ ยังต้องคำนึงถึง ราคาของวัสดุปลูกที่นำมาใช้ และค่าใช้จ่ายด้านอื่นๆ เช่น วัสดุปลูกบางชนิดต้องการ ที่เก็บที่ดีเป็นพิเศษ ต้องรวมถึงค่าโรงเรือนในการเก็บรักษา ต้องพิจารณาถึงอายุการใช้งาน ค่าใช้จ่าย ในการกำจัด โรค และแมลงเมื่อนำวัสดุนั้นๆ มาใช้ใหม่ เช่น วัสดุบางอย่างมีอายุการใช้งาน ยาวนานมาก เช่น กรวด หินภูเขาไฟ แต่บางอย่างมีอายุการใช้งานเพียง 1-2 ครั้งของการปลูกเท่านั้น

ดังนั้นในการเลือกใช้วัสดุปลูกจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ดังที่กล่าวมานี้ และนำมา พิจารณาร่วมกัน และหาข้อสรุปในการเลือกใช้ (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2552)

### 2.2.1.2 กาบมะพร้าว

เป็นวัสดุที่หาได้ง่าย ราคาถูก การนำมาใช้งานง่ายไม่ยุ่งยาก กาบมะพร้าวที่นำมาใช้ปลูก

หน้าวัวควรเป็นกาบมะพร้าวที่แก่จัด เปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล โดยธรรมชาติ ไม่ใช่เกิดจากการตาก แยกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แดด กาบมะพร้าวที่แก่จัดจะมีเส้นใยมาก และเหนียว ทำให้อายุการใช้งานทนทาน และไม่ย่อยสลายง่าย ปัจจุบันมีผู้ผลิตกาบมะพร้าวออกมาหลายรูปแบบ เช่น มะพร้าวสับขนาดต่าง ๆ ใช้สำหรับหน้าว้าวขนาดเล็ก และปลูกลงกระถาง ส่วนหน้าว้าวที่ปลูกลงแปลงนิยมใช้ทั้งกาบไม่จำเป็นต้องสับเป็นชิ้น ๆ ข้อควรระวังในการใช้กาบมะพร้าวก็คือ ไม่ควรใช้กาบมะพร้าวที่มาจากแหล่งผลิตใกล้ทะเล เนื่องจากจะมีการสะสมของเกลือ โซเดียม และคลอไรด์สูง อาจเป็นอันตรายต่อระบบรากของหน้าว้าวได้ และควรมีการเสริมกาบมะพร้าวทุกๆ 6 เดือน เพื่อป้องกันรากที่เกิดใหม่ชะงักการเจริญเติบโต แห้ง และตาย การใช้กาบมะพร้าวเป็นวัสดุปลูก ต้องคำนึงถึงการระบายน้ำ แปลงปลูกจะต้องมีการระบายน้ำดี โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน เนื่องจากกาบมะพร้าวสามารถอุ้มน้ำได้ดี หากการระบายน้ำไม่ดีอาจทำให้ระบบรากเน่าได้ง่าย ดังนั้นในพื้นที่ที่มีฝนตกชุก จึงไม่เหมาะที่จะใช้กาบมะพร้าวเป็นวัสดุปลูก นอกจากนี้ยังพบปัญหาตะไคร่น้ำที่เจริญได้ดีบนกาบมะพร้าว ตะไคร่น้ำจะแย่งปุ๋ยที่ให้กับหน้าว้าวทำให้ต้นหน้าว้าว ไม่ได้รับปุ๋ยเต็มที่ ปัจจุบัน ความนิยมในการใช้กาบมะพร้าวเริ่มลดลงเรื่อยๆ (Cp flower. 2553)

#### 2.2.1.3 พีท (peat)

การใช้พีทในจัดสวน หรือใช้ในการผลิตนั้น มีมาตั้งแต่ก่อนศตวรรษที่ 18 และในศตวรรษที่ 19 จึงเริ่มมีการศึกษาเรื่องพีทอย่างละเอียด และ Robinson and Lamb (1975) ได้นำเสนอเรื่องการใช้พีทในการปลูกพืชสวน ไม้ดอก ไม้ประดับ พีท เป็นซากพืชจำพวกตะไคร้มอส และพืชอื่นๆ ที่ยังไม่แข็งตัว สะสมอยู่ในลุ่มชื้นจึงมีความชื้นสูง เนื่องจากเซลล์โลสของซากพืชถูกแบคทีเรีย และราแปรสภาพเป็นอินทรีย์วัตถุ แต่ยังไม่ปรากฏลักษณะซากพืชต่างๆ ให้เห็นอยู่ภายในเนื้อ โดยมีคาร์บอนและออกซิเจนประมาณ 60 และ 30 % ตามลำดับ แสฟกนัมพีทมอส (Sphagnum peat moss) เป็นที่นิยม คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของพีท คือ มี pH 2.5-7 สามารถอุ้มน้ำได้ 4-15 เท่าของน้ำหนัก มีความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 162-333 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร และมีความพรุน 85-95% (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2552)

#### 2.2.1.4 M-Tec

M-Tec หรือ ไบโอบีแอคชั่น (Bio Action) คือ วัสดุปลูกปลอดเชื้อนวัตกรรมการเพาะปลูกจากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ร่วมกับบริษัทสิ่งแวดล้อมและพลังงานเทคโนโลยี จำกัด M-Tec เป็นวัสดุปลูกปลอดเชื้อที่ผลิตจากถ่านแกลบ 100% ผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 1,000 °C จึงปลอดเชื้อ M-Tec คุ้มน้ำได้ 40-70% เก็บความชื้นได้นาน ไม่ต้องรด

น้ำบอวย ขนาดเม็ดมีตั้งแต่ 2 มิลลิเมตร ขึ้นไปสามารถเลือกให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชได้ รุปรุนของ M-Tec สามารถดูดซับ และคายสารอาหารจากปุ๋ยเม็ดที่ละลายมากับน้ำได้ดี ลดการสูญเสียปุ๋ยไปกับน้ำที่รดให้ต้นไม้ ทำให้ประหยัดน้ำและปุ๋ย ลงได้มาก

### คุณสมบัติโดยทั่วไปของ M-Tec

- (1) มีความแข็งแรง ไม่ยุบตัวตลอดอายุการใช้งาน
- (2) ขนาดเม็ด 3 ช่วง คือ ขนาดเล็ก 1-5 มม. ขนาดกลาง 6-10 มม. และ ขนาดใหญ่ มากกว่า 10 มม. (ภาพที่ 2.1)
- (3) ไม่เป็นแหล่งสะสมโรคและแมลง
- (4) ดูดซับน้ำได้ ไม่ต่ำกว่า 40%
- (5) ความหนาแน่น 0.6-0.8 กก.ต่อลิตร
- (6) มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ (CEC < 0.4 mS/cm)
- (7) อายุการใช้งานยาวนาน และสามารถนำกลับมาใช้ได้หลายครั้ง



ภาพที่ 2.1 แสดงขนาดเม็ด 3 ช่วง คือ 1) ขนาดเล็ก 1-5 มม. 2) ขนาดกลาง 6-10 มม. และ 3) ขนาดใหญ่ มากกว่า 10 มม.

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ 2553 ได้ทำการทดสอบสมบัติการดูดน้ำ และการคายน้ำของวัสดุปลูก ดังนี้ เพอร์ไลท์, ไฮโดรเคลร์, เม็ดถั่วกลีบ 2 ขนาด คือ ขยาดกลาง 0.8-1.5 และ ขนาดใหญ่ 1.5-2.5 เซนติเมตร (ภาพที่ 2.2) ซึ่งคุณสมบัติที่ได้นั้น แสดงในตารางที่ 2.1 ปริมาณน้ำที่ยังคงอยู่ในวัสดุปลูกที่เวลาต่างๆ แสดงในภาพที่ 2.3 และอัตราการคายน้ำ แสดงในภาพที่ 2.4

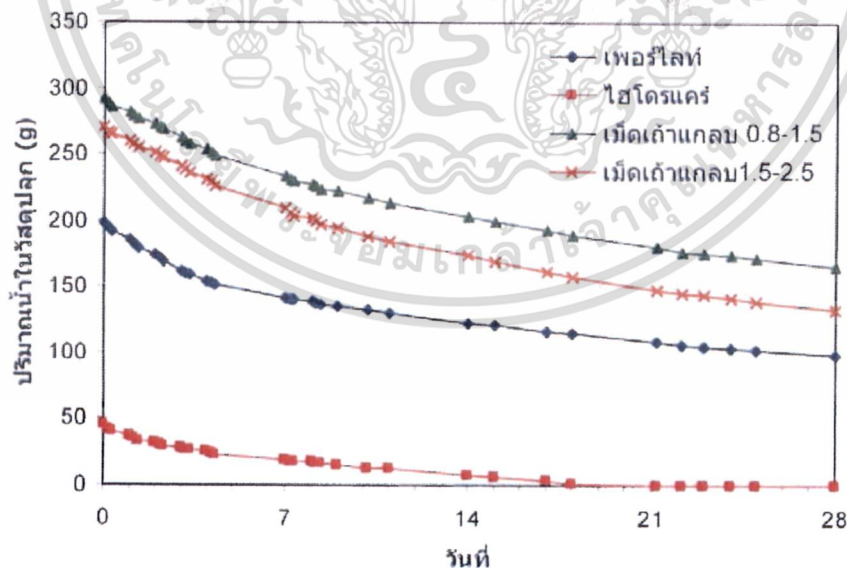


ภาพที่ 2.2 แสดงวัสดุปลูกที่ใช้ทดสอบ

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติของวัสดุปลูก

| สมบัติของวัสดุปลูก                   | ชนิดของวัสดุปลูก |           |                     |                     |
|--------------------------------------|------------------|-----------|---------------------|---------------------|
|                                      | เพอร์ไลต์        | ไฮโดรแคร์ | เม็ดแก้วกลม 0.8-1.5 | เม็ดแก้วกลม 1.5-2.5 |
| ขนาดเมล็ด (ซม.)                      | 0.5              | 1.5-2.5   | 0.8-1.5             | 1.5-2.5             |
| ความหนาแน่น Bulk density (กรัม/ลิตร) | 890              | 2,390     | 5,210               | 4,972               |
| น้ำหนักอิมมัตต่อลิตร 1 (กรัม)        | 287.2            | 284.6     | 812.4               | 767.8               |
| %การดูดน้ำ                           | 222.4            | 19.1      | 56.0                | 54.4                |

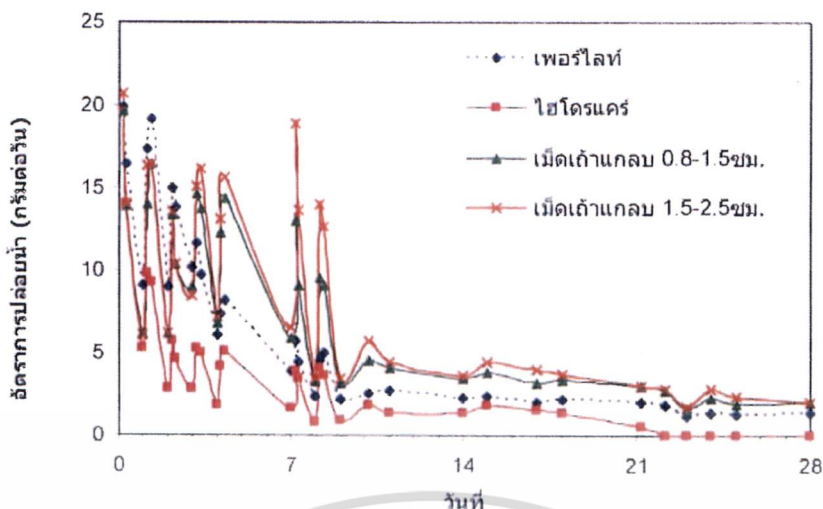
ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ 2553



ภาพที่ 2.3 น้ำในวัสดุปลูกที่เวลาต่างๆ หลังจากให้น้ำให้อิมมัต

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 อัตราการคายน้ำของวัสดุปลูกที่เวลาต่างๆ  
ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ 2553

### 2.2.2 Nutrient Film Technique (NFT)

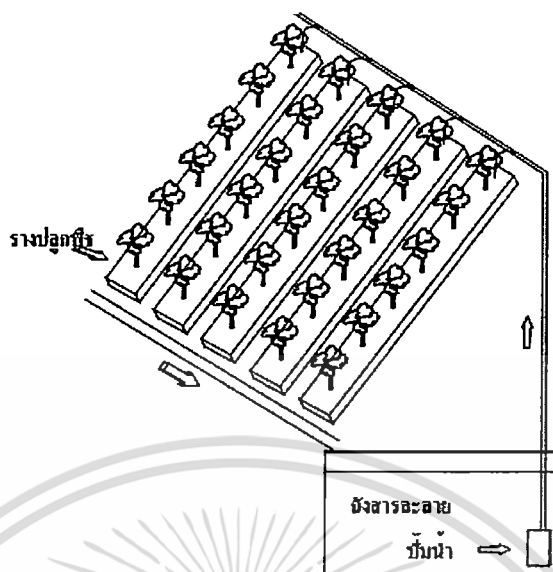
Nutrient Film Technique หรือ NFT เป็นการปลูกพืชไร้ดินอีกระบบหนึ่งที่ทำให้รากพืชที่ปลูกจุ่มอยู่ในสารละลายอาหารในรางปลูก ที่ไหลเป็นฟิล์มบางๆ อย่างต่อเนื่อง โดยการหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหารมาจากถังพักด้วยปั๊ม (นภคกุล เรียบเลิศหิรัญ. 2550)

#### 2.2.2.1 องค์ประกอบของระบบปลูกพืชแบบ NFT

องค์ประกอบของระบบ NFT โดยทั่วไปนั้นประกอบด้วย

- (1) รางปลูกพืช (gully) ทำหน้าที่ 2 อย่าง คือ เป็นที่ตั้งของรากพืช และรองรับสารอาหารพืชที่ไหลผ่าน
- (2) อัตราการไหลของสารละลาย ปกติสารละลายจะไหลอย่างต่อเนื่องมากกว่าการให้แบบสลับ โดยทั่วไปจะมีอัตราการไหลอยู่ในช่วง 1-2 ลิตร/นาที่/ราง
- (3) ความลาดชันของรางปลูก เพื่อให้การไหลของสารละลายผ่านรากพืชประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์
- (4) ปั๊มน้ำ เพื่อเป็นต้นกำลังในการส่งสารละลายจากถังบรรจุ ให้ไหลไปตามท่อส่งน้ำเข้าสู่ด้านหัวแปลงปลูก แล้วไหลผ่านรากพืชอย่างช้าๆ ลงสู่ถังบรรจุแบบหมุนเวียน
- (5) การเตรียมดินกล้าที่ใช้ปลูก เตรียมจากการเพาะต้นกล้าในวัสดุต่างๆ เช่น เพอร์ไลต์ เวอร์มิคูไลต์ รอกวูด กรวด ปกติต้นกล้าที่ย้ายไปปลูก ควรมีใบจริง 3-5 ใบ (ดิเรก ทองอร่าม. 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 แสดงระบบการปลูกพืชแบบ NFT (Nutrient film technique)

#### 2.2.2.2 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 และปริมาณออกซิเจนในน้ำที่พืชต้องการปกติจะแสดงอาการขาดออกซิเจนถ้ารางยาวเกินกว่า 12 เมตร รางปลูกพืชที่ยาวมากถึง 18 เมตร อาจใช้ปลูกพืชได้บางชนิดที่ต้องการออกซิเจนน้อย เช่น ผักสลัด รางปลูกพืชที่ยาวจะมีความแตกต่างของออกซิเจนในสารละลายระหว่างต้นราง และปลายรางมาก พืชที่อยู่ต้นรางจะดูดใช้ออกซิเจนจากสารละลายได้ก่อนพืชที่อยู่ปลายราง

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

#### 2.2.2.3 ข้อดี และข้อเสียในระบบ NFT

ข้อดี ของระบบ NFT มีดังนี้

- (1) ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องควบคุมการให้น้ำเนื่องจากระบบนี้จะมีการให้น้ำแก่พืชตลอดเวลา
- (2) ระบบการให้สารละลายแก่พืชไม่ยุ่งยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (3) ทำการป้องกัน และกำจัดเชื้อโรคพืชต่าง ๆ ในสารละลายได้ง่าย
  - (4) เป็นระบบที่มีการใช้น้ำและธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด
  - (5) ไม่มีวัสดุปลูกที่ต้องกำจัด
  - (6) สามารถปลูกพืชได้อย่างต่อเนื่องตลอดปี ไม่เสียเวลาในการเตรียมระบบปลูก เช่น สามารถปลูกผักสลัดได้ถึง 8-10 ครั้ง/ปี
- ข้อเสีย ของระบบ NFT มีดังนี้
- (1) ราคาค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูงมาก โดยเฉพาะถ้าใช้ขาตั้งทำจากโลหะ
  - (2) เป็นระบบที่ต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิด เพราะมีโอกาสที่ระบบจะเสียได้ง่าย และพืชจะถูกกระทบกระเทือนอย่างรุนแรง และรวดเร็ว
  - (3) ต้องใช้น้ำที่มีสิ่งเจือปนอยู่น้อย (สารละลายต่างๆ) ถ้ามีสิ่งเจือปนอยู่มากจะเกิดการสะสมของเกลือบางตัวที่พืชใช้น้อย หรือ ไม่ดูดใช้เลย แล้วสะสมอยู่ในสารละลายทำให้จำเป็นต้องเปลี่ยนสารละลายบ่อยๆ ทำให้สิ้นเปลือง
  - (4) มีปัญหามากเกี่ยวกับการสะสมของอุณหภูมิของสารละลาย โดยเฉพาะในเขตร้อนมีผลต่อการละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายลดลง จะทำให้พืชอ่อนแอ รากถูกทำลายโดยโรคพืชได้ง่าย การเจริญเติบโตลดลง จนถึงไม่สามารถปลูกพืชได้เลย
  - (5) มีการแพร่กระจายของโรคพืชบางชนิดอย่างรวดเร็ว (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2549)

### 2.3 สารละลายธาตุอาหาร

สารละลายธาตุอาหาร เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เพราะเป็นแหล่งที่ให้ธาตุอาหารแก่พืช สารละลายธาตุอาหารที่มีชนิดและปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช จะไม่เป็นพิษต่อพืช การที่มีสัดส่วนระหว่างธาตุอาหารที่เหมาะสมจะทำให้ไม่เกิดการแข่งขันในการดูดใช้ธาตุอาหารประจวบเดียวกันในพืช เพื่อให้พืชสามารถเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องจนถึงกระบวนการเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ยังต้องควบคุม pH ของสารละลายให้อยู่ในช่วงที่พอเหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืช (ดิเรก ทองอร่าม. 2547 ; อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2549)

การปลูกหน้าวัวแบบไม่ใช้ดินถูกพัฒนาที่ French West Indies เมื่อปี 1980 เพราะไม่ต้องการให้เกิดโรคจากแบคทีเรีย และตลาดมีความต้องการดอกหน้าวัวที่มีคุณภาพดีที่สุด เทคนิคการปลูกโดยไม่ใช้ดิน และการให้น้ำในระบบนำอัตโนมัติจึงได้รับความนิยม แต่การใช้วัสดุปลูกทำให้ธาตุอาหารถูกจำกัด และวัสดุปลูกส่วนมากมี cation exchange capacity ต่ำ ทำให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพต่ำ (Dufour. 2005) ในการปลูกโดยไม่ใช้ดินปลูกในระบบ Hydroponic ของเยอปีราก็เช่นกัน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Issa et al. 2001) ยังไม่มีการศึกษาในเรื่ององค์ประกอบของธาตุอาหารมากนัก ซึ่ง Savvas and Gizas (2002) ได้ศึกษาผลของการปลูกเขยอปีร่าในระบบการปลูกพืชไร่ดิน ที่นำสารละลายที่ไหลออกนำกลับมาใช้ใหม่ที่มีอิทธิพลต่อผลผลิต และคุณภาพดอก โดยในการศึกษาจะนำสารละลายที่ใช้แล้วมาเติมธาตุอาหาร K (K+Ca+Mg) 3 ระดับ (0.40, 0.48, 0.56 equivalent basis) เปรียบเทียบกับการปลูกแบบที่ไม่นำกลับมาใช้ใหม่ พบว่า เมื่อนำสารละลายกลับมาใช้ใหม่จะให้ผลผลิตสูงในตำหรับการทดลองที่มีความเข้มข้นของ K (K+Ca+Mg) สูง แต่อย่างไรก็ตาม จำนวนดอกต่อต้น และความยาวก้านดอกต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับตำหรับการทดลองที่ไม่นำสารละลายกลับมาใช้ใหม่

Dufour (2005) การให้สารละลายธาตุอาหารที่ประกอบด้วย 8.9 mmol N/L และ 3.2 mmol K/L ทำให้หน้าวัวมีระยะ Vegetative สั้นขึ้น ดอกมีขนาดใหญ่ และมีจำนวนดอกมาก นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราส่วนระหว่าง  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  มีผลต่อการเจริญเติบโต ซึ่งจากการทดลองการเพิ่มความเข้มข้นของ Ammonium ทำให้ต้นหน้าวัวมีพัฒนาการ และผลผลิตที่ดีกว่า และต้นหน้าวัวที่ได้รับ N ในปริมาณที่น้อยจะอยู่ในช่วง Vegetative นาน การที่พืชอยู่ในช่วงระยะ Vegetative พืชจะไม่มีการออกดอก ดังนั้น หากพืชอยู่ในระยะนี้นาน มีผลทำให้จำนวนดอกลดลง นอกจากนี้ Dufour และ Clairon (1997) กล่าวว่า การที่หน้าวัวได้รับไนโตรเจนไม่เกิน 6 g N/ต้น/ปี จะทำให้ได้หน้าวัวที่มีผลผลิตที่มีคุณภาพ และยังพบว่าโพแทสเซียมก็มีส่วนสำคัญ ช่วยให้ดอกมีคุณภาพที่ดี

ณัฐวุฒิ จุลสงค์ (2551) กล่าวว่า วิธีการใส่ปุ๋ยเกล็ด และปุ๋ยละลายช้าร่วมกับการฉีดน้ำหมักชีวภาพ (ซูเปอร์ พด.2) อัตรา 1: 1,100 ทุก 7 วัน จะมีผลทำค่าเฉลี่ยความสูงลำต้นและค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่อายุ 33 เดือนหลังปลูก รวมทั้งค่าเฉลี่ยความยาวก้านดอก ค่าเฉลี่ยความกว้างดอก และค่าเฉลี่ยจำนวนดอกตลอดการทดลองมีค่ามากที่สุด

## 2.4 ธาตุเหล็ก

เหล็กในดินมีสองส่วน คือ 1. เหล็กในสารประกอบที่สลับซับซ้อนและละลายยาก เช่น แร่ไพรอกซีน แอมฟิโบล ไพไรต์ โลมอไนต์ และฮีมาไทต์ เป็นสารที่ละลายยากจึงไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช เมื่อมีการสลายตัวทางเคมี และปลดปล่อยเฟอร์รัส หรือ เฟอริก ไอออน พืชจึงใช้ประโยชน์ได้ 2. รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ได้แก่ เฟอรัส หรือ เฟอริก ไอออน ( $\text{Fe}^{2+}$  หรือ  $\text{Fe}^{3+}$ ) ในสารละลายดิน หรือ ที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Fe) และรวมไปถึงเหล็กคีเลต ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาระหว่าง

เหล็กไอออนกับสารคีเลตธรรมชาติ เช่น กรดฮิวมิก สำหรับเฟอริกออกไซด์ที่พบมากในดิน ได้แก่คาร์บอกซิลิกแอซิด ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\text{Fe}(\text{OH})_2^+$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  และ  $\text{Fe}(\text{OH})_4^-$  เป็นรูปที่ไม่ค่อยละลายน้ำ พืชจึงใช้ประโยชน์ได้ยากมาก และหน้าที่ของเหล็กที่มีต่อพืช มีดังนี้

1) เป็นองค์ประกอบของโปรตีน สำหรับโปรตีนที่มีเหล็กในโครงสร้าง คือ ฮีมโปรตีน และที่รู้จักกันโดยทั่วไป ได้แก่ 1) ไซโทโครม ซึ่งอยู่ในโซ่การเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนของการสังเคราะห์แสงและการหายใจ 2) เอนไซม์ไซโทโครม ออกซิเดส เป็นเอนไซม์ในการหายใจ 3) ฮีมเอนไซม์ชนิดอื่น ได้แก่ เอนไซม์คาทาเลส

2) โปรตีนบางชนิดมีเหล็ก และกำมะถันเป็นองค์ประกอบ เช่น เฟอร์ริดอกซิน ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวส่งอิเล็กตรอนในกระบวนการสำคัญ เช่น การสังเคราะห์แสง การรีดิวซ์ไนไตรต์ การรีดิวซ์ซัลเฟต และการตรึงไนโตรเจน

3) เหล็กทำหน้าที่เป็นโคแฟกเตอร์ของเอนไซม์หลายชนิด ซึ่งมีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ การตรึงไนโตรเจนและการลดพิษของอนุมูลอิสระ

4) เหล็กมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ในใบ จึงช่วยให้การทำหน้าที่ของคลอโรพลาสต์มีความสมบูรณ์ (ยงยุทธ โอสถสภา. 2546)

## 2.5 คีเลต

คีเลต (chelate) เป็นคำที่ได้มาจากภาษากรีกซึ่งมีความหมายว่า “กรงเล็บ” (claw) ดังนั้นถ้าพิจารณาจากรากศัพท์จะเห็นได้ว่าสารคีเลตชนิดต่างๆ น่าจะเป็นสารที่มีแนวโน้มที่จะยึดเกาะไอออนบางอย่างซึ่งโอกาสอยู่ด้วยกันอย่างเหนียวแน่น และไม่ยอมให้พวกแคตไอออนเหล่านั้นไปทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ ซึ่งมักทำให้พวกแคตไอออนเหล่านั้นตกตะกอน เช่น การทำปฏิกิริยาของธาตุอาหารที่เป็นบวกกับไฮดรอกซิล หรือฟอสเฟตไอออน กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ พวกจุลธาตุอาหารที่เป็นบวก ซึ่งมักจะตกตะกอนได้ง่ายเมื่อ pH สูงขึ้น และเมื่อมีฟอสเฟต หรือ ซัลไฟด์มากขึ้น แต่จะไม่ตกตะกอนเมื่อไปรวมตัวเป็นโลหะคีเลตที่เหมาะสมบางตัว ภายใต้สภาวะเดียวกันกับที่กล่าวไว้แล้ว ดังนั้น ความเป็นประโยชน์ของจุลธาตุอาหารเมื่อเกิดขบวนการคีเลชัน (chelation) จึงมากขึ้นตามไปด้วย

จึงพอจะกล่าวได้ว่า สารคีเลต (chelation agent) ก็คือสารอินทรีย์เคมี ซึ่งสามารถจะรวมและกุ่มกันไม่ให้มีการตกตะกอนของพวกแคตไอออนบางชนิด รวมทั้งพวกจุลธาตุอาหารที่เป็นบวกทั้งสิ้น คือ เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี ปฏิกิริยาการรวมนี้เรียกว่า chelation และผลที่ได้จากปฏิกิริยา คือ คีเลต (chelate) โดยสารคีเลตจะห้อมล้อมแคตไอออนของธาตุที่เป็นโลหะ (metallic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

cation) เข้าไว้ จนไม่เปิดโอกาสให้อนุภาคอื่นๆ ยึดมือ (bond) เข้าไปเกาะกับโลหะธาตุที่เป็นประจุบวกนั้นได้ และทำให้โลหะธาตุที่เป็นองค์ประกอบของคีเลตอยู่ในสารละลายที่มี pH สูงกว่า เมื่อโลหะธาตุเหล่านั้น เป็นแคตไอออนอยู่ในสภาพของสารละลายธรรมดา กล่าวง่ายๆ ก็คือ โลหะธาตุในโครงสร้างคีเลตได้รับการคุ้มครองจึงเกิดการตกตะกอนเป็นไฮดรอกไซด์ของโลหะได้ยากขึ้น จึงเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้น สารคีเลตมี 2 ประเภท ดังนี้

### 2.5.1 สารสังเคราะห์

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 hydroxyethylene diaminetetraacetic acid

### 2.5.2 อินทรีย์สารจากธรรมชาติ

เช่น กรดอะมิโน กรดฮิวมิก สารประกอบเชิงซ้อนบางชนิด และกรดฟีนอลิก 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 โอสดสภา. 2547)

มานูญ ศิริบุษงค์ และคณะ (2552) ได้ทำการศึกษาการให้เหล็กคีเลตสังเคราะห์ต่างชนิดในสารละลายที่มีธาตุอาหารครบทุกธาตุที่มีต่อการเจริญเติบโตของคะน้าที่ปลูกในสารละลาย แบบ Nutrient Film Technique (NFT) พบว่า ดันคะน้าที่ให้ Wesco-Rexolin APN® (FeDTPA (Fe 5.6%)) จะมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น พื้นที่ใบ น้ำหนักสดต้นและอัตราส่วนต้น/ราก สูงกว่าดันคะน้าที่ให้ Librel® (FeEDTA (Fe13.2%)) โดยที่ดันคะน้าที่ไม่มีการเติมธาตุเหล็กและที่ได้รับ FeSO<sub>4</sub> จะแสดงอาการขาดธาตุเหล็กออกมา โดย ใบอ่อนคะน้าจะมีสีเหลือง

## 2.6 ค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายธาตุอาหารพืช

ในการเตรียมสารละลายพืชสำหรับการปลูกพืชต่างๆ นั้น นอกจากชนิด และปริมาณของธาตุอาหารพืชแล้ว สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกประการ คือ ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารนี้ สามารถดูได้จากค่าการนำไฟฟ้า (EC) เนื่องจากค่า EC คือ ค่าที่แสดงถึงความเข้มข้นของเกลือทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ เป็นค่าวัดโดยรวม ไม่สามารถแยกบอกความเข้มข้นของเกลือแต่ละตัวได้ (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2552) ซึ่งค่าการนำไฟฟ้านี้มีหน่วยเป็น มิลลิโมต่อเซนติเมตร (mmho/cm) หรือ มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร (mS/cm) ค่าการนำไฟฟ้าสำหรับพืชส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 1.5-3.0 mS/cm ถ้าค่าการนำไฟฟ้าสูง หรือต่ำกว่าในช่วงนี้ จะส่งผลกระทบต่อในด้านลบต่อพืช ซึ่งอาจแก้ไขได้โดยการเจือจางสารละลายให้มีความเข้มข้นน้อยลงเมื่อค่าการนำไฟฟ้าสูงเกินไป และถ้าค่าการนำไฟฟ้าต่ำเกินไป สามารถแก้ไขได้โดยการเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร

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 กฤษณา หงส์ทอง และศิวาพร ธรรมดี (2553) ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาหาระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นในระบบวัสดุปลูกไร้ดินที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี โดยให้ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารเทียบเป็นค่า Electro-conductivity (EC) เมื่อเข้าสู่ระยะติดผลเป็น 4 ระดับ คือ 1.0, 2.0, 2.5 และ 3.0 mS/cm พบว่า การให้สารละลายธาตุอาหารที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Ozcelik and Ozkan (2002) กล่าวว่า หน้าวัวเป็นพืชที่ไม่ทนต่อความเค็มของสารละลายธาตุอาหารและวัสดุปลูก มีความต้องการ EC ระหว่าง 1.0-1.5 mScm<sup>-1</sup> จึงได้ทำการศึกษาค่า EC และ pH จากน้ำที่สกัดได้จากวัสดุปลูก และพบว่า pH ของสารละลาย และวัสดุปลูกลดลงหลังจากมีการใช้สารละลายธาตุอาหาร ในการใช้ pumice เป็นวัสดุปลูกมากกว่า mapito และค่า EC ของสารละลาย และวัสดุปลูกจะสูงขึ้นในระหว่างการใช้ แต่ค่า EC ใน pumice เปลี่ยนแปลงน้อยกว่า mapito

Sonneveld and Voogt (1993) ทำการทดลองปลูกหน้าวัวพันธุ์ Tropical และ Cuba ใน granulated polyphenol foam โดยทำการให้สารละลายธาตุอาหารไปพร้อมกับระบบน้ำที่ความเข้มข้นของ EC ระหว่าง 0.6-0.3 dSm<sup>-1</sup> จากผลการทดลอง พบว่า ผลผลิตดอก และ vegetative ลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร และค่า EC ที่ 0.7 dSm<sup>-1</sup> สามารถให้ผลผลิตได้ดีที่สุด

บทที่ 3

อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 การทดลองที่ 1 ผลของวัสดุปลูก และธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้น  
หน้าวัว (*Anthurium andreaum*) ที่ปลูกในโรงเรือน Evaporative cooling  
Greenhouse

1) การวางแผนการทดลอง

ทำการวางแผนการทดลองแบบ 2x4 Factorial in Completely Randomized Design 8 ดำรับ  
การทดลอง ดำรับการทดลองละ 10 ซ้ำ โดยมีปัจจัย 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัย A คือ สารละลายธาตุ  
อาหาร มี 2 ระดับ  $a_1$  คือ สารละลายธาตุอาหารสูตร Anthurium (ตารางภาคผนวกที่ ก.1) และ  $a_2$  คือ  
ปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 (ภาคผนวกที่ ก.2) ปัจจัย B คือ วัสดุปลูก มี 4 ระดับ ได้แก่  $b_1$  คือ กาบ  
มะพร้าวสับ ขนาด 1 นิ้ว,  $b_2$  คือ พีทมอส (Peat moss),  $b_3$  คือ M-Tec และ  $b_4$  คือ กาบมะพร้าว : M-  
Tec (5:1)

2) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2.1 พืชทดลอง

(1) หน้าวัว (*Anthurium andreaum*) พันธุ์ HC.299 จากศูนย์วิจัยพืชสวน ลำปาง

2.2 อุปกรณ์

(1) ต้นหน้าวัว (*Anthurium andreaum*) อายุ 6 เดือน

(2) กระถางขนาด 10 นิ้ว

(3) กาบมะพร้าว

(4) พีทมอส (peat moss)

(5) M-Tec

(6) สารละลายธาตุอาหารสูตร Anthurium

(7) ปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 เป็นปุ๋ยที่มีสารพิเศษ เฟอร์ติวานซ์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการ  
การจับติดใบดีเยี่ยม และมีธาตุอาหารเสริม Fe, Mn, Zn, Cu และ Mo จากบริษัท โรเท็ม  
แอมฟอร์ท เนเกฟ ลิมิเต็ด จำกัด ประเทศอิสราเอล มีชื่อทางการค้า คือ นูตริวานซ์ ออร์คิด  
เด้น

(8) Minolta SPAD 502 Chlorophyll meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

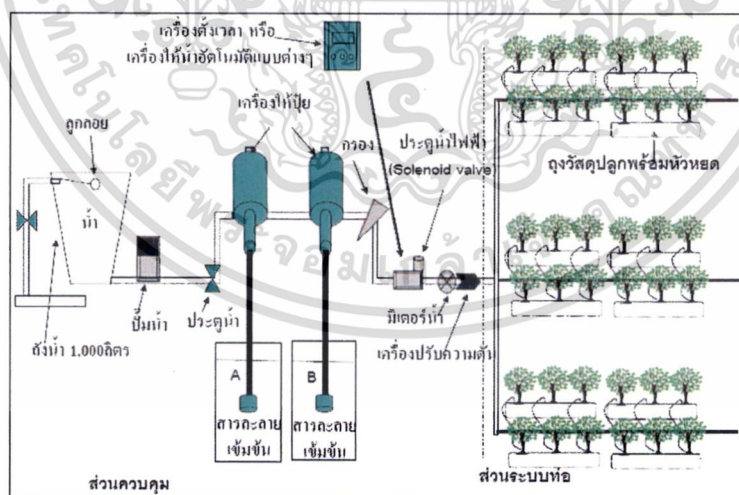
- (9) เครื่องวัด pH meter
- (10) เครื่องวัด EC meter
- (11) ไม้บรรทัด
- (12) ถังขนาด 10 ลิตรสำหรับใส่สารละลายธาตุอาหาร 2 ถัง
- (13) หัวน้ำหยด

### 3) วิธีการเตรียมการทดลอง

ทำการทดลองภายในโรงเรือน Evaporative cooling ขนาดกว้าง 9 เมตร ยาว 30 เมตร ที่อุณหภูมิไม่เกิน 32 องศาเซลเซียส โดยภายในโรงเรือนจะทำการชิงตาข่ายพรางแสง เพื่อพรางแสงอีกหนึ่งชั้นในบริเวณที่ทำการทดลอง หลังจากนั้น ทำการติดตั้งระบบจ่ายสารละลายธาตุอาหารไปยังรากพืชอัตโนมัติ แบบการปลูกโดยใช้วัสดุปลูก (ภาพที่ 3.1) โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

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

(2) ส่วนนำสารละลายสู่รากพืช ได้แก่ ระบบท่อน้ำต่างๆ และหัวน้ำหยด ซึ่งในการทดลองใช้หัวน้ำหยดแบบ mini sprinklers



ภาพที่ 3.1 ระบบจ่ายสารละลายธาตุอาหารไปยังรากพืช

การให้สารละลายแต่ละตำรับการทดลอง สารละลายปุ๋ยเข้มข้น A และ B จะถูกดึงมาผสมด้วยเครื่อง Dosatron เช่นเดียวกับสารละลายปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 แต่ปุ๋ยเกล็ดนี้จะมีสารละลายเพียง 1 ถัง ซึ่งแสดงภาพโครงสร้างการให้ปุ๋ยด้วยเครื่อง Dosatron นี้ในภาพที่ 3.2 เมื่อสารละลายเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุอาหารไหลผ่านเครื่อง Dosatron ระบบก็จะทำการจ่ายสารละลายส่งไปตามท่อที่ได้วางระบบไว้ และส่งต่อไปยังต้นหน้าวัวแต่ละต้นตามตำรับการทดลอง



ภาพที่ 3.2 แสดงโครงสร้างการให้สารละลายแต่ละตำรับการทดลองด้วยเครื่อง Dosatron

#### 4) วิธีการทดลอง

(1) นำต้นหน้าวัวอายุ 6 เดือน ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกลงในกระถางพลาสติก สีขาว ขนาด 10 นิ้ว ซึ่งวัสดุปลูกที่ใช้มี 4 ชนิด คือ กาบมะพร้าว, พีทมอส, M-Tec และ กาบมะพร้าว ผสม M-Tec (5:1)

(2) ปลูกต้นหน้าวัว 20 ต้น ต่อหนึ่งชนิดวัสดุปลูก รวมทั้งหมดมีต้นหน้าวัว 80 ต้น

(3) ทำการสุ่มตำรับการทดลองให้แก่ต้นหน้าวัวแต่ละต้น โดย 1 ตำรับการทดลอง มีทั้งหมด 10 ต้น

(4) เตรียมสารละลายธาตุอาหารมาตรฐาน Hydroponics ความเข้มข้น 200 เท่า ซึ่งเมื่อมีการใช้สารละลายจะถูกเจือจางด้วยเครื่อง Dosatron

(5) เตรียมสารละลายปุ๋ยเกล็ดสูตร 20-20-20 ปริมาตร 20 ลิตร

(6) ควบคุมระดับความเข้มข้นของสารละลายทั้ง 2 สูตร ที่ระดับ EC 1.2 mS/cm

(7) ให้สารละลายธาตุอาหารในระบบน้ำ โดยใช้ mini sprinklers ซึ่งจะให้สารละลายเป็นประจำทุกวัน วันละ 2 ครั้ง ในเวลา 6.00 น. และ 18.00 น. ครั้งละ 3 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5) การเก็บข้อมูล

บันทึกผลการทดลองข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิต ดังนี้

(1) ความกว้างของใบ วัดใบที่แตกขึ้นใหม่โดยเริ่มวัดเมื่อใบเริ่มคลี่ตัวจนกระทั่งเจริญเติบโตเต็มที่ วิธีวัดแสดงในภาพที่ 3.3

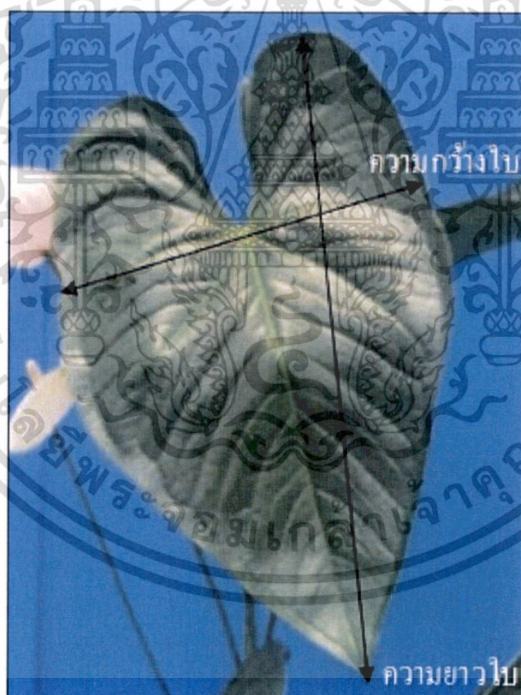
(2) ความยาวของใบ วัดใบที่แตกขึ้นใหม่โดยเริ่มวัดเมื่อใบเริ่มคลี่ตัวจนกระทั่งเจริญเติบโตเต็มที่ วิธีวัดแสดงในภาพที่ 3.3

(3) ความยาวก้านใบ

(4) พื้นที่ใบ =  $0.92 \times \text{ความยาวใบ} \times \text{ความกว้างใบ}$  (Dufour and Gueirin. 2003)

(5) ค่าความเขียวของใบ (SPAD) วัดใบที่แตกขึ้นใหม่ โดยเริ่มวัดเมื่อใบเริ่มคลี่ตัวจนกระทั่งเจริญเติบโตเต็มที่

(6) จำนวนดอก ทำการนับจำนวนดอก และประเมินราคาดอกแยกตามเกรดของดอกหน้าวัว และคิดเป็นราคารวมเกรดต่อกระถาง (ตารางภาคผนวกที่ ข.1)



ภาพที่ 3.3 แสดงวิธีการวัดความกว้าง และความยาวของใบหน้าวัว

### 6) การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลพื้นที่ใบ, ความยาวก้านใบ, ค่าความเขียว (SPAD), จำนวนดอก และราคาดอกต่อกระถาง มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติโดย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 อิทธิพลของชนิดเหล็กคีเลต และความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเยอบีร่ากระถาง (*Gerbera jamesonii*) ในระบบปลูก NFT

3.2.1 การทดลองที่ 1 อิทธิพลของชนิดเหล็กคีเลต และความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเยอบีร่ากระถางสีเหลือง (*Gerbera jamesonii*) ในระบบปลูก NFT

3.2.2 การทดลองที่ 2 อิทธิพลของชนิดเหล็กคีเลต และความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเยอบีร่ากระถางสีแดง (*Gerbera jamesonii*) ในระบบปลูก NFT

#### 1) การวางแผนการทดลอง

ทำการวางแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial in Completely Randomized Design 9 ดำรับการทดลอง 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 Gerbera (Netherland) (โดยดูจากค่าการนำไฟฟ้า (EC) หน่วย mS/cm) ประกอบด้วย  $b_1$  คือ 2.0 mS/cm,  $b_2$  คือ 2.5 mS/cm และ  $b_3$  คือ 3.0 mS/cm

#### 2) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

##### 2.1 พืชทดลอง

- (1) *Gerbera jamesonii* Royal F1 สีเหลือง
- (2) *Gerbera jamesonii* Royal F1 สีแดง

##### 2.2 อุปกรณ์

- (1) เมล็ดพันธุ์ *Gerbera jamesonii* Royal F1 สีแดง และสีเหลือง
- (2) ถ้วยปลูก
- (3) พีทมอส (peat moss)
- (4) รางปลูก
- (5) โตะปลูก 6 โตะ
- (6) สารละลายธาตุอาหารสูตร Gerbera (Netherland) (ตารางภาคผนวกที่ ก.2)
- (7) ถังสารละลาย 9 ใบ

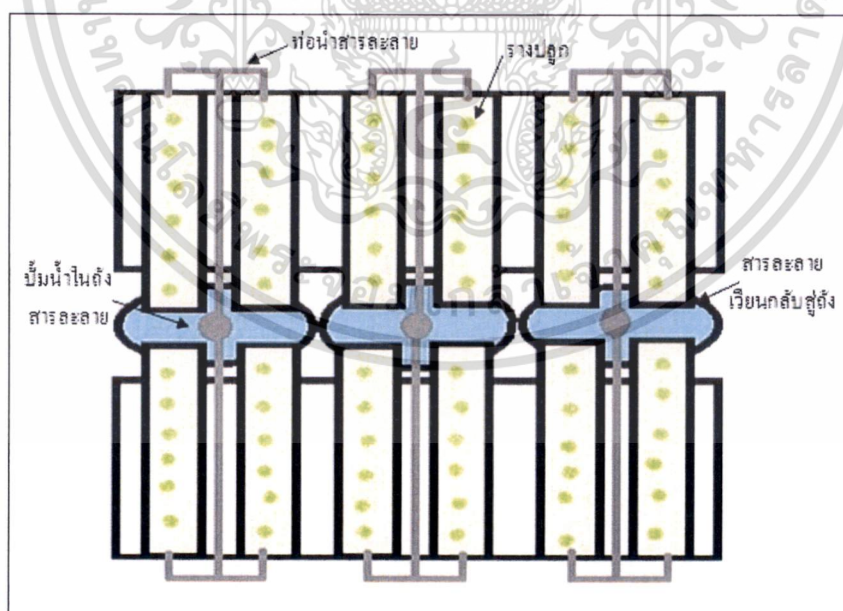
- (8) ป้อนน้ำยี่ห้อ Sonic รุ่น AP2500 อัตราไหล 2,000 ลิตร/ชั่วโมง จำนวน 9 ปี้ม

- (9) Minolta SPAD 502 Chlorophyll meter
- (10) เครื่องวัด pH meter
- (11) เครื่องวัด EC meter
- (12) เครื่องมือวัด vernier caliper
- (13) ไม้บรรทัด

### 3) วิธีการเตรียมการทดลอง

เตรียมระบบปลูก NFT (Nutrient Film Techniques) ดังนี้

- (1) โตะปลูกขนาดความกว้าง 1.15 เมตร ยาว 1.35 เมตร ขาหน้ายาว 68 เซนติเมตร และขาหลังยาว 73 เซนติเมตร จำนวน 6 โตะ
- (2) รางปลูกขนาดกว้าง 10 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร ยาว 1.50 เมตร มีหลุมปลูก 6 หลุมต่อราง จำนวน 36 ราง
- (3) ติดตั้งปั๊มแบบแช่อยู่ในถังสารละลาย
- (4) ติดตั้งท่อนำสารละลายจากปั๊ม ไปสู่หัวรางปลูกพืช โดยจะมีปั๊มดูดสารละลายให้ไหลมาตามท่อนำสารละลาย ไหลผ่านรางและรากพืช และเวียนกลับมายังถังเก็บสารละลาย (แสดงในภาพที่ 3.4)



ภาพที่ 3.4 แสดงโครงสร้างระบบ NFT (Nutrient Film Techniques)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4) วิธีการทดลอง

(1) เพาะเมล็ดพันธุ์เยอบีร่า ลงบนกระดาษทิชชูในกล่องพลาสติก ฉีดพ่นน้ำเพื่อให้ความชื้น แล้วปิดฝาให้สนิท ทิ้งไว้ 3 วัน

(2) เมื่อครบ 3 วัน ย้ายต้นเยอบีร่าลงในถ้วยปลูก โดยใช้ peat moss เป็นวัสดุปลูก รดน้ำวันละครั้ง เป็นเวลา 1 เดือน

(3) เมื่อครบ 1 เดือน ย้ายลงในรางปลูกในระบบ NFT

(4) ในแต่ละตำรับการทดลองจะได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตร Gerbera (Netherland) โดยการเตรียมสารละลายธาตุอาหารเข้มข้น ซึ่งสารละลาย A ปริมาตร 10 ลิตร มี 3 ถัง โดยทั้ง 3 ถัง ประกอบด้วย  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  และเหล็กที่แตกต่างกันชนิด 3 ชนิด ดังนี้ Fe-DTPA, Fe-EDTA, Fe-EDDHA และสารละลาย B จำนวน 1 ถัง ปริมาตร 10 ลิตร และเมื่อนำมาใช้จะผสมสารละลาย A และ B ปริมาตรเท่าๆ กันในน้ำ ให้ได้ค่า EC และชนิดเหล็กตามที่ต้องการ ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้า 1.61 mS/cm และ pH 5.5-6.0

#### 5) การเก็บข้อมูล

บันทึกผลการทดลองข้อมูลการเจริญเติบโต ดังนี้

- (1) เส้นผ่านศูนย์กลางดอก (มิลลิเมตร) วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของดอก
- (2) เส้นผ่านศูนย์กลางก้าน (มิลลิเมตร) วัดจากฐานรองดอกลงมา 5 เซนติเมตร
- (3) ความยาวก้าน (เซนติเมตร)
- (4) ค่าความเขียวของใบ (SPAD)
- (5) จำนวนดอก
- (6) น้ำหนักต้นรวมรากเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

(7) วิเคราะห์ธาตุอาหาร N, P, K, Ca, Mg และ Fe โดยเก็บใบอ่อนใบที่ 5 เมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนที่ 6 นำมาวิเคราะห์ธาตุอาหาร N ด้วยวิธี Kjeldhal method, P ด้วยวิธี colorimetric, K ด้วยวิธี Flame emission spectrophotometer และ Ca, Mg, และ Fe ด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometer (วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบพืชเฉพาะในการทดลองเยอบีร่าสีเหลือง)

#### 6) การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางดอก, เส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอก, ความยาวก้านดอก, ค่าความเขียว (SPAD), จำนวนดอก และปริมาณธาตุอาหารในใบพืช มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทาง

สถิติโดย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

### 3.3 สถานที่ทำการวิจัย

(1) โรงเรือน Evaporative cooling คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(2) โรงเรือนแบบเปิด คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### 3.4 ระยะเวลาในการทำวิจัย

ทำการทดลองทั้งสิ้น 15 เดือน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 การทดลองที่ 1 ผลของวัสดุปลูก และธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ ต้นหน้าวัวที่ปลูกในโรงเรือน Evaporative cooling greenhouse

จากการศึกษาผลของวัสดุปลูก และธาตุอาหารของต้นหน้าวัวที่ปลูกใน โรงเรือน Evaporative cooling greenhouse พบว่า มีผลต่อพื้นที่ใบ, ความยาวก้านใบ, ค่าความเขียวของใบ (Spad unit (spad 502 plus)), จำนวนดอก และราคาดอกรวมทุกเกรดต่อกระถางของต้นหน้าวัว ดังนี้

##### 1) พื้นที่ใบของต้นหน้าวัว *Anthurium andreaanum*

จากผลการศึกษาพื้นที่ใบของต้นหน้าวัวในใบที่เจริญเติบโตเต็มที่ทั้ง 5 ใบ โดยเริ่มนับ ใบที่ 1 จาก 1 เดือนหลังให้สารละลายธาตุอาหาร จนกระทั่งหน้าวัวแตกใบครบ 5 ใบ พบว่า ชนิดของปุ๋ยไม่มีอิทธิพลต่อใบทั้ง 5 ใบ แต่ชนิดของวัสดุปลูกมีอิทธิพลต่อพื้นที่ใบ โดยที่พีทมอส (P) มีพื้นที่ใบสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นเช่นเดียวกันทั้ง 5 ใบ รองลงมาได้แก่ M-Tec (M), กาบมะพร้าว (C) และกากบมะพร้าวผสม M-Tec (C+M, 5:1) วัสดุปลูกทั้ง 3 ชนิดนี้ไม่มีความแตกต่างกัน และในใบที่ 2 การใช้วัสดุปลูก M-Tec (M) ยังมีผลให้มีพื้นที่ใบสูงที่สุดเช่นเดียวกับพีทมอส (P) อีกด้วย

และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดปุ๋ยร่วมกับวัสดุปลูก พบว่า พื้นที่ใบมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งใบทั้ง 5 ใบ ในดำรับการทดลองที่มีการใช้ปุ๋ย Hydroponics (H) ร่วมกับพีทมอส (H+P) มีผลให้พื้นที่ใบสูงที่สุด คือ 198.50, 257.46, 368.35, 675.39 และ 721.61 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ในใบที่ 1 ดำรับการทดลองการใช้ปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับพีทมอส (F+P) มีผลให้พื้นที่ใบสูงที่สุดเช่นเดียวกัน คือ 199.51 ตารางเซนติเมตร และใบที่ 2 ดำรับ การทดลองการใช้ปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับพีทมอส (F+P) และการใช้ปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับ M-Tec (F+M) ยังมีอิทธิพลให้มีพื้นที่ใบสูงที่สุดเช่นเดียวกัน คือ 256.79 และ 248.98 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1 - 4.5)

**ตารางที่ 4.1** แสดงพื้นที่ใบที่ 1 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

| ดำรับการทดลอง   | กาบมะพร้าว (C) | พีทมอส (P) | M-tec (M) | C+M     | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|----------------|------------|-----------|---------|-----------|
| Hydroponics (H) | 143.13b        | 198.50a    | 161.69ab  | 142.63b | 161.48    |
| 20-20-20 (F)    | 139.03b        | 199.51a    | 160.40ab  | 139.76b | 159.68    |
| ค่าเฉลี่ย       | 141.08b        | 199.01a    | 161.04b   | 141.19b | * / *     |
| F-test          |                |            | *         |         |           |
| CV%             |                |            | 30.34     |         |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

**ตารางที่ 4.2** แสดงพื้นที่ใบที่ 2 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

| ดำรับการทดลอง   | กาบมะพร้าว (C) | พีทมอส (P) | M-tec (M) | C+M     | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|----------------|------------|-----------|---------|-----------|
| Hydroponics (H) | 154.63b        | 257.46a    | 176.76b   | 180.95b | 192.45    |
| 20-20-20 (F)    | 174.60b        | 256.79a    | 248.98a   | 150.15b | 207.63    |
| ค่าเฉลี่ย       | 164.61b        | 257.13a    | 212.87a   | 165.55b | * / *     |
| F-test          |                |            | *         |         |           |
| CV%             |                |            | 31.81     |         |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.3 แสดงพื้นที่ใบที่ 3 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

| ดำรับการทดลอง   | กาบมะพร้าว (C) | พีทมอส (P) | M-tec (M) | C+M      | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|----------------|------------|-----------|----------|-----------|
| Hydroponics (H) | 256.10bc       | 368.35a    | 202.93c   | 240.60bc | 266.99    |
| 20-20-20 (F)    | 228.64bc       | 300.66ab   | 294.75ab  | 225.99bc | 262.51    |
| ค่าเฉลี่ย       | 242.37b        | 334.51a    | 248.84b   | 233.29b  | * / *     |
| F-test          |                |            | *         |          |           |
| CV%             |                |            | 28.47     |          |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.4 แสดงพื้นที่ใบที่ 4 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

| ดำรับการทดลอง   | กาบมะพร้าว (C) | พีทมอส (P) | M-tec (M) | C+M     | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|----------------|------------|-----------|---------|-----------|
| Hydroponics (H) | 328.12c        | 675.39a    | 411.61c   | 382.58c | 449.43    |
| 20-20-20 (F)    | 450.96bc       | 576.08ab   | 474.95bc  | 425.40c | 481.85    |
| ค่าเฉลี่ย       | 389.54b        | 625.73a    | 443.28b   | 403.99b | * / *     |
| F-test          |                |            | *         |         |           |
| CV%             |                |            | 28.35     |         |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.5 แสดงพื้นที่ใบที่ 5 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

| ตำรับการทดลอง   | กาบมะพร้าว (C) | พีทมอส (P) | M-tec (M) | C+M     | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|----------------|------------|-----------|---------|-----------|
| Hydroponics (H) | 457.68b        | 721.61a    | 469.96b   | 434.13b | 520.84    |
| 20-20-20 (F)    | 478.63b        | 565.79b    | 494.36b   | 473.56b | 503.08    |
| ค่าเฉลี่ย       | 468.15b        | 643.70a    | 482.16b   | 453.84b | * / *     |
| F-test          |                |            | *         |         |           |
| CV%             |                |            | 25.78     |         |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

## 2) ความยาวก้านใบของต้นหน้าวัว *Anthurium andreanum*

จากผลการศึกษาคความยาวก้านใบของต้นหน้าวัวในใบที่เจริญเติบโตเต็มที่ทั้ง 5 ใบ พบว่า ชนิดของปุ๋ยไม่มีอิทธิพลต่อใบที่ 1, 2, 3 และ 5 แต่มีอิทธิพลต่อใบที่ 4 โดยที่ปุ๋ย 20-20-20 (F) มีความยาวก้านสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ คือ 36.58 เซนติเมตร ส่วนปุ๋ย Hydroponics (H) มีความยาวก้านสั้นกว่า คือ 33.18 เซนติเมตร ส่วนวัสดุปลูกมีอิทธิพลต่อความยาวก้านใบ โดยที่พีทมอส (P) มีความยาวก้านใบสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นเช่นเดียวกันทั้ง 5 ใบ

และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดปุ๋ยร่วมกับวัสดุปลูก พบว่าการใช้ปุ๋ย Hydroponics (H) ร่วมกับพีทมอส (H+P) จะส่งผลให้มีความยาวก้านสูงที่สุดทั้ง 5 ใบ มีความยาวก้าน ดังนี้ 23.94, 27.08, 30.58, 44.26 และ 48.75 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6 - 4.10)

**ตารางที่ 4.6** แสดงความยาวก้านใบที่ 1 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน

| ตำรับการทดลอง   | กาบมะพร้าว (C) | พีทมอส (P) | M-tec (M) | C+M     | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|----------------|------------|-----------|---------|-----------|
| Hydroponics (H) | 21.53ab        | 23.94a     | 23.41ab   | 21.49ab | 22.09     |
| 20-20-20 (F)    | 19.68b         | 23.30ab    | 20.44ab   | 19.75b  | 20.79     |
| ค่าเฉลี่ย       | 20.10b         | 23.62a     | 21.43ab   | 20.62b  | * / ns    |
| F-test          |                |            | *         |         |           |
| CV%             |                |            | 15.63     |         |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

**ตารางที่ 4.7** แสดงความยาวก้านใบที่ 2 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน

| ตำรับการทดลอง   | กาบมะพร้าว (C) | พีทมอส (P) | M-tec (M) | C+M      | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|----------------|------------|-----------|----------|-----------|
| Hydroponics (H) | 21.70bc        | 27.08a     | 23.34abc  | 22.45abc | 23.64     |
| 20-20-20 (F)    | 21.93bc        | 25.44ab    | 24.68ab   | 19.43c   | 22.87     |
| ค่าเฉลี่ย       | 21.81b         | 26.26a     | 24.00ab   | 20.94b   | * / ns    |
| F-test          |                |            | *         |          |           |
| CV%             |                |            | 19.17     |          |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.8 แสดงความยาวก้านใบที่ 3 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน

| ดำรับการทดลอง   | กาบมะพร้าว (C) | พีทมอส (P) | M-tec (M) | C+M     | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|----------------|------------|-----------|---------|-----------|
| Hydroponics (H) | 24.99bc        | 30.58a     | 23.75bc   | 23.96bc | 25.82     |
| 20-20-20 (F)    | 24.18bc        | 27.40ab    | 27.53ab   | 20.15c  | 25.31     |
| ค่าเฉลี่ย       | 24.58b         | 28.99a     | 25.64b    | 23.06b  | * / ns    |
| F-test          |                |            | *         |         |           |
| CV%             |                |            | 16.48     |         |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.9 แสดงความยาวก้านใบที่ 4 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน

| ดำรับการทดลอง   | กาบมะพร้าว (C) | พีทมอส (P) | M-tec (M) | C+M     | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|----------------|------------|-----------|---------|-----------|
| Hydroponics (H) | 27.13d         | 44.26a     | 33.24cd   | 28.08d  | 33.18b    |
| 20-20-20 (F)    | 35.25bc        | 40.93ab    | 37.06bc   | 30.08cd | 36.58a    |
| ค่าเฉลี่ย       | 31.19bc        | 42.59a     | 35.15b    | 30.58c  | * / *     |
| F-test          |                |            | *         |         |           |
| CV%             |                |            | 17.17     |         |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.10 แสดงความยาวก้านใบที่ 5 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่ต่างกัน

| ตำรับการทดลอง   | กาบมะพร้าว (C) | พีทมอส (P) | M-tec (M) | C+M     | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|----------------|------------|-----------|---------|-----------|
| Hydroponics (H) | 34.29cd        | 48.75a     | 36.79cd   | 31.54d  | 37.84     |
| 20-20-20 (F)    | 38.79bcd       | 45.03ab    | 39.51bc   | 37.69cd | 40.25     |
| ค่าเฉลี่ย       | 36.54b         | 46.89a     | 38.15b    | 34.61b  | * / ns    |
| F-test          |                |            | *         |         |           |
| CV%             |                |            | 16.86     |         |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

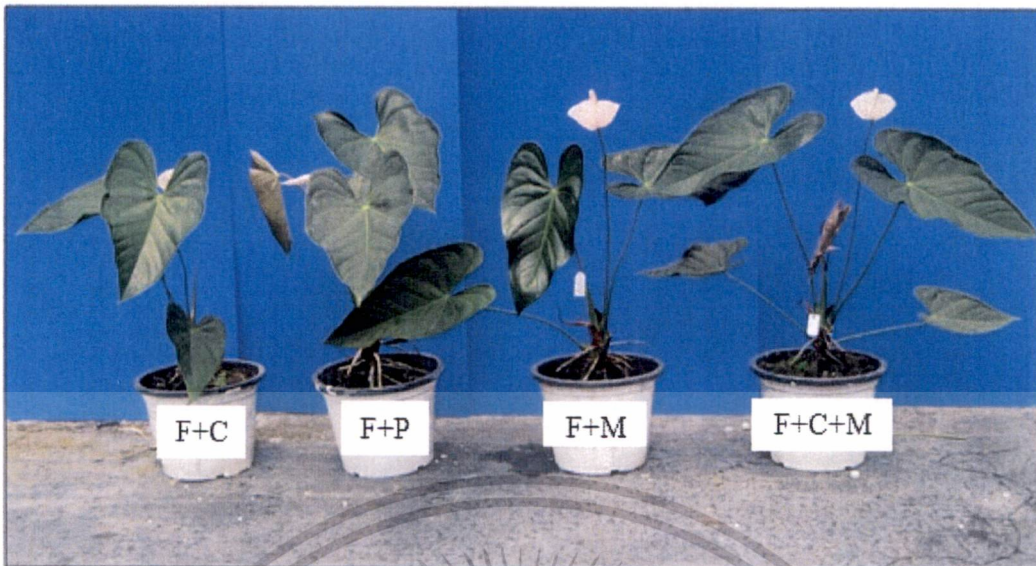
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 4.1 แสดงการเจริญเติบโตของต้นหน้าวัวในตำรับการทดลอง H+M, H+P, H+M และ H+C+M

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 แสดงการเจริญเติบโตของต้นหน้าวัวในดำรับการทดลอง F+M, F+P, F+M และ F+C+M

### 3) ค่าความเขียวของใบต้นหน้าวัว *Anthurium andreaeanum* (SPAD)

จากผลการศึกษาค่าความเขียวของใบต้นหน้าวัวในใบที่เจริญเติบโตเต็มที่ทั้ง 5 ใบ พบว่า ชนิดของปุ๋ยมีอิทธิพลต่อใบที่ 1, 2 และ 5 โดยในใบที่ 1 และ 2 การใช้ปุ๋ย 20-20-20 (F) ส่งผลให้มีค่าความเขียวของใบสูงกว่าการใช้ปุ๋ย Hydroponics (H) ส่วนในใบที่ 5 พบว่า การใช้ปุ๋ย Hydroponics (H) มีค่าความเขียวของใบสูงกว่าการใช้ปุ๋ย 20-20-20 (F) และในใบที่ 3 และ 4 ชนิดของปุ๋ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนวัสดุปลูกมีอิทธิพลต่อใบที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้ ในใบที่ 1 และ 2 การใช้วัสดุปลูกพีทมอส (P) และ M-Tec (M) มีอิทธิพลให้ค่าความเขียวของใบสูงที่สุด และในใบที่ 3 การใช้วัสดุปลูกพีทมอส (P) มีผลให้ค่าความเขียวสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดปุ๋ยร่วมกับวัสดุปลูก พบว่า ปัจจัยของชนิดปุ๋ยร่วมกับวัสดุปลูกไม่มีอิทธิพลต่อใบที่ 4 (ตารางที่ 4.14) แต่มีอิทธิพลต่อใบที่ 1, 2, 3 และ 5 โดยในใบที่ 1 ดำรับการทดลองการใช้ปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับ M-Tec (F+M) ส่งผลให้ค่าความเขียวของใบสูงที่สุด (ตารางที่ 4.11) คือ 54.11 ใบที่ 2 ดำรับการทดลองปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับ พีทมอส (F+P) และปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับ M-Tec (F+M) มีผลให้ค่าความเขียวสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 56.10 และ 55.55 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.12) ส่วนในใบที่ 3 ดำรับการทดลองปุ๋ย Hydroponics (H) ร่วมกับพีทมอส (H+P), ปุ๋ย Hydroponics (H) ร่วมกับกาบมะพร้าว (H+C), ปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับพีทมอส (F+P), ปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับ M-Tec (F+M) และปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับกาบมะพร้าวผสม M-Tec (F+C+M) ส่งผลให้ค่าความเขียวสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 58.56, 56.91, 56.68, 59.19 และ 56.19 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.13) และใบที่ 5 ในดำรับการทดลองปุ๋ย Hydroponics (H) ร่วมกับพีทมอส (H+P) และปุ๋ย Hydroponics (H) ร่วมกับกาบมะพร้าวผสม

M-Tec (H+C+M) มีค่าความเขียวของใบสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 67.43 และ 67.03 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.15)

**ตารางที่ 4.11** แสดงค่าความเขียวของใบที่ 1 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

| ดำรับการทดลอง   | กาบมะพร้าว (C) | พีทมอส (P) | M-tec (M) | C+M     | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|----------------|------------|-----------|---------|-----------|
| Hydroponics (H) | 40.28e         | 53.40ab    | 48.04cd   | 43.71cd | 46.36b    |
| 20-20-20 (F)    | 50.05abc       | 51.89abc   | 54.11a    | 48.75bc | 51.20a    |
| ค่าเฉลี่ย       | 45.16b         | 52.64a     | 51.08a    | 46.23b  | * / *     |
| F-test          | *              |            |           |         |           |
| CV%             | 9.49           |            |           |         |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

**ตารางที่ 4.12** แสดงค่าความเขียวของใบที่ 2 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

| ดำรับการทดลอง   | กาบมะพร้าว (C) | พีทมอส (P) | M-tec (M) | C+M     | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|----------------|------------|-----------|---------|-----------|
| Hydroponics (H) | 41.43c         | 54.01ab    | 50.21b    | 44.09b  | 47.43b    |
| 20-20-20 (F)    | 52.86ab        | 56.10a     | 55.55a    | 52.09ab | 54.15a    |
| ค่าเฉลี่ย       | 47.14b         | 55.07a     | 52.88a    | 48.09b  | * / *     |
| F-test          | *              |            |           |         |           |
| CV%             | 9.42           |            |           |         |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าความเขียวของใบที่ 3 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่  
แตกต่างกัน

| ดำรับการทดลอง   | กาบมะพร้าว (C) | พีทมอส (P) | M-tec (M) | C+M     | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|----------------|------------|-----------|---------|-----------|
| Hydroponics (H) | 56.91a         | 58.56a     | 51.20b    | 56.19a  | 55.72     |
| 20-20-20 (F)    | 52.40ab        | 56.68a     | 56.19a    | 53.89ab | 55.79     |
| ค่าเฉลี่ย       | 56.66ab        | 57.62a     | 53.69b    | 55.04ab | ns / *    |
| F-test          |                |            | *         |         |           |
| CV%             |                |            | 7.91      |         |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี  
Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าความเขียวของใบที่ 4 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่  
แตกต่างกัน

| ดำรับการทดลอง   | ใบที่ 4 |
|-----------------|---------|
| Hydroponics (H) | 58.84   |
| 20-20-20 (F)    | 57.05   |
| F-test          | ns      |
| กาบมะพร้าว (C)  | 57.88   |
| พีทมอส (P)      | 59.06   |
| M-tec (M)       | 57.61   |
| C+M             | 57.22   |
| F-test          | ns      |
| a*b             | ns      |
| CV%             | 7.54    |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี  
Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าความเขียวของใบที่ 5 ของหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

| ดำรับการทดลอง   | กาบมะพร้าว (C) | พีทมอส (P) | M-tec (M) | C+M    | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|----------------|------------|-----------|--------|-----------|
| Hydroponics (H) | 61.95ab        | 67.43a     | 65.23ab   | 67.03a | 65.90a    |
| 20-20-20 (F)    | 63.43ab        | 61.93ab    | 63.51ab   | 61.08b | 62.48b    |
| ค่าเฉลี่ย       | 63.69          | 64.68      | 64.37     | 64.05  | * / ns    |
| F-test          |                |            | *         |        |           |
| CV%             |                |            | 7.52      |        |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

#### 4) จำนวนดอก และราคาดอกรวมทุกเกรดต่อกระถางของต้นหน้าวัว *Anthurium andreaanum*

จากผลการศึกษาจำนวนดอก และราคาดอกรวมทุกเกรดต่อกระถางของต้นหน้าวัว พบว่า ชนิดของปุ๋ยมีอิทธิพลต่อจำนวนดอก และราคาต่อกระถาง โดยที่การใช้ปุ๋ย 20-20-20 (F) จะทำให้มีจำนวนดอกสูงกว่าปุ๋ย Hydroponics (H) และได้ราคาดอกต่อกระถางสูงกว่า ส่วนวัสดุปลูกที่มีอิทธิพลให้จำนวนดอกสูงสุด คือ พีทมอส (P) รองลงมาคือ M-Tec (M) และวัสดุปลูกที่มีอิทธิพลให้มีจำนวนดอกน้อยที่สุด คือ กาบมะพร้าว (C) และกาบมะพร้าวผสม M-Tec (C+M)

และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดปุ๋ยร่วมกับวัสดุปลูก พบว่า ในดำหรับการทดลองการใช้ปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับพีทมอส (F+P), ปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับ M-Tec (F+M) และการใช้ปุ๋ย Hydroponics (H) ร่วมกับพีทมอส (H+P) ส่งผลให้มีจำนวนดอกสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญสถิติ คือ 3.50, 3.38 และ 3.13 ดอก (ตารางที่ 4.16) ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาถึงราคาต่อกระถาง ในดำหรับการทดลองการใช้ปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับพีทมอส (F+P) ส่งผลให้ได้ราคาต่อกระถางสูงสุด คือ 25.63 บาท (ตารางที่ 4.17)

ตารางที่ 4.16 แสดงจำนวนดอกของต้นหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

| ดำรับการทดลอง   | กาบมะพร้าว (C) | พีทมอส (P) | M-tec (M) | C+M    | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|----------------|------------|-----------|--------|-----------|
| Hydroponics (H) | 1.00c          | 3.13a      | 2.00bc    | 1.38bc | 1.88b     |
| 20-20-20 (F)    | 2.63ab         | 3.50a      | 3.38a     | 2.13bc | 2.91a     |
| ค่าเฉลี่ย       | 1.81c          | 3.31a      | 2.69b     | 1.75c  | * / *     |
| F-test          |                |            | *         |        |           |
| CV%             |                |            | 35.96     |        |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.17 แสดงราคาต่อกระถางรวมทุกเกรดของต้นหน้าวัวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

| ดำรับการทดลอง   | กาบมะพร้าว (C) | พีทมอส (P) | M-tec (M) | C+M     | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|----------------|------------|-----------|---------|-----------|
| Hydroponics (H) | 4.00d          | 21.38ab    | 9.38cd    | 6.88cd  | 10.41b    |
| 20-20-20 (F)    | 13.38bc        | 25.63a     | 20.75ab   | 10.00cd | 17.44a    |
| ค่าเฉลี่ย       | 8.69c          | 23.50a     | 15.06b    | 8.44c   | * / *     |
| F-test          |                |            | *         |         |           |
| CV%             |                |            | 59.20     |         |           |

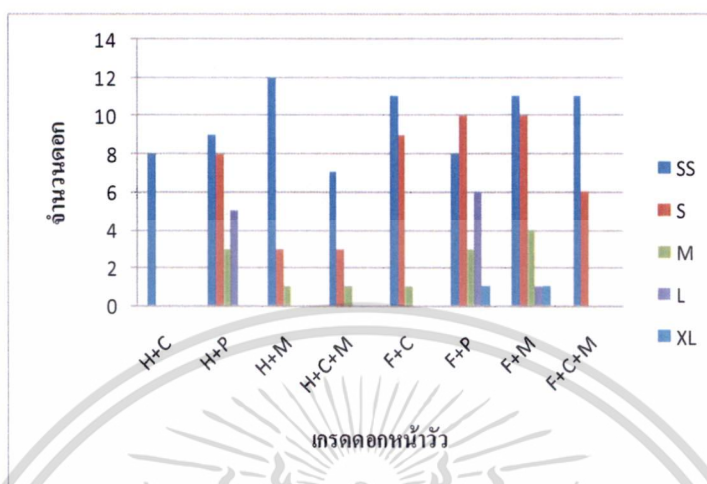
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

จำนวนดอกหน้าวัวในทุกๆ ดำรับการทดลองที่แยกเกรดแล้วจะได้เกรดทั้งหมด 5 เกรด ดังนี้ SS, S, M, L และ XL (ตารางภาคผนวกที่ ข.1) ซึ่งแต่ละดำรับการทดลองจะมีจำนวนดอกตามเกรดที่แตกต่างกัน และในดำรับการทดลองหนึ่งอาจมีไม่ครบทุกเกรด มีเพียงในดำรับการทดลองปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับพีทมอส (F+P) และการใช้ปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับ M-Tec (F+M) ที่มีครบทุกเกรด คือ ดำรับการทดลองปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับพีทมอส (F+P) มีเกรด SS 8 ดอก, S 10 ดอก, M 3 ดอก, L 6 ดอก และ XL 1 ดอก และในดำรับการทดลองการใช้ปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับ M-Tec (F+M) มีเกรด SS 11 ดอก, S 10 ดอก, M 4 ดอก, L 1 ดอก และ XL 1 ดอก ส่วนในดำรับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองปลูก Hydroponics (H) ร่วมกับกาบมะพร้าว (H+C) มีเกรดดอกเพียงขนาดเดียว คือ ขนาด SS จำนวน 8 ดอก และเป็นตำรับการทดลองที่มีจำนวนดอกน้อยที่สุด แสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 แสดงจำนวนดอกแยกตามเกรดที่ปลูก โดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกแตกต่างกัน

จากการศึกษาผลของวัสดุปลูก และธาตุอาหารของต้นหน้าวัวที่ปลูกในโรงเรือน Evaporative cooling greenhouse จะเห็นได้ว่าวัสดุปลูกที่นำมาใช้ทั้ง 4 ชนิดนั้น พีทมอส เป็นวัสดุปลูกที่ให้ผลดีที่สุด อาจมีผลเนื่องมาจาก พีทมอส สามารถอุ้มน้ำได้ 4-15 เท่าของน้ำหนัก และมีความพรุน 85-95% (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2552) นอกจากนี้พีทมอสยังมีการปรับปรุงคุณสมบัติในการเติมธาตุอาหารลงไปอีกด้วย จึงอาจเป็นผลให้มีการเจริญเติบโต และผลผลิตที่ดีกว่าการใช้วัสดุปลูกชนิดอื่น ซึ่งมีผลคล้ายคลึงกับ ชมพู่ ไทวรรณ และคณะ (2551) ที่กล่าวว่า การใช้พีทมอสเป็นวัสดุปลูกมีผลให้ต้นกล้ามะเขือเทศ มีน้ำหนักสดทั้งส่วนเหนือดิน และส่วนใต้ดินสูงที่สุด รวมถึงยังมีผลให้มีน้ำหนักแห้งสูงที่สุดด้วย นอกจากนี้ เรวัตร จินดาเจีย และคณะ (2546) ได้ทำการศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะเขือเทศเชอร์รี่โดยไม่ใช้ดิน ได้ผลการทดลองเช่นเดียวกัน คือ การใช้พีทมอสเป็นวัสดุปลูก มีผลให้การเจริญเติบโต และผลผลิตของมะเขือเทศเชอร์รี่ดีกว่าทุกตำรับ การทดลองวัสดุปลูกชนิดอื่นๆ ส่วน M-Tec เป็นวัสดุปลูกที่มีผลให้การเจริญเติบโตดีรองลงมาจากพีทมอส ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก M-Tec เป็นวัสดุที่มีความพรุนตัวสูง อมน้ำได้ดี มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) ต่ำ แข็งแรงกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่นๆ แต่ M-Tec เป็นวัสดุปลูกที่มีความคงทนมากกว่า มีหลายขนาดสามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสมกับอายุของต้น นอกจากนี้ ยังเป็นวัสดุปลูกที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่อีกด้วย และในการใช้กาบมะพร้าว และกาบมะพร้าวผสม M-Tec (5:1) มีผลให้มีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด อาจมีผลจากกาบมะพร้าวที่นำมาใช้เป็นกาบมะพร้าวใหม่ ทำให้ยังคงมีความเค็มสูง ซึ่งผลกระทบจากความเค็มจะทำให้หน้าวัวชะงักการเจริญเติบโต และการใช้กาบมะพร้าวผสม M-Tec (5:1) มีอัตราส่วนของการใช้ M-Tec น้อยเกินไป จึงไม่สามารถให้การเจริญเติบโตที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะสัดส่วนของกาบมะพร้าวมีมาก ทำให้ยังคงมีความเค็มสูง ดังนั้น การใช้กาบมะพร้าวจึงมีผลมีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด เช่นเดียวกับ ซีรฟงษ์ ริวีกระกิดติกุล และธรรมศักดิ์ ทองเกตุ (2548) ที่ได้ทำการทดลองเรื่องผลของวัสดุปลูกจากเปลือกมะพร้าวที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแคนตาลูป และพบว่า การใช้กาบมะพร้าวสับนั้นจะมีการเจริญเติบโต และผลผลิตต่ำมากเมื่อเทียบกับการปลูกในวัสดุที่ผสมจากขุยมะพร้าว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกาบมะพร้าวสับนั้นเก็บน้ำไว้ในเครื่องปลูกน้อย และมีช่องว่างภายในเครื่องปลูกขนาดใหญ่ทำให้น้ำไหลผ่านได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำได้ง่าย

และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดปุ๋ยร่วมกับวัสดุปลูก ในตำหรับการทดลองปุ๋ย Hydroponics (H) ร่วมกับพีทมอส (H+P) จะส่งผลให้ต้นหน้าวัวมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ส่วนในตำหรับการทดลองอื่นๆ มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ส่วนในเรื่องของผลผลิตนั้น พบว่า ในตำหรับการทดลองที่มีการใช้ปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับวัสดุปลูกชนิดต่างๆ ส่งผลให้มีจำนวนดอกสูงกว่าการใช้ปุ๋ย Hydroponics (H) ยกเว้นในตำหรับการทดลองปุ๋ย Hydroponics (H) ร่วมกับพีทมอส (H+P) เนื่องจากในตำหรับการทดลองนี้ สามารถให้ผลผลิตได้เช่นเดียวกับการใช้ปุ๋ย 20-20-20 (F) และจากการที่ปุ๋ย Hydroponics (H) ไม่สามารถให้ผลผลิตได้ดีเท่ากับการใช้ปุ๋ย 20-20-20 (F) นั้น อาจเป็นเพราะปุ๋ย Hydroponics (H) มีสัดส่วนของธาตุอาหารไม่เหมาะสม ทำให้มีการเจริญเติบโตทางใบมาก มีพื้นที่ใบขนาดใหญ่ จนอาจทำให้บังแสง เมื่อแสงไม่เพียงพอจึงไปยับยั้งการเจริญของตาดอก จึงอาจส่งผลให้มีจำนวนดอก และคุณภาพที่ดีไม่เท่ากับการใช้ปุ๋ย 20-20-20 (F)

#### 4.2 การทดลองที่ 2 อิทธิพลของชนิดเหล็กคีเลต และความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเยอบีร่ากระถาง (*Gerbera jamesonii*) ในระบบปลูก NFT

- 1) อิทธิพลของชนิดเหล็กคีเลต และความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเยอบีร่ากระถางสีเหลือง (*Gerbera jamesonii*) ในระบบปลูก NFT

จากการศึกษาอิทธิพลของชนิดเหล็กคีเลต และความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเยอบีร่ากระถางสีเหลือง (*Gerbera jamesonii*) ในระบบปลูก NFT ผลการทดลองมี ดังนี้

##### 1.1 น้ำหนักของต้นเยอบีร่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

จากการศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ทั้งสองปัจจัยมีผลต่อน้ำหนักต้น โดยที่ Fe-EDTA มีน้ำหนัก ต้นสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

232.03 g. รองลงมาคือ Fe-DTPA มีน้ำหนัก 211.21 g แต่ไม่แตกต่างกับ Fe-EDTA และ Fe-EDDHA มีน้ำหนักน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 179.87 g และที่ระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหาร EC 3.0 mS/cm มีน้ำหนักต้นสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 236.98 g รองลงมาคือ EC 2.5 mS/cm มีน้ำหนัก 201.97 g แต่ไม่แตกต่างกับ EC 3.0 mS/cm และที่ EC 2.0 mS/cm มีน้ำหนักต้นน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 184.56 g และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย พบว่า มีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยทั้ง 2 โดยในตำรับการทดลอง Fe-EDTA EC 3.0 mS/cm และ Fe-EDDHA EC 3.0 mS/cm มีน้ำหนักต้นสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 249.71 g และ 244.56 g ตามลำดับ และตำรับการทดลอง Fe-EDDHA EC 2.0 mS/cm มีน้ำหนักน้อยที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 138.24 g แสดงในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อน้ำหนักของต้นเยอบีร่าสีเหลืองเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (g)

| ตำรับการทดลอง | EC 2.0 mS/cm | EC 2.5 mS/cm | EC 3.0 mS/cm | ค่าเฉลี่ย |
|---------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Fe-EDTA       | 219.36ab     | 227.03ab     | 249.71a      | 232.03a   |
| Fe-DTPA       | 196.09abc    | 222.07ab     | 216.67abc    | 211.21ab  |
| Fe-EDDHA      | 138.24c      | 156.83bc     | 244.56a      | 179.87b   |
| ค่าเฉลี่ย     | 184.56b      | 201.97ab     | 236.98a      | * / *     |
| F-test        |              | *            |              |           |
| CV%           |              | 24.21        |              |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

## 1.2 คุณภาพของดอกเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง

จากการศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ปัจจัยทั้งสอง ไม่มีอิทธิพลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางดอก (ตารางที่ 4.19) เส้นผ่านศูนย์กลางก้าน และความยาวก้านดอก แต่เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย พบว่า มีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้าน และความยาวก้านดอก โดยในตำรับการทดลองที่ได้รับ Fe-EDTA EC 3.0 mS/cm มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอกสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 3.97 มิลลิเมตร และต่ำที่สุดในตำรับการทดลอง Fe-EDDHA EC 2.0 mS/cm คือ 3.52 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.20) ส่วนความยาวก้าน ในตำรับการทดลองที่ความยาวก้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนลิขสิทธิ์ของงานวิจัยเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยผู้ดูแลระบบขอสงวนสิทธิ์ในค่า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงที่สุด คือ Fe-EDTA EC 2.0 mS/cm มีความยาวก้าน 24.03 เซนติเมตร และต่ำรับการทดลองที่มีความยาวก้านต่ำที่สุด คือ Fe-EDTA EC 3.0 mS/cm มีความยาวก้าน 21.80 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.21)

ตารางที่ 4.19 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางดอกเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง

| ต่ำรับการทดลอง | เส้นผ่านศูนย์กลางดอก (มิลลิเมตร) |
|----------------|----------------------------------|
| Fe-EDTA        | 87.90                            |
| Fe-DTPA        | 86.23                            |
| Fe-EDDHA       | 84.65                            |
| F-test         | ns                               |
| EC 2.0 mS/cm   | 85.24                            |
| EC 2.5 mS/cm   | 86.46                            |
| EC 3.0 mS/cm   | 87.09                            |
| F-test         | ns                               |
| a*b            | ns                               |
| CV%            | 4.92                             |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%  
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.20 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอกเขอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง

| ตัวรับการทดลอง | EC 2.0 mS/cm | EC 2.5 mS/cm | EC 3.0 mS/cm | ค่าเฉลี่ย |    |
|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------|----|
| Fe-EDTA        | 3.73ab       | 3.70ab       | 3.97a        | 3.80      |    |
| Fe-DTPA        | 3.73ab       | 3.83ab       | 3.84ab       | 3.80      |    |
| Fe-EDDHA       | 3.52b        | 3.76ab       | 3.68ab       | 3.65      |    |
| ค่าเฉลี่ย      | 3.66         | 3.76         | 3.83         | ns        | ns |
| F-test         |              |              |              | *         |    |
| CV%            | 5.46         |              |              |           |    |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.21 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อความยาวก้านดอกเขอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง

| ตัวรับการทดลอง | EC 2.0 mS/cm | EC 2.5 mS/cm | EC 3.0 mS/cm | ค่าเฉลี่ย |    |
|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------|----|
| Fe-EDTA        | 24.03a       | 23.33ab      | 21.80b       | 23.05     |    |
| Fe-DTPA        | 22.78ab      | 22.65ab      | 23.28ab      | 22.90     |    |
| Fe-EDDHA       | 22.95ab      | 22.70ab      | 22.58ab      | 22.74     |    |
| ค่าเฉลี่ย      | 23.25        | 22.89        | 22.55        | ns        | ns |
| F-test         |              |              |              | *         |    |
| CV%            | 5.55         |              |              |           |    |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

### 1.3 จำนวนดอกต่อต้นของเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง

จากการศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ชนิดของเหล็กที่เลือก ไม่มีผลต่อจำนวนดอก แต่ระดับของสารละลายธาตุอาหารมีอิทธิพลต่อจำนวนดอก โดยที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร EC 3.0 mS/cm มีผลให้เยอบีร่าออกดอกสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ EC 2.5 mS/cm แต่ไม่แตกต่างจาก EC 3.0 mS/cm และที่ EC 2.0 mS/cm มีผลให้มีจำนวนดอกน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ กฤษฎา หงส์ทอง และศิวาพร ธรรมดี (2553) เรื่องผลของระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นในวัสดุปลูกไรร์ดินในเขตศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยลึกที่พบว่า 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

และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า มีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยทั้ง 2 โดยในดำรับการทดลองที่ได้รับ Fe-EDTA EC 3.0 mS/cm มีจำนวนดอกมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 10.00 ดอก และในดำรับการทดลองที่มีจำนวนดอกน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ Fe-EDTA EC 2.0 mS/cm มี 5.75 ดอก, Fe-EDDHA EC 2.5 mS/cm มี 5.58 ดอก และ Fe-EDDHA EC 2.0 mS/cm มี 5.42 ดอก แสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อจำนวนดอกต่อต้นของเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง

| ดำรับการทดลอง | EC 2.0 mS/cm | EC 2.5 mS/cm | EC 3.0 mS/cm | ค่าเฉลี่ย |
|---------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Fe-EDTA       | 5.75b        | 7.17ab       | 10.00a       | 7.64      |
| Fe-DTPA       | 7.50ab       | 7.67ab       | 7.50ab       | 7.56      |
| Fe-EDDHA      | 5.42b        | 5.58b        | 7.17ab       | 6.06      |
| ค่าเฉลี่ย     | 6.22b        | 6.81ab       | 8.22a        | * / ns    |
| F-test        |              |              | *            |           |
| CV%           |              |              | 31.35        |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 1.4 ค่าความเขียวใบของเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง

จากการทดลองศึกษาค่าความเขียวของใบโดยใช้เครื่อง Minolta SPAD 502 Chlorophyll meter (SPAD) พบว่า ชนิดของเหล็กคีเลตไม่มีผลต่อค่าความเขียวของใบ แต่ที่ระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารมีผลต่อค่าความเขียว คือ ในเดือนที่ 4, 5 และ 6 ระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหาร 3.0 mS/cm และ 2.5 mS/cm มีค่าความเขียวสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ และที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุ 2.0 mS/cm มีค่าความเขียวน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจะแสดงอาการใบเหลืองที่ใบอ่อน ซึ่งเป็นอาการขาดธาตุเหล็กอย่างชัดเจน และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ค่าความเขียวของใบในเดือนที่ 4 มีความแตกต่างในตำรับการทดลอง Fe-EDDHA EC 2.0 mS/cm คือ มีค่าความเขียวของใบน้อยที่สุด ส่วนในตำรับการทดลองอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกันใน (ตารางที่ 4.23) เดือนที่ 5 ตำรับการทดลอง Fe-EDDHA EC 3.0 mS/cm มีค่าความเขียวสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 54.08 และที่ตำรับการทดลอง Fe-EDDHA EC 2.0 mS/cm มีค่าความเขียวน้อยที่สุด คือ 44.95 (ตารางที่ 4.24) ส่วนในเดือนที่ 6 Fe-DTPA EC 3.0 mS/cm มีค่าความเขียวของใบสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 55.28 และ Fe-EDDHA EC 2.0 mS/cm มีค่าความเขียวของใบน้อยที่สุด คือ 47.70 (ตารางที่ 4.25)

ตารางที่ 4.23 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อค่าความเขียวใบในเดือนที่ 4 ของต้นของเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง

| SPAD เดือนที่ 4 | EC 2.0 mS/cm | EC 2.5 mS/cm | EC 3.0 mS/cm | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Fe-EDTA         | 49.13a       | 50.50a       | 50.88a       | 50.17     |
| Fe-DTPA         | 48.90a       | 50.95a       | 52.10a       | 50.65     |
| Fe-EDDHA        | 43.90b       | 51.58a       | 54.03a       | 49.83     |
| ค่าเฉลี่ย       | 47.31b       | 51.01a       | 52.33a       | * / ns    |
| F-test          |              |              | *            |           |
| CV%             |              |              | 6.63         |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.24 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อค่าความเขียวใบในเดือนที่ 5 ของต้นของเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง

| SPAD เดือนที่ 5 | EC 2.0 mS/cm | EC 2.5 mS/cm | EC 3.0 mS/cm | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Fe-EDTA         | 49.85ab      | 52.73ab      | 51.98ab      | 51.52     |
| Fe-DTPA         | 49.38b       | 51.58ab      | 53.23ab      | 51.39     |
| Fe-EDDHA        | 44.95c       | 51.83ab      | 54.08a       | 50.28     |
| ค่าเฉลี่ย       | 48.06b       | 52.04a       | 53.09a       | * / ns    |
| F-test          |              |              | *            |           |
| CV%             |              |              | 5.43         |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.25 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อค่าความเขียวใบในเดือนที่ 6 ของต้นของเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง

| SPAD เดือนที่ 6 | EC 2.0 mS/cm | EC 2.5 mS/cm | EC 3.0 mS/cm | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Fe-EDTA         | 50.70bc      | 52.95ab      | 53.33ab      | 52.33     |
| Fe-DTPA         | 51.70ab      | 52.10ab      | 55.28a       | 53.03     |
| Fe-EDDHA        | 47.70c       | 52.33ab      | 54.13ab      | 51.38     |
| ค่าเฉลี่ย       | 50.03b       | 52.46a       | 54.24a       | * / ns    |
| F-test          |              |              | *            |           |
| CV%             |              |              | 4.83         |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการเจริญเติบโต ผลผลิตและค่าความเค็มของใบ แสดงให้เห็นอย่างเด่นชัดว่าที่ระดับ EC ต่ำกว่า 3.0 mS/cm ปริมาณธาตุอาหารในสารละลายไม่เพียงพอความต้องการของต้นเยอบีร่ากระถาง ซึ่งเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีการแตกหน่อ และออกดอกอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ทำให้มีความต้องการธาตุอาหารเป็นปริมาณมาก ส่วนชนิดของเหล็กพบว่า Fe-EDDHA มีผลให้น้ำหนักของพืช และจำนวนดอกน้อยกว่า โดยเฉพาะเมื่อความเข้มข้นของสารละลายต่ำๆ การที่เหล็กไม่แสดงผลต่อการเจริญเติบโตต่อต้นเยอบีร่าอย่างเด่นชัดเหมือนค่า EC เนื่องจากการทดลองนี้เป็นการปลูกพืชในระบบ NFT ซึ่งจะต้องมีการเปลี่ยนสารละลายอย่างสม่ำเสมอ และมีการ ปรับค่า pH ไม่ให้เกิน 6.5 ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมกับคิเลตเกือบทุกชนิด (Lindsay et al., 1967) ดังนั้น ความเป็นประโยชน์ของเหล็กแต่ละชนิดจึงไม่แตกต่างกันมากนัก

### 1.5 ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง

จากการทดลองศึกษาวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบเยอบีร่า พบว่า ชนิดของเหล็กคิเลตไม่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุ N, P, Ca และ Mg ในใบ แต่มีผลต่อ K และ Fe ดังนี้ Fe-EDDHA มีความเข้มข้น K สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือ Fe-EDTA และ Fe-DTPA ตามลำดับ Fe-EDDHA และ Fe-DTPA มีปริมาณความเข้มข้นธาตุ Fe สูงที่สุด และ Fe-EDTA มีปริมาณความเข้มข้นธาตุ Fe ต่ำที่สุด ส่วนระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารไม่มีผลต่อธาตุ N และ K แต่มีผลกับธาตุอื่นๆ ดังนี้ ระดับความเข้มข้นของสารละลาย EC 3.0 mS/cm มีปริมาณความเข้มข้นธาตุ P สูงที่สุด รองลงมา คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลาย EC 2.5 mS/cm และ EC 3.0 mS/cm ธาตุ Ca มีปริมาณความเข้มข้นมากที่สุดที่ระดับความเข้มข้นของสารละลาย EC 2.0 mS/cm รองลงมาคือระดับความเข้มข้น EC 2.5 mS/cm แต่ไม่แตกต่างกับ EC 2.0 mS/cm และที่ EC 3.0 mS/cm มีปริมาณความเข้มข้นธาตุ Ca ต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับ EC 2.5 mS/cm ธาตุ Mg มีปริมาณความเข้มข้นมากที่สุดที่ระดับความเข้มข้นของสารละลาย EC 2.0 mS/cm รองลงมา คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลาย EC 2.5 mS/cm และ EC 3.0 mS/cm ส่วนธาตุ Fe มีปริมาณความเข้มข้นสูงที่สุดที่ระดับความเข้มข้นของสารละลาย EC 2.5 mS/cm รองลงมาคือ EC 2.0 mS/cm และ EC 3.0 mS/cm ตามลำดับ (ตารางที่ 4.26)

และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของเหล็กคิเลต และระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ปริมาณความเข้มข้นธาตุอาหารในใบเยอบีร่า ธาตุฟอสฟอรัสมีปริมาณความเข้มข้นสูงที่สุดในดำรับการทดลอง Fe-EDDHA EC 3.0 mS/cm คือ 2.90 g/kg และน้อยที่สุดในดำรับการทดลอง Fe-EDDHA EC 2.0 mS/cm คือ 1.83 g/kg โพแทสเซียมมีปริมาณความเข้มข้นสูงที่สุดในดำรับการทดลอง Fe-EDDHA EC 2.0 mS/cm คือ 51.17 g/kg และน้อยที่สุดในดำรับการทดลอง Fe-EDTA EC 2.0 mS/cm และ Fe-DTPA EC 2.0 mS/cm คือ 38.68 และ 40.52 g/kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ แคลเซียมสูงที่สุดในตำรับการทดลอง Fe-EDTA EC 2.0 mS/cm คือ 19.42 g/kg และน้อยที่สุดในตำรับการทดลอง Fe-EDDHA EC 3.0 mS/cm คือ 14.13 g/kg แมกนีเซียม พบมากในตำรับการทดลอง Fe-EDTA EC 2.0 mS/cm, Fe-EDTA EC 3.0 mS/cm, Fe-DTPA EC 2.5 mS/cm, Fe-DTPA EC 3.0 mS/cm และ Fe-EDDHA EC 2.0 mS/cm คือ 5.28, 5.00, 4.58, 4.68 และ 5.18 g/kg ตามลำดับ ตำรับการทดลองที่แมกนีเซียมน้อยที่สุดคือ Fe-EDDHA EC 3.0 mS/cm มี 3.55 g/kg เหล็กพบมากที่สุดในการทดลอง Fe-EDDHA EC 2.5 mS/cm คือ 111.88 mg/kg และน้อยที่สุดในตำรับการทดลอง Fe-EDTA EC 2.0 mS/cm และ Fe-EDTA EC 3.0 mS/cm คือ 67.45 และ 71.85 mg/kg ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 4.26



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง

| คำรับการทดลอง               | ธาตุอาหาร   |             |             |              |              |               |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
|                             | N<br>(g/kg) | P<br>(g/kg) | K<br>(g/kg) | Ca<br>(g/kg) | Mg<br>(g/kg) | Fe<br>(mg/kg) |
| ค่ามาตรฐานในใบ <sup>1</sup> | 25.2-49     | 2.5-6.2     | 39.1-50     | 10-24        | 2.4-6.3      | 56-112        |
| Fe-EDTA                     | 26.82       | 2.48        | 42.69b      | 17.22        | 4.87         | 74.43b        |
| Fe-DTPA                     | 26.05       | 2.44        | 41.27b      | 16.99        | 4.57         | 88.10a        |
| Fe-EDDHA                    | 26.55       | 2.21        | 48.91a      | 15.95        | 4.37         | 99.33a        |
| F-test                      | ns          | ns          | *           | ns           | ns           | *             |
| EC 2.0 mS/cm                | 25.55       | 2.23b       | 43.45       | 18.07a       | 4.97a        | 84.38b        |
| EC 2.5 mS/cm                | 26.69       | 2.30b       | 44.1        | 16.36ab      | 4.43b        | 98.99a        |
| EC 3.0 mS/cm                | 27.19       | 2.60a       | 45.32       | 15.73b       | 4.41b        | 78.50b        |
| F-test                      | ns          | *           | ns          | *            | *            | *             |
| a*b                         | ns          | *           | *           | *            | *            | *             |
| Fe-EDTA EC 2.0 mS/cm        | 25.2        | 2.53ab      | 38.68d      | 19.42a       | 5.28a        | 67.45c        |
| Fe-EDTA EC 2.5 mS/cm        | 28.01       | 2.38bc      | 43.29bcd    | 16.36ab      | 4.34ab       | 84.00bc       |
| Fe-EDTA EC 3.0 mS/cm        | 24.94       | 2.53ab      | 46.11abc    | 15.89ab      | 5.00a        | 71.85c        |
| Fe-DTPA EC 2.0 mS/cm        | 24.05       | 2.34bc      | 40.52d      | 17.67ab      | 4.44ab       | 84.45bc       |
| Fe-DTPA EC 2.5 mS/cm        | 26.46       | 2.62ab      | 41.25cd     | 16.14ab      | 4.58a        | 101.10ab      |
| Fe-DTPA EC 3.0 mS/cm        | 29.93       | 2.36bc      | 42.06cd     | 17.18ab      | 4.68a        | 78.75bc       |
| Fe-EDDHA EC 2.0 mS/cm       | 27.38       | 1.83d       | 51.17a      | 17.12ab      | 5.18a        | 101.23ab      |
| Fe-EDDHA EC 2.5 mS/cm       | 25.57       | 1.89cd      | 47.76ab     | 16.59ab      | 4.37ab       | 111.88a       |
| Fe-EDDHA EC 3.0 mS/cm       | 26.69       | 2.90a       | 47.80ab     | 14.13b       | 3.55b        | 84.90bc       |
| F-test                      | ns          | *           | *           | *            | *            | *             |
| CV%                         | 8.48        | 13.07       | 7.67        | 12.72        | 13.58        | 17.26         |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

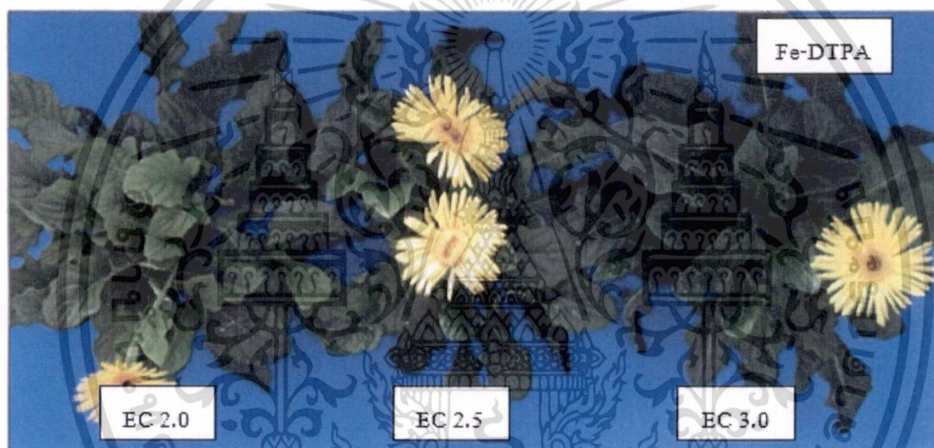
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

<sup>1</sup> เอกสาร Mill, H.A. and Jones Jr., J.B. (1996) สำหรับการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 แสดงการเจริญเติบโตของต้นเขยิบี่ร่าในตำหรับการทดลอง Fe-EDTA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ



ภาพที่ 4.5 แสดงการเจริญเติบโตของต้นเขยิบี่ร่าในตำหรับการทดลอง Fe-DTPA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ



ภาพที่ 4.6 แสดงการเจริญเติบโตของต้นเขยิบี่ร่าในตำหรับการทดลอง Fe-EDDHA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นเขอปีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง ขณะออกดอก ในแต่ละตำหรับการทดลอง

## 2) อิทธิพลของชนิดเหล็กคีเลต และความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเขอปีร่ากระถางแดง (*Gerbera jamesonii*) ในระบบปลูก NFT

จากการศึกษาอิทธิพลของชนิดเหล็กคีเลต และความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเขอปีร่ากระถางสีแดง (*Gerbera jamesonii*) ในระบบปลูก NFT ผลการทดลองมี ดังนี้

### 2.1 น้ำหนักของต้นเขอปีร่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

จากการศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ชนิดของเหล็กคีเลตไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักต้นเขอปีร่าหลังการทดลอง แต่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารมีอิทธิพลต่อน้ำหนักต้นเขอปีร่า โดยที่ระดับ EC 3.0 mS/cm น้ำหนักต้นสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 154.53 g รองลงมา คือ EC 2.5 mS/cm หนัก 137.01 g แต่ไม่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



mS/cm และ Fe-DTPA EC 3.0 mS/cm มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 81.56, 79.51 และ 78.17 มิลลิเมตร ตามลำดับ และต่ำที่สุดในตำรับการทดลอง Fe-EDTA EC 2.0 mS/cm คือ 65.38 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.29) ส่วนความยาวก้าน ในตำรับการทดลองที่ความยาวก้านสูงที่สุด Fe-DTPA EC 3.0 mS/cm และ Fe-EDDHA EC 2.5 mS/cm คือ มีความยาวก้าน 18.60 และ 18.18 เซนติเมตร ตามลำดับ และตำรับการทดลองที่มีความยาวก้านต่ำที่สุด คือ Fe-EDDHA EC 2.0 mS/cm มีความยาวก้าน 14.58 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.30)

**ตารางที่ 4.28** แสดงปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอกเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีแดง

| ตำรับการทดลอง | เส้นผ่านศูนย์กลางก้าน (มิลลิเมตร) |
|---------------|-----------------------------------|
| Fe-EDTA       | 3.63                              |
| Fe-DTPA       | 3.58                              |
| Fe-EDDHA      | 3.73                              |
| F-test        | ns                                |
| EC 2.0 mS/cm  | 3.61                              |
| EC 2.5 mS/cm  | 3.69                              |
| EC 3.0 mS/cm  | 3.65                              |
| F-test        | ns                                |
| a*b           | ns                                |
| CV%           | 8.33                              |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน ในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%  
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.29 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางดอกเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีแดง

| ตัวรับการทดลอง | EC 2.0 mS/cm | EC 2.5 mS/cm | EC 3.0 mS/cm | ค่าเฉลี่ย |
|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Fe-EDTA        | 65.38c       | 73.74abc     | 79.51a       | 72.87     |
| Fe-DTPA        | 74.22abc     | 73.22abc     | 78.17a       | 75.2      |
| Fe-EDDHA       | 67.07bc      | 81.56a       | 77.03ab      | 75.22     |
| ค่าเฉลี่ย      | 68.89b       | 76.17a       | 78.23a       | * / ns    |
| F-test         | *            |              |              |           |
| CV%            | 8.92         |              |              |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.30 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อความยาวก้านดอกเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีแดง

| ตัวรับการทดลอง | EC 2.0 mS/cm | EC 2.5 mS/cm | EC 3.0 mS/cm | ค่าเฉลี่ย |
|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Fe-EDTA        | 16.58ab      | 16.03ab      | 18.03ab      | 16.88     |
| Fe-DTPA        | 15.63ab      | 17.08ab      | 18.60a       | 17.1      |
| Fe-EDDHA       | 14.58b       | 18.18a       | 17.13ab      | 16.63     |
| ค่าเฉลี่ย      | 15.59b       | 17.09ab      | 17.92a       | * / ns    |
| F-test         | *            |              |              |           |
| CV%            | 12.74        |              |              |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

### 2.3 จำนวนดอกต่อต้นของเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีแดง

จากการศึกษาชนิดของเหล็ก และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ชนิดของเหล็กที่เล็ด และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนดอก และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยทั้งสองชนิด (ตารางที่ 4.31)

ตารางที่ 4.31 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อจำนวนดอกต่อต้นของเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีแดง

| ตัวรับการทดลอง | จำนวนดอก |
|----------------|----------|
| Fe-EDTA        | 5.08     |
| Fe-DTPA        | 4.75     |
| Fe-EDDHA       | 4.42     |
| F-test         | ns       |
| EC 2.0 mS/cm   | 3.86     |
| EC 2.5 mS/cm   | 4.86     |
| EC 3.0 mS/cm   | 5.53     |
| F-test         | ns       |
| a*b            | ns       |
| CV%            | 52.32    |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน ในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%  
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

### 2.4 ค่าความเขียวใบของเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีแดง

จากการทดลองศึกษาค่าความเขียวของใบโดยใช้เครื่อง Minolta SPAD 502 Chlorophyll meter (SPAD) พบว่า ชนิดของเหล็กที่เล็ด ไม่มีผลต่อค่าความเขียวของใบ ในเดือนที่ 4 และ 5 แต่มีอิทธิพลต่อเดือนที่ 6 โดยที่ Fe-EDDHA มีค่าความเขียวสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ Fe-DTPA และ Fe-EDTA มีค่าความเขียวน้อยที่สุด และเมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า มีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยทั้ง 2 โดยค่าความเขียวของใบในเดือนที่ 4 ในตัวรับการทดลอง Fe-EDDHA EC 3.0 mS/cm, Fe-EDTA EC 2.5 mS/cm, เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fe-EDTA EC 3.0 mS/cm, Fe-EDDHA EC 2.5 mS/cm และ Fe-DTPA EC 3.0 mS/cm มีความค่าความเคียวสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 48.68, 47.88, 47.65, 46.73 และ 45.90 ตามลำดับ และในตำรับการทดลอง Fe-EDTA EC 2.0 mS/cm มีค่าความเคียวต่ำที่สุด คือ 37.33 (ตารางที่ 4.32) ในเดือนที่ 5 ตำรับการทดลอง Fe-EDDHA EC 3.0 mS/cm และ Fe-DTPA EC 3.0 mS/cm มีค่าความเคียวสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 50.78 และ 50.78 ตามลำดับ และในตำรับการทดลอง Fe-EDTA EC 2.0 mS/cm และ Fe-EDDHA EC 2.0 mS/cm มีค่าความเคียวต่ำที่สุด คือ 37.60 และ 37.28 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.33) เดือนที่ 6 ตำรับการทดลอง Fe-EDDHA EC 3.0 mS/cm มีค่าความเคียวสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ 52.10 และมีค่าความเคียวต่ำที่สุดในตำรับการทดลอง Fe-EDTA EC 2.0 mS/cm คือ 38.30 (ตารางที่ 4.34)

ตารางที่ 4.32 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อค่าความเคียวใบในเดือนที่ 4 ของต้นของเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีแดง

| SPAD เดือนที่ 4 | EC 2.0 mS/cm | EC 2.5 mS/cm | EC 3.0 mS/cm | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Fe-EDTA         | 37.33c       | 47.88a       | 47.65a       | 44.28     |
| Fe-DTPA         | 43.93ab      | 43.13ab      | 45.90a       | 44.32     |
| Fe-EDDHA        | 40.23bc      | 46.73a       | 48.68a       | 45.21     |
| ค่าเฉลี่ย       | 40.49b       | 45.91a       | 47.41a       | * / ns    |
| F-test          |              | *            |              |           |
| CV%             |              | 7.88         |              |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.33 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อค่าความเขียวใบในเดือนที่ 5 ของต้นของเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีแดง

| SPAD เดือนที่ 5 | EC 2.0 mS/cm | EC 2.5 mS/cm | EC 3.0 mS/cm | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Fe-EDTA         | 37.60c       | 45.25ab      | 45.45ab      | 42.77     |
| Fe-DTPA         | 41.65bc      | 45.35ab      | 49.05a       | 45.35     |
| Fe-EDDHA        | 37.28c       | 48.00ab      | 50.78a       | 45.35     |
| ค่าเฉลี่ย       | 38.84b       | 46.20a       | 48.43a       | * / ns    |
| F-test          |              | *            |              |           |
| CV%             |              | 9.81         |              |           |

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.34 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อค่าความเขียวใบในเดือนที่ 6 ของต้นของเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีแดง

| SPAD เดือนที่ 6 | EC 2.0 mS/cm | EC 2.5 mS/cm | EC 3.0 mS/cm | ค่าเฉลี่ย |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| Fe-EDTA         | 38.30f       | 46.20cd      | 47.45bc      | 43.98b    |
| Fe-DTPA         | 42.75de      | 46.25cd      | 49.08abc     | 46.03ab   |
| Fe-EDDHA        | 41.08ef      | 50.80ab      | 52.10a       | 47.99a    |
| ค่าเฉลี่ย       | 40.71b       | 47.75a       | 49.54a       | * / *     |
| F-test          |              | *            |              |           |
| CV%             |              | 5.64         |              |           |

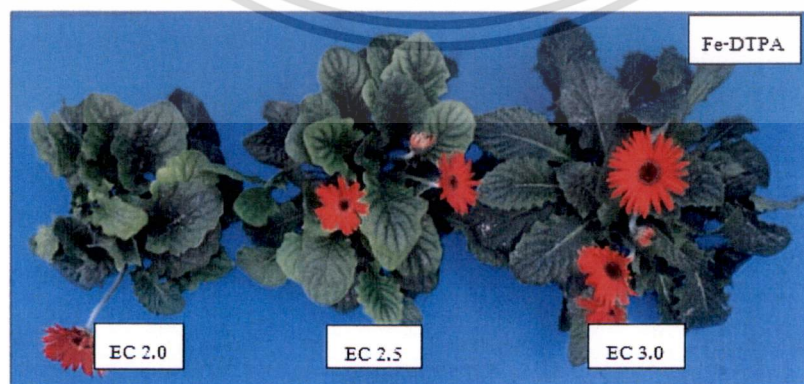
ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาอิทธิพลของชนิดเหล็กคีเลต และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตเขยปีรำกระดาษสีแดง (*Gerbera jamesonii*) ในระบบปลูก NFT จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ชนิดของเหล็กไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต คุณภาพของดอก และจำนวนดอก แต่ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารเห็นผลได้ชัดเจนกว่า เช่นเดียวกับในเขยปีรำสีเหลือง ซึ่งก็คือที่ระดับความเข้มข้นธาตุอาหาร EC 3.0 mS/cm มีการเจริญเติบโต และคุณภาพที่ดีกว่าระดับ EC ที่ต่ำ แต่ในเขยปีรำสีแดงในดำรับการทดลองที่มีการใช้ Fe-EDDHA EC 3.0 mS/cm มีผลให้มีการเจริญเติบโต และคุณภาพดอกดีกว่า ซึ่งแตกต่างกับในเขยปีรำสีเหลืองที่พบว่า Fe-EDDHA มีผลให้การเจริญเติบโต และจำนวนดอกน้อยกว่าดำรับการทดลองอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามในการใช้ดำรับการทดลอง Fe-EDDHA EC 3.0 mS/cm ไม่มีผลต่อจำนวนดอก จึงแนะนำให้ใช้ Fe-EDTA ซึ่งเป็นเหล็กที่มีราคาถูกที่สุด และสามารถทำให้ต้นเขยปีรำเจริญเติบโตได้ดีเช่นเดียวกับคีเลตเหล็กชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ ในเขยปีรำสีแดงที่ระดับความเข้มข้นธาตุอาหาร EC 2.0 mS/cm ต้นเขยปีรำจะแสดงอาการขาดธาตุอย่างชัดเจน และจะแสดงอาการขาดอย่างรวดเร็วกว่าในต้นเขยปีรำสีเหลือง

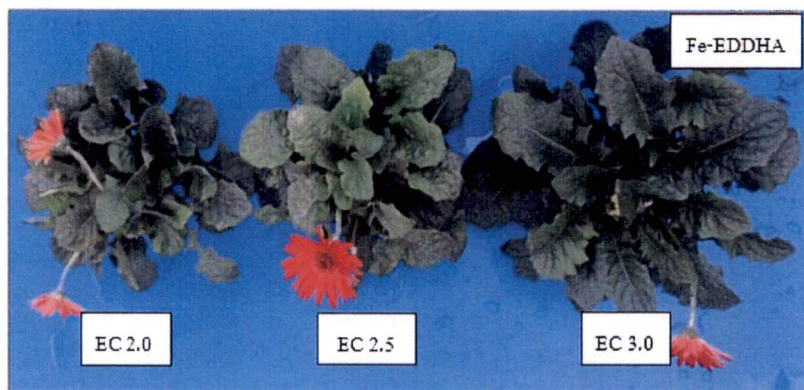


ภาพที่ 4.8 แสดงการเจริญเติบโตของต้นเขยปีรำในดำรับการทดลอง Fe-EDTA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

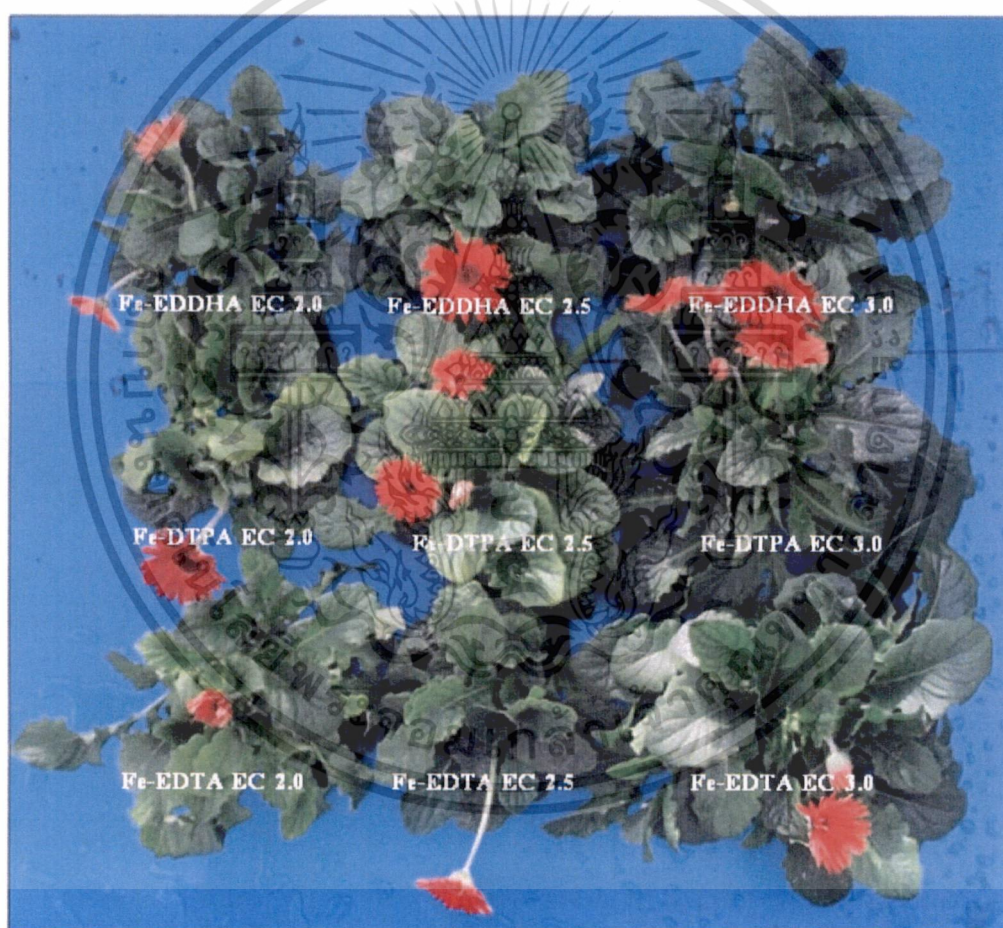


ภาพที่ 4.9 แสดงการเจริญเติบโตของต้นเขยปีรำในดำรับการทดลอง Fe-DTPA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 แสดงการเจริญเติบโตของต้นเขยปีร่าในตำหรับการทดลอง Fe-EDDHA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ



ภาพที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นเขยปีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีแดง ในแต่ละตำหรับการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของวัสดุปลูก และธาตุอาหารของต้นหน้าวัวที่ปลูกในโรงเรือน Evaporative cooling greenhouse ในตำรับการทดลองปุ๋ยสูตร 20-20-20 (F) ร่วมกับฟิทมอส (F+P), ปุ๋ย 20-20-20 (F) ร่วมกับ M-Tec (F+M) และการใช้ปุ๋ย Hydroponics (H) ร่วมกับฟิทมอส (H+P) มีผลทำให้จำนวนดอกสูงที่สุด และในส่วนของการใช้วัสดุปลูกที่มีผลให้จำนวนดอกสูงที่สุด ได้แก่ ฟิทมอส รองลงมา คือ M-Tec ส่วนกาบมะพร้าว และกาบมะพร้าว : M-Tec ให้จำนวนดอกต่ำที่สุด และเมื่อพิจารณาวัสดุปลูกที่มีภายในประเทศ ซึ่งได้แก่ วัสดุปลูก M-Tec และกาบมะพร้าวสับ พบว่า วัสดุปลูก M-Tec ให้จำนวนดอกสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกาบมะพร้าวสับ จึงสามารถนำวัสดุปลูก M-Tec ที่พัฒนาจากวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตไฟฟ้ามาใช้แทนกาบมะพร้าวสับได้

จากการศึกษาอิทธิพลของชนิดเหล็กคีเลต และระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของเยอบีร่ากระถางสีเหลือง และสีแดงในระบบ NFT พบว่า ทุกตำรับการทดลองเหล็กคีเลตทุกชนิดที่ร่วมกับการให้ระดับความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหาร EC 3.0 mS/cm จะส่งผลให้ต้นเยอบีร่ามีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า ดังนั้น การปลูกต้นเยอบีร่ากระถางสีเหลือง และสีแดงในระบบ NFT ควรปลูกที่ระดับความเข้มข้นธาตุอาหาร EC 3.0 mS/cm และเนื่องจากชนิดของเหล็ก ไม่มีผลต่อจำนวนดอก เยอบีร่าสีแดง และการเจริญเติบโตของต้นเยอบีร่าที่ดีที่สุดในเยอบีร่าสีเหลือง จึงแนะนำให้ใช้ Fe-EDTA ซึ่งเป็นเหล็กที่มีราคาถูกที่สุด และสามารถทำให้ต้นเยอบีร่าเจริญเติบโตได้ดีเช่นเดียวกับเหล็กคีเลตชนิดอื่นๆ

#### ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาต่อในเรื่องของการปรับปรุงอัตราส่วนของการใช้ปุ๋ย Hydroponics ให้มีอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการออกดอก หรืออาจมีการปรับใช้ปุ๋ยอัตราส่วนที่เหมาะสมกับการออกดอกเฉพาะในช่วงที่ต้นหน้าวัวออกดอก
2. ควรทำการศึกษาระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารที่เหมาะสมกับเยอบีร่า ในระดับที่สูงกว่า EC 3.0 mS/cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- กฤษฎา หงษ์ทอง และศิวาพร ธรรมดี. 2553. “ผลของความเข้มข้นของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นในวัสดุปลูกไร้ดิน.” *วิทยาศาสตร์เกษตร*. 41(3/1) : 213-216
- ชัยญา ทิพานุกะ. 2548. หน้าวัว. กลุ่มส่งเสริมการผลิตไม้ดอกไม้ประดับ สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร.
- ชมพู่ ไทวรรณ, ชานนท์ ลาภจิตร และสุชีลา เตชะวงศ์เสถียร. 2551. “ผลของวัสดุเพาะกล้าที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ.” *วิทยาศาสตร์เกษตร*. 39(3) (พิเศษ) : 281-284
- ณัฐวุฒิ จุลสงค์, บงกชภรณ์ อาณานุกร และชลธิรา หนูเนื้อ. 2551. ศึกษาอัตราการใช้น้ำหมักชีวภาพ (ซูปเปอร์ พด.2) เพื่อการปลูกหน้าวัวทางภาคใต้ตอนบน.
- ดิเรก ทองอร่าม. 2547. “การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.” หน้า 742. *หลักการจัดการการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย*. ครั้งที่พิมพ์ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์. 2534. *ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน*. ครั้งที่พิมพ์ 1. กรุงเทพฯ : สามัคคีสาส์น.
- ถวิล สุขวงษ์. 2546. *การปลูกพืชไม่ใช้ดิน*. กรุงเทพฯ : แม็ค.
- นภคล เรียบเลิศหิรัญ. 2550. *การปลูกพืชไร้ดิน*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- พิชัย มณีโชติ และคณะ. 2540. “การพัฒนาการเทคโนโลยีการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์.” กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. เอกสารอัดสำเนา.
- มณูญ ศิริनुพงศ์, อมรรัตน์ หาญสุราษฎร์ และสุจริต ส่วนไพโรจน์. 2551. “เหล็กคีเลตสังเคราะห์ต่อการเจริญเติบโตของต้นคะน้าที่ปลูกในสารละลาย.” *วิทยาศาสตร์เกษตร*. 39(3) (พิเศษ) : 404-407
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2541. “วัสดุปลูก การให้น้ำและปุ๋ยสำหรับไม้ดอกไม้ประดับ.” กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เอกสารอัดสำเนา.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2546. *ธาตุอาหารพืช*. ครั้งที่พิมพ์ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2547. *การให้ปุ๋ยทางใบ*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เรวัตกร จินดาเจีย, อรุณศิริ กำลั้ง, จันทร์จรัส วีรสาร และธรรมศักดิ์ ทองเกตุ. 2546. “ศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกมะเขือเทศเชอร์รี่โดยไม่ใช้ดิน.” สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

วรรณมา แต่. 2546. ไม้สวนประดับ. กรุงเทพฯ. : แม็ค.

เศรษฐมนันตร์ กาญจนกุล. 2550. ร้อยพรรณพฤกษาพรรณไม้ดอกไม้ประดับ 2. กรุงเทพฯ : วี พรินท์.

เศรษฐมนันตร์ กาญจนกุล. 2552. พรรณไม้สีแดง. กรุงเทพฯ : เศรษฐศิลป์.

สมสุข มัจฉาชีพ. 2536. ไม้ดอกไม้ประดับ. กรุงเทพฯ : แพรววิทยา.

สุรานันท์ ยุกตะนันท์. 2540. ไม้ดอกแสนสวย ไม้ดอกไม้ประดับ. ครั้งที่พิมพ์ 3. กรุงเทพฯ : บ้านและสวน

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

อิทธิสุนทร นันทกิจ และคณะ. 2552. “ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน.” ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรุ่นที่ 10. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

CP Flower. 2553. substrate. [Online]. Available : <http://www.jenny-flower.com/modules/articles/article.php?id=3>.

Cadahia, C. L., E. A. Eymar, M. J. Lucena, L. T. Montalvo, P. M. L Segura, B. M. Abad, P. N. Castilla, V. D. L’opez, and M. P. Noguera. 2000. **Fertirrigacion: Cultivos Hortícolas y Ornamentales.** Madrid Espana: 2a ed. Mundi Prensa. 475 p.

Dufour, L., Clairon, M., 1997. “Advances in fertilization of *Anthurium* hybrid in Guadeloupe (F.W.I.)” **Acta Hort.** 450 : 433-437

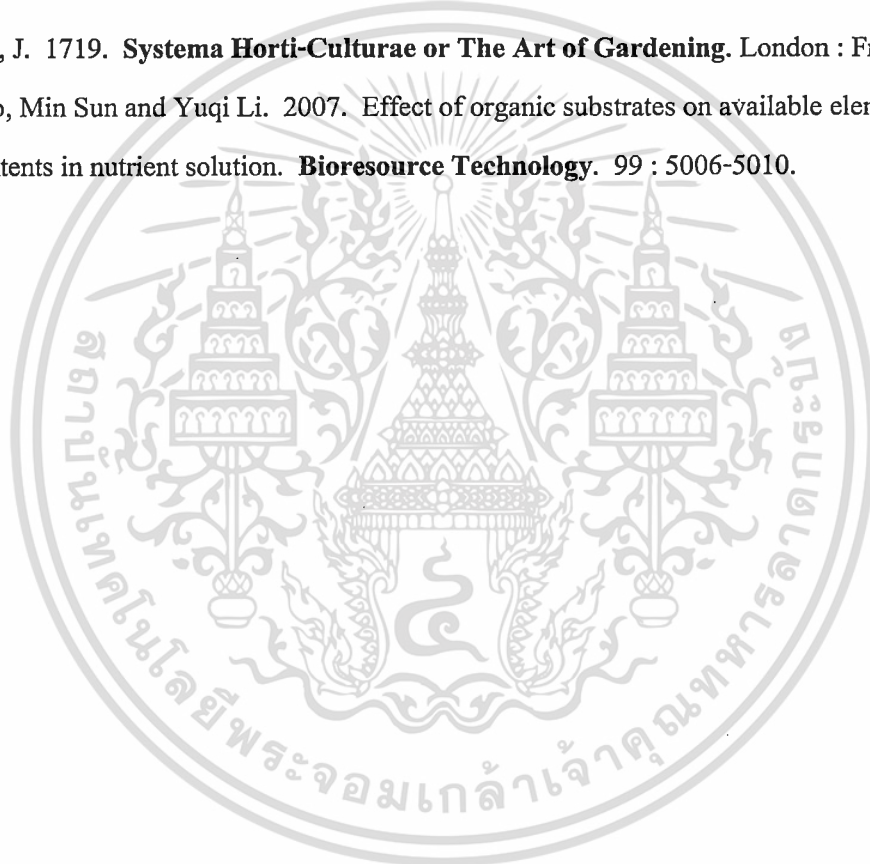
Dufour, L., 2005. “Nutrient solution effects on the development and yield of *Anthurium andreaum* Lind. in tropical soilless conditions.” **Scientia Horticulturae.** 105 : 269-282.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Duong, T.N., Truong, T.T.A., Nguyen, T.D.H., Nguyen, T.D., Nguyen, T.H., Nguyen, Q.T. and Nguyen, H.V. 2007. "Effect of genotype, explant size, position, and culture medium on shoot generation of *Gerbera jamesonii* by receptacle transverse thin cell layer culture." **Scientia Horticulturae**. 111 : 146-151.
- Guerin, V., Lemaire, F., Marfa, O., Caceres, R., Giuffrida, F., 2000. Groth of *Viburnum tinus* in peat-based and peat-substitute growing media. **Scientia Horticulturae**. 89 : 129-142.
- Henry, D.F. and Boyd G.E. 1996. **Soil Fertility**. Michigan : Michigan State University.
- Issa, M., Ouzounidou, G., Maloupa, and H., Constantinidou, H.I. 2001. Seasonal and diurnal photosynthetic responses of two gerbera cultivars to different substrates and heating systems. **Scientia Horticulturae**. 88 : 215-234.
- 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.
- Maloupa, E., A. Papadopoulos, and S. Bladenopoulos. 1993. "Evapotranspiration and preliminary crop coefficient of gerbera soils culture grow in plastic greenhouse." **Acta Horticulturae**. 335 : 519-525.
- Maloupa, E., and D. Gerasopoulos. 1999. Quality production of four cut gerberas in a hydroponics system of four substrates. **Acta Horticulturae**. 491 : 433-438.
- Mattas, K., E. Maloupa, I. Tzouramani, and K. Galanopoulos. 2000. An economic analysis of soilless culture in gerbera production. **Horticultural Science**. 35 : 300-303.
- Mills, H.A. and Jones Jr., J.B. 1996. **Plant analysis handbook II**. MicroMacro Publ. Athens, Georgia.
- Ozcelik, A., Ozkan C.F. 2002. "EC and pH changes of the growing media and nutrient solution during anthurium production in a close system." **Acta Horticulturae**. 342.
- Perfect, T. 1759. **The Practice of Gardening**. Baldwin : London.
- Pisanu, A. B., G. M. Carletti, and S. Leoni. 1994. *Gerbera jamesonii* cultivation with different inert substrates. **Acta Horticulturae**. 361 : 590-602.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Resh, H. M. 1997. "Cultivos hidroponicos." **Hydroponic crops**. 4a ed. Mundi Prensa. Espana. 509 p.
- Robinson, D.W., and J.G.D. Lamb, 1975. **Peat in Horticulture**. London : Academic Press.
- Savvas, D. and Gizas, G. 2002. "Response of hydroponically grown gerbera to nutrient solution recycling and different nutrient cation ratios." **Sci. Hortic.** 96 : 267-280.
- Sonneveld, C. and Voogt, W. 1993. "The concentration of nutrient for growing *Anthurium Andreanum* in substrate." **Acta Horticulturae**. 573.
- Wooldridge, J. 1719. **Systema Horti-Culturae or The Art of Gardening**. London : Freeman.
- Yansong Ao, Min Sun and Yuqi Li. 2007. Effect of organic substrates on available elemental contents in nutrient solution. **Bioresource Technology**. 99 : 5006-5010.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ก.1 สารละลายธาตุอาหารพืช *Anthurium* ที่ใช้ในการทดลอง

เตรียมสารละลายธาตุอาหารดังกล่าว ดังตารางที่ ก. 1 ละลายในน้ำ 20 ลิตร ได้สารละลายเข้มข้น 200 เท่า สำหรับการทดลองที่ 1 ผลของวัสดุปลูกและธาตุอาหารพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นหน้าวัว (*Anthurium andreaum*) ที่ปลูกในโรงเรือน Evaporative cooling greenhouse

ตารางที่ ก.1 องค์ประกอบของธาตุอาหารในสารละลายสูตร *Anthurium* ปริมาตร 20 ลิตร

| ชนิดของสารละลายธาตุอาหาร          | น้ำหนัก (กรัม) |
|-----------------------------------|----------------|
| <b>สารละลาย A</b>                 |                |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | 1400           |
| Fe-DTPA                           | 96             |
| <b>สารละลาย B</b>                 |                |
| KNO <sub>3</sub>                  | 1428           |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>   | 544            |
| Urea                              | 122            |
| MgSO <sub>4</sub>                 | 996            |
| ZnSO <sub>4</sub>                 | 3.568          |
| CuSO <sub>4</sub>                 | 0.508          |
| MnSO <sub>4</sub>                 | 7.08           |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>    | 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 : ตราหนูตริ-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-ออร์คิดเด็น

เป็นปุ๋ยเกล็ดที่เหมาะสมสำหรับกล้วยไม้ และไม้ดอกไม้ประดับ ที่มีสารพิเศษเฟอโรติวานซ์ ซึ่งมีคุณสมบัติการจับติดใบดีเยี่ยม เร่งการดูดซึมน้ำเข้าสู่เยื่อหุ้มเซลล์ และชะลอการระเหยตัวของปุ๋ย ทำให้พืชได้รับธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยไม่ต้องใส่สารจับใบ

ประโยชน์ของนูตริวานซ์-ออร์คิดเด็น

- 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 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ก.3 สารละลายธาตุอาหารพืช Gerbera ที่ใช้ในการทดลอง

เตรียมสารละลายธาตุอาหารดังกล่าว ดังตารางที่ ก. 1 ละลายในน้ำ 10 ลิตร ได้สารละลายเข้มข้น 100 เท่า สำหรับการทดลองที่ 2 อิทธิพลของชนิดเหล็กคีเลต และความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเยอบีร่ากระถาง (*Gerbera jamesonii*) ในระบบปลูก NFT

ตารางที่ ก.2 องค์ประกอบของธาตุอาหารในสารละลายสูตร Gerbera (Netherland) ปริมาตร 10 ลิตร

| ชนิดของสารละลายธาตุอาหาร                         | น้ำหนัก   |
|--|-----------|
| สารละลาย A ถึงที่ 1                              |           |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                | 1.576 kg  |
| Fe-EDTA 12%Fe                                    | 0.0195 kg |
| สารละลาย A ถึงที่ 2                              |           |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                | 1.576 kg  |
| Fe- DTPA 6% Fe                                   | 0.039 kg  |
| สารละลาย A ถึงที่ 3                              |           |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                | 1.576 kg  |
| Fe-EDDHA 6% Fe                                   | 0.039 kg  |
| สารละลาย B                                       |           |
| KNO <sub>3</sub>                                 | 0.964 kg  |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>                  | 0.340 kg  |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | 0.198 kg  |
| MgSO <sub>4</sub>                                | 0.540 kg  |
| ZnSO <sub>4</sub> 22%                            | 2.378 g   |
| CuSO <sub>4</sub>                                | 0.381 g   |
| MnSO <sub>4</sub>                                | 1.774 g   |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>                   | 3.812 g   |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> | 0.172 g   |

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ 0.172 g ไซ้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 มาตรฐานการรับซื้อดอกหน้าวัวของบริษัท สตาร์ ฟลอร่า จำกัด

| เกรด | ความกว้างของดอก<br>(เซนติเมตร) | ความยาวก้านดอก<br>(เซนติเมตร) | ราคาต่อดอก (บาท) |
|------|--------------------------------|-------------------------------|------------------|
| XXL  | มากกว่า 16                     | มากกว่า 60                    | 18               |
| XL   | 14-16                          | 55                            | 14               |
| L    | 12-14                          | 50                            | 12               |
| M    | 10-12                          | 40                            | 9                |
| S    | 8-10                           | 35                            | 6                |
| SS   | ต่ำกว่า 8                      | ต่ำกว่า 30                    | 4                |

หมายเหตุ : ราคาต่อดอกอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

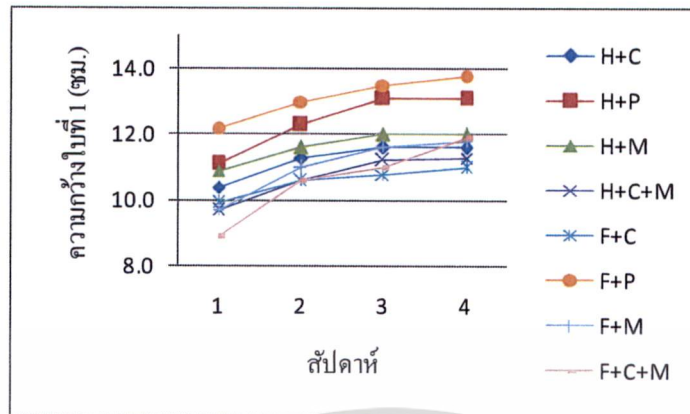


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

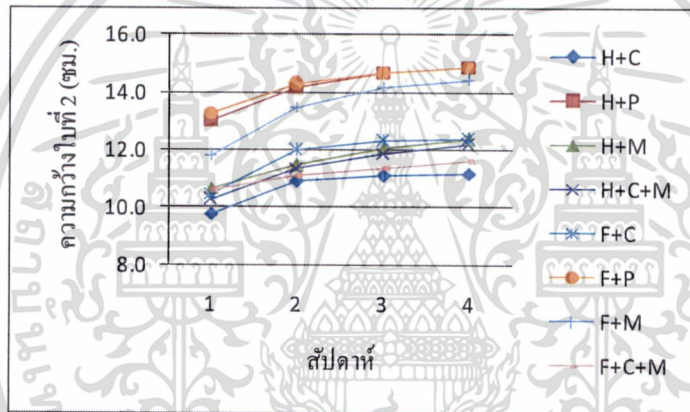


ภาคผนวก ก.

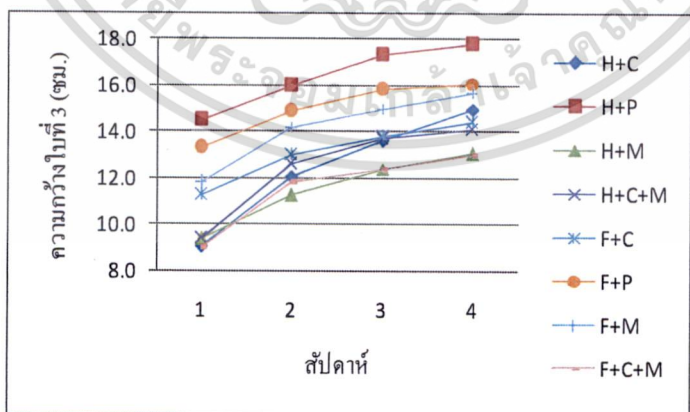
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.1 ใบที่ 1

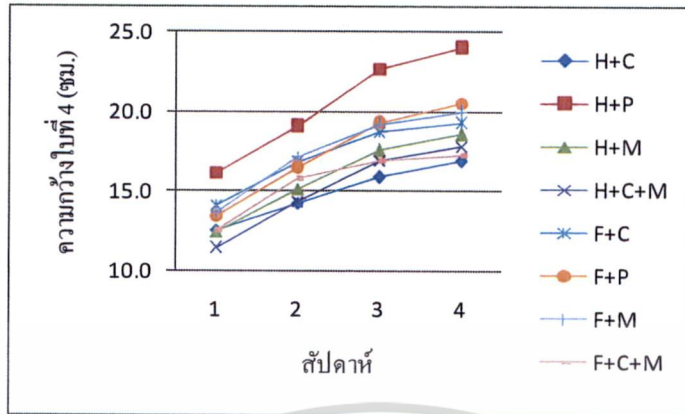


ภาพที่ ค.1 ใบที่ 2

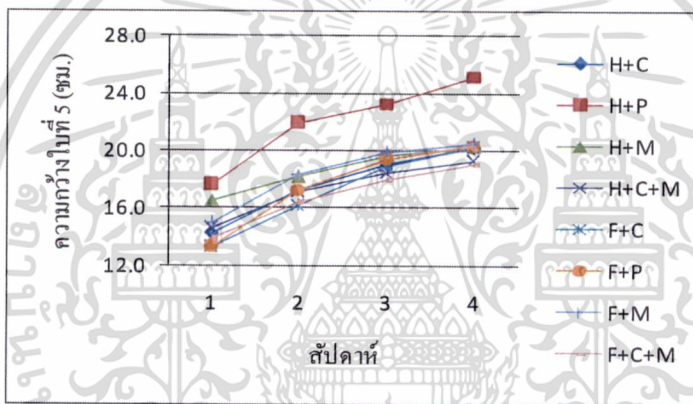


ภาพที่ ค.1 ใบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

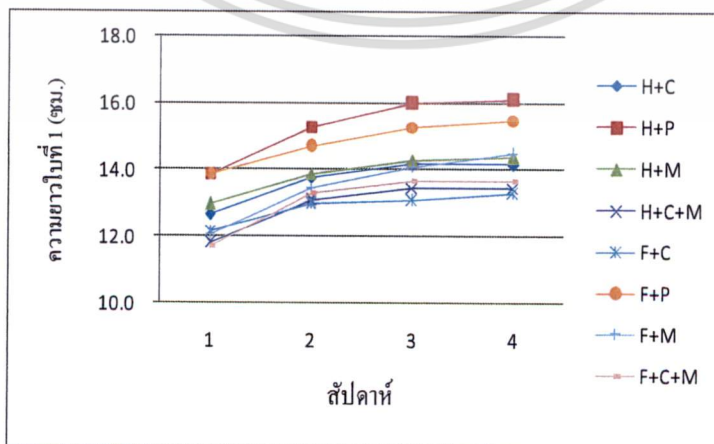


ภาพที่ ค.1 ใบที่ 4



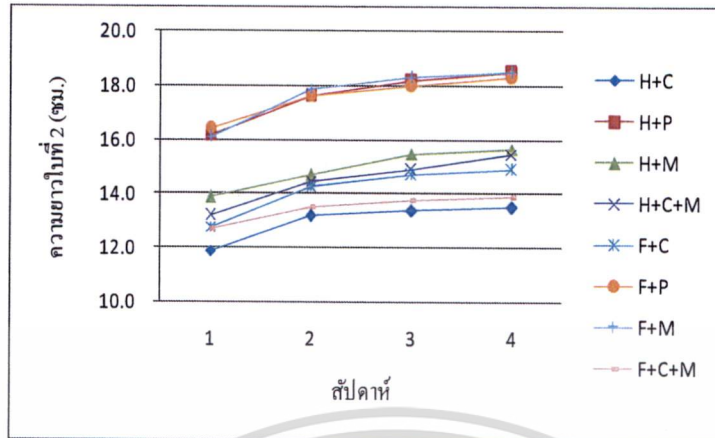
ภาพที่ ค.1 ใบที่ 5

ภาพที่ ค.1 แสดงความกว้างใบที่เจริญเติบโตในแต่ละสัปดาห์ ที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกแตกต่างกันของต้นหน้าว

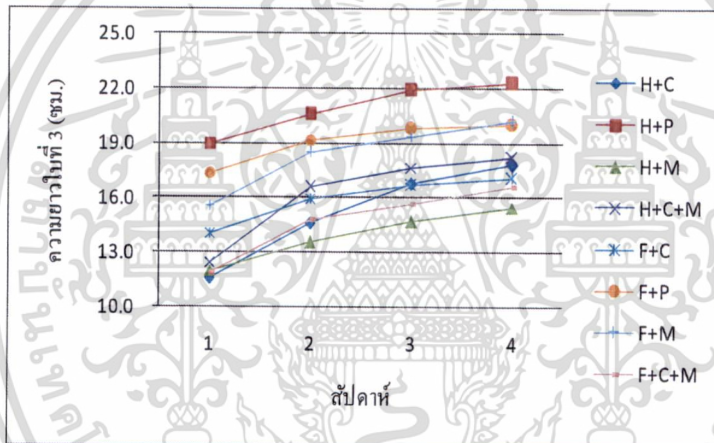


ภาพที่ ค.2 ใบที่ 1

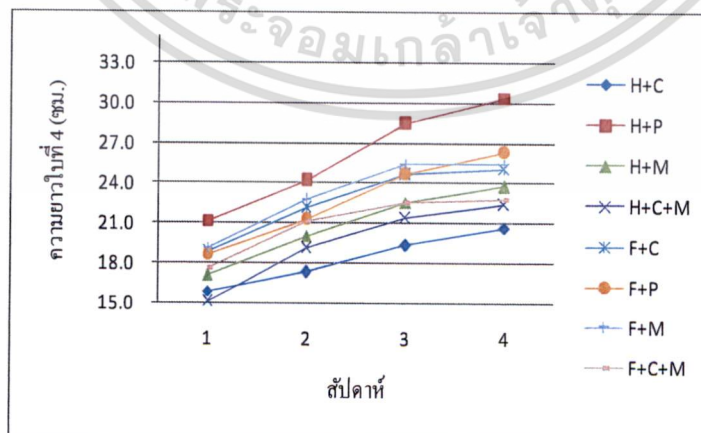
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.2 ใบที่ 2

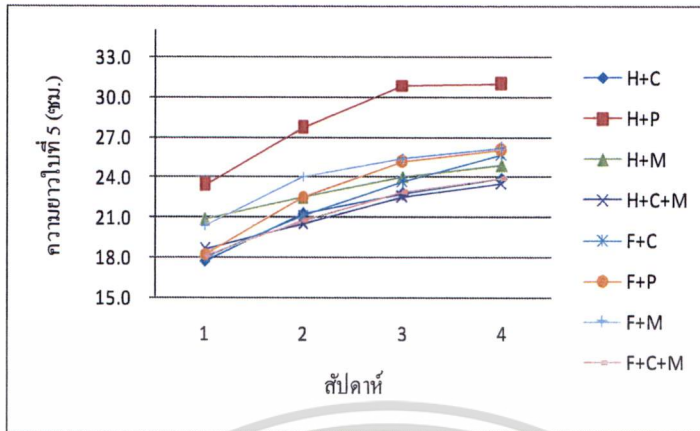


ภาพที่ ค.2 ใบที่ 3



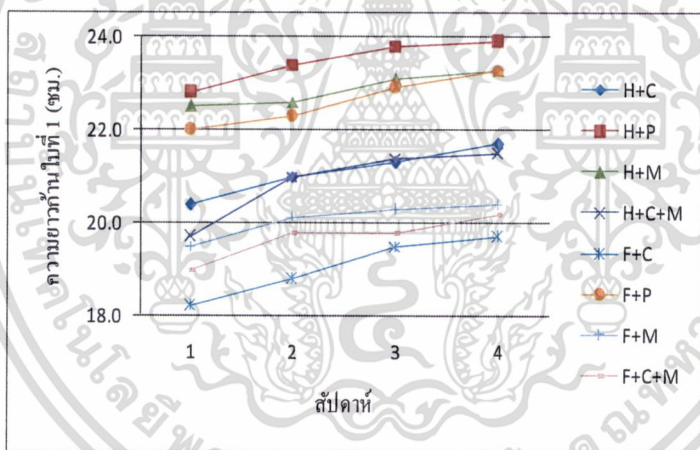
ภาพที่ ค.2 ใบที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

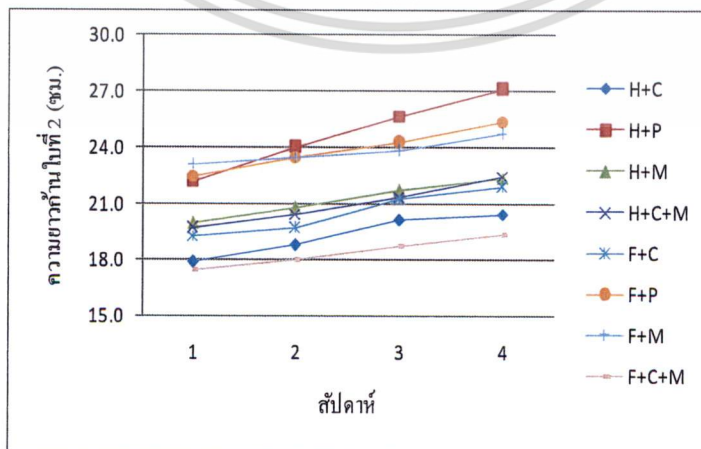


ภาพที่ ค.2 ใบที่ 5

ภาพที่ ค.2 แสดงความยาวใบที่เจริญเติบโตในแต่ละสัปดาห์ที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกแตกต่างกันของต้นหน้าวัว

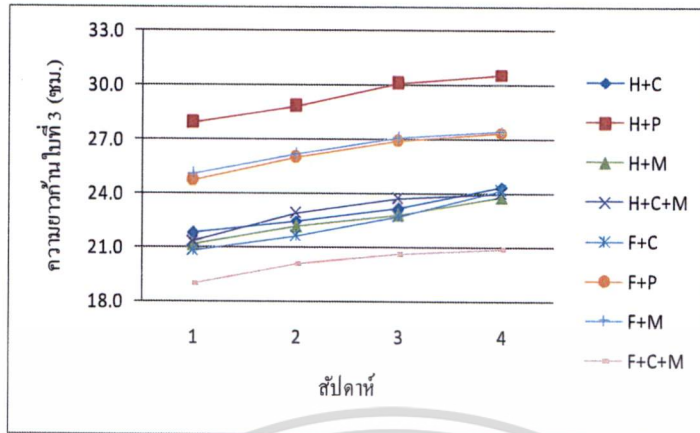


ภาพที่ ค.3 ใบที่ 1

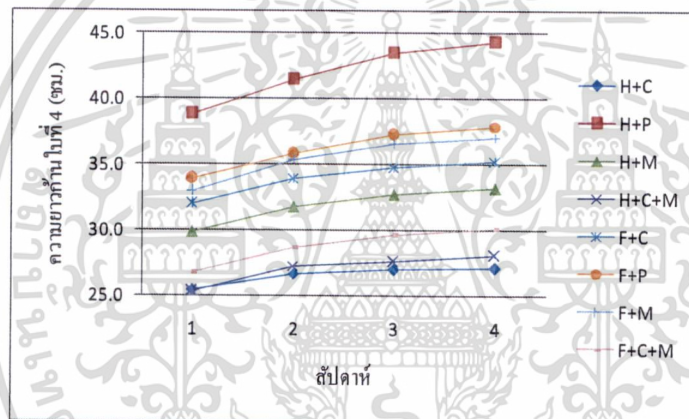


ภาพที่ ค.3 ใบที่ 2

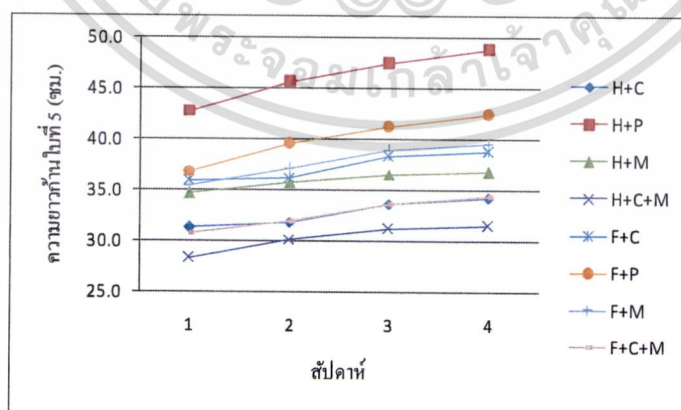
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.3 ใบที่ 3



ภาพที่ ค.3 ใบที่ 4

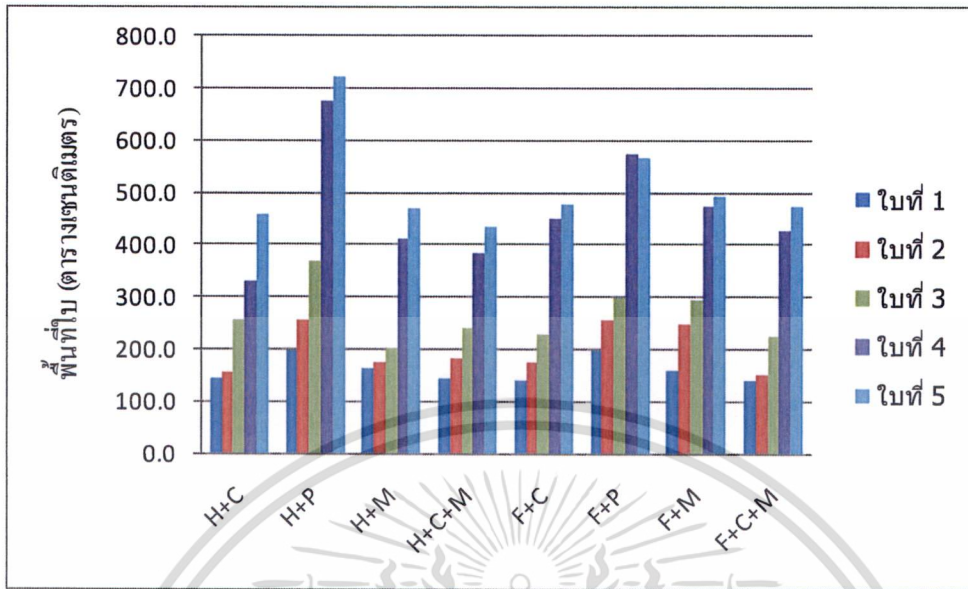


ภาพที่ ค.3 ใบที่ 5

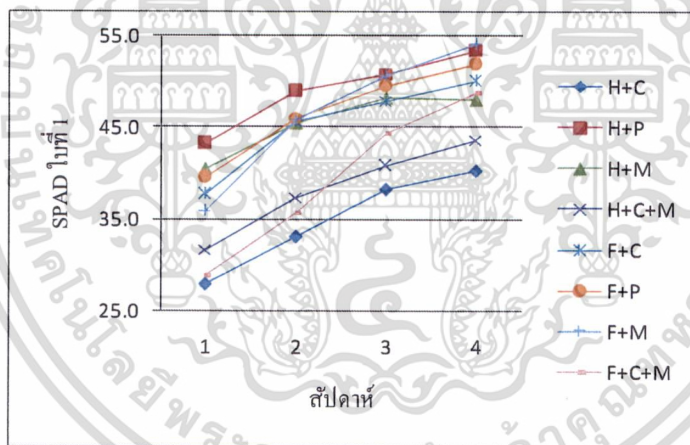
ภาพที่ ค.3 แสดงความยาวก้านใบที่เจริญเติบโตในแต่ละสัปดาห์ที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุ

ปลูกแตกต่างกันของต้นหน้าวัว

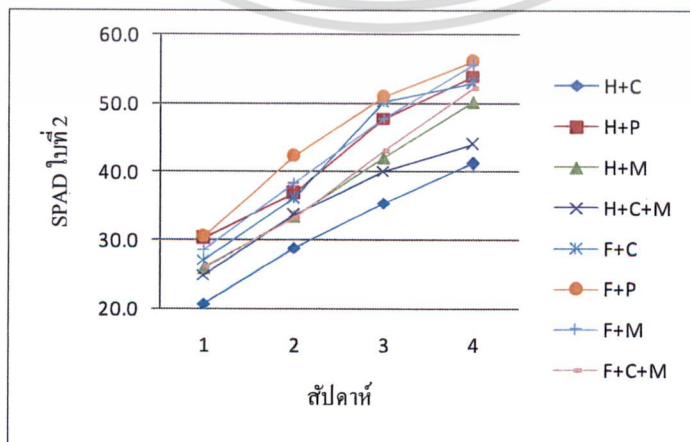
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๔.4 แสดงพื้นที่ใบหน้าว่าวที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

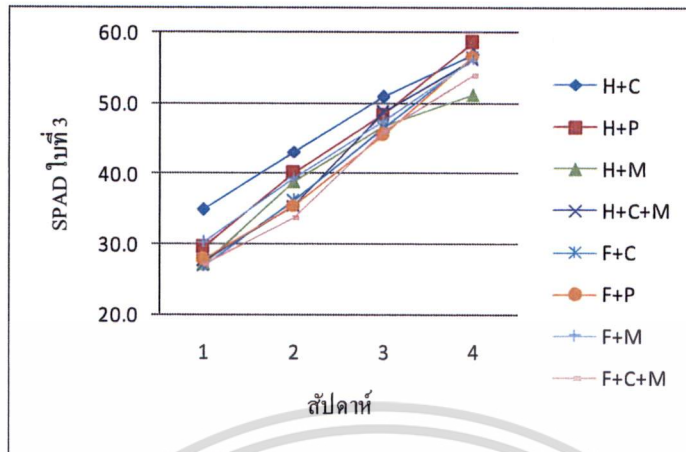


ภาพที่ ๕.5 ใบที่ 1

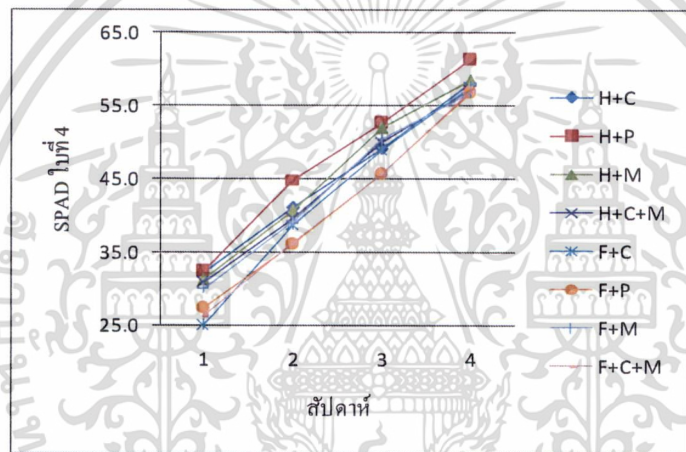


ภาพที่ ๕.5 ใบที่ 2

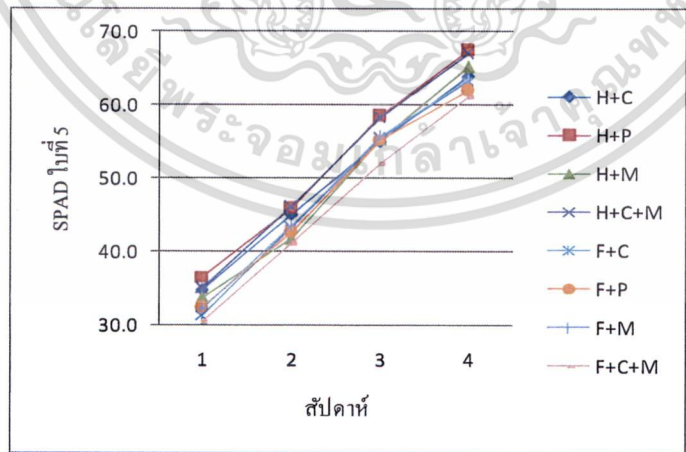
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.5 ใบที่ 3



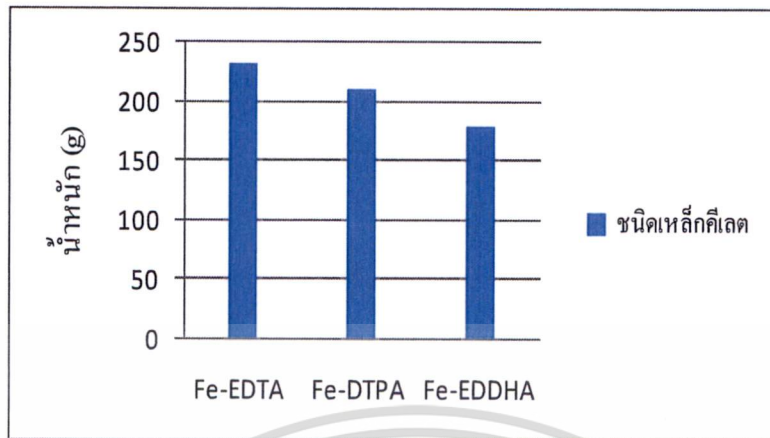
ภาพที่ ค.5 ใบที่ 4



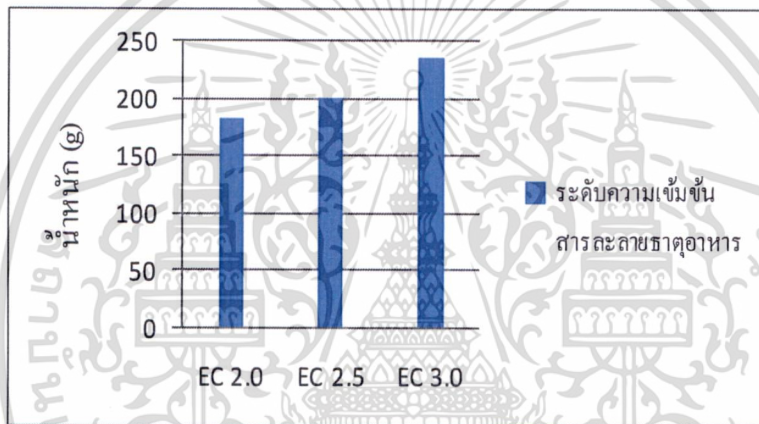
ภาพที่ ค.5 ใบที่ 5

ภาพที่ ค.5 แสดงค่าความเขียวของใบที่เจริญเติบโตในแต่ละสัปดาห์ที่ปลูกโดยใช้ชนิดปุ๋ย และวัสดุปลูกที่แตกต่างกันของดินหน้าวัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

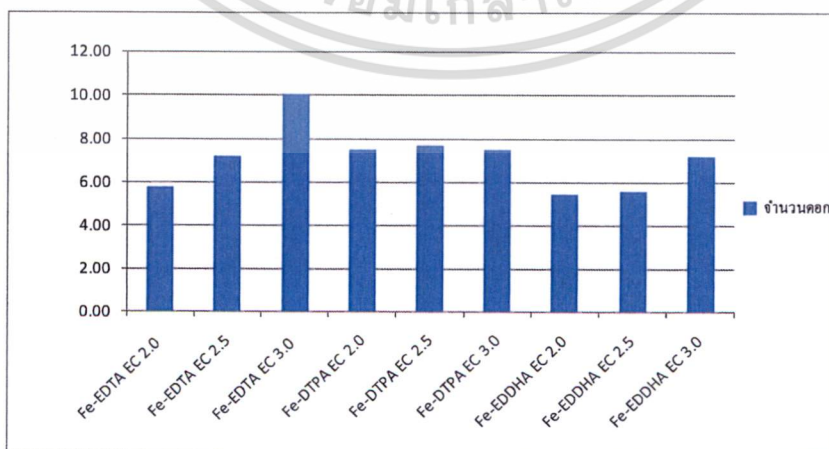


ภาพที่ ค.6 (1)

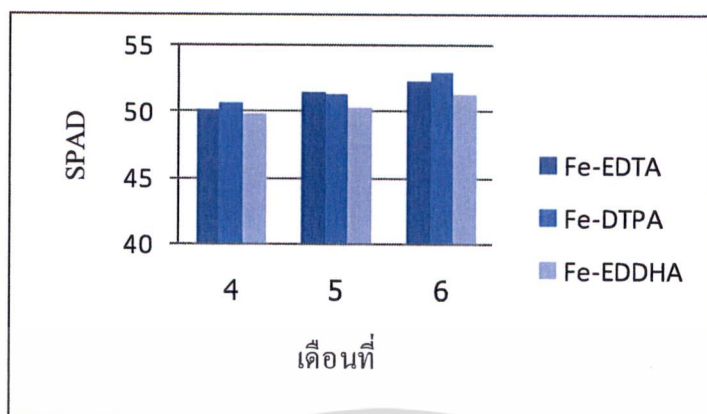


ภาพที่ ค.6 (2)

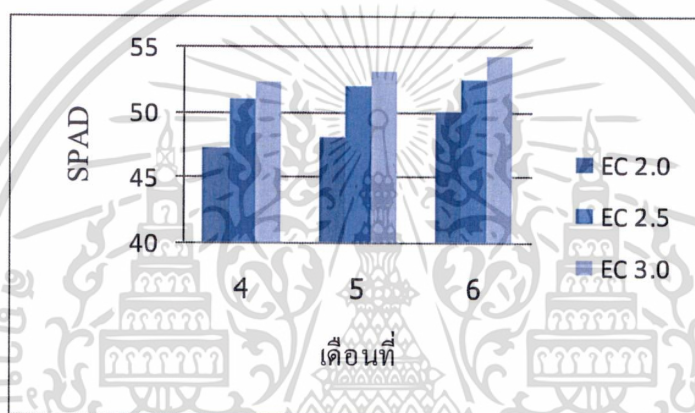
ภาพที่ ค.6 แสดงอิทธิพลของเหล็กที่ใส่แต่ละชนิด (1) และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (2) ที่มีผลต่อน้ำหนักต้นเขยปีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ภาพที่ ค.7 แสดงจำนวนดอกต่อต้นของเขยปีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

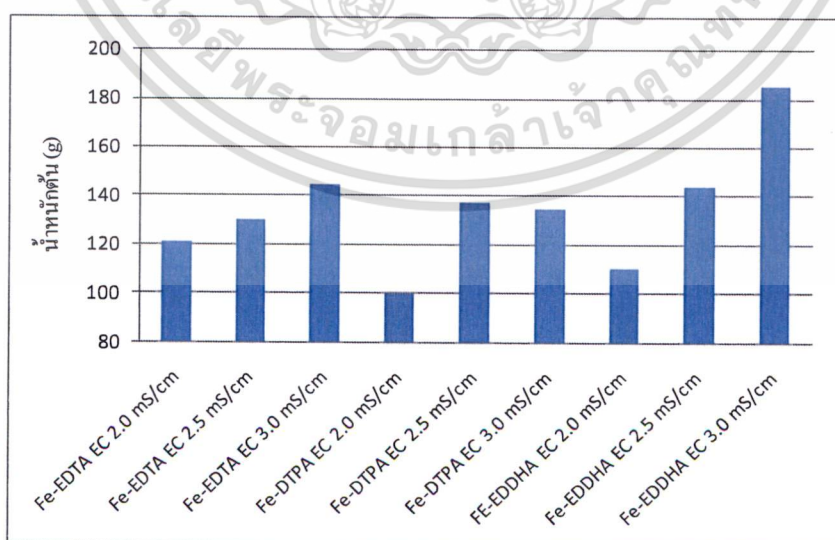


ภาพที่ ค.8 (1)



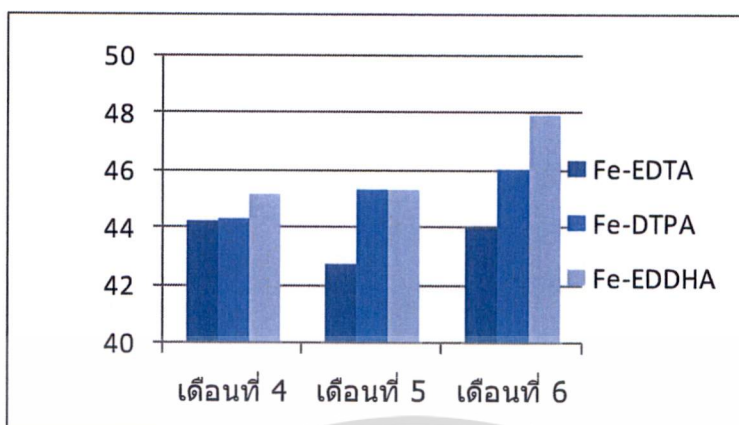
ภาพที่ ค.8 (2)

ภาพที่ ค.8 แสดงค่าความเขียวใบของต้นเขยปี่ร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง ที่ได้รับอิทธิพลของเหล็กที่ลดแต่ละชนิด (1) และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (2)

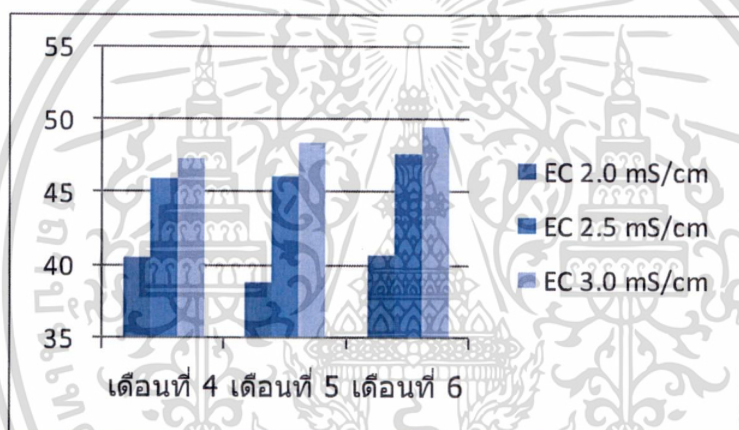


ภาพที่ ค.9 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุ

อาหารที่มีผลต่อน้ำหนักต้นเขยปี่ร่า (*Gerbera jamesonii*) สีแดงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.10 (1)



ภาพที่ ค.10 (2)

ภาพที่ ค.10 แสดงค่าความเขียวใบของต้นเขยิบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีแดง ที่ได้รับอิทธิพลของเหล็กคีเลตแต่ละชนิด (1) และระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.11 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของชนิดเหล็ก และความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) สีเหลือง ในแต่ละตำหรับการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

|                  |  |
|------------------|--|
| ชื่อ-นามสกุล     | นางสาววิฐุ ศิริรัตน์อำพร   |
| วัน เดือน ปีเกิด | 22 กรกฎาคม 2530  |
| ที่อยู่          | 374/2 หมู่ที่ 1 ตำบลนิคมพัฒนา อำเภอนิคมพัฒนา<br>จังหวัดระยอง 20180   |
| ประวัติการศึกษา  | 2552 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชา<br>ปฐพีวิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร<br>ลาดกระบัง  |
| ผลงานวิจัย       | พ.ศ. 2555 ผลงานเรื่อง “อิทธิพลของชนิดเหล็กคีเลต<br>และความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มีผลต่อการ<br>เจริญเติบโต และผลผลิตเยอบีร่ากระถาง ในระบบปลูก<br>NFT” ในวารสารดินและปุ๋ย ปีที่ 34 ฉบับที่ 4 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้