ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของอัตราส่วนระหว่างแอมโมเนียมต่อไนเตรทและการฉีดปุ๋ยปลาทางใบ
ต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH สารละลาย และผลผลิตของมะเขือเทศ

Effect of Ammonium/ Nitrate Rations and Foliar fish fertilization application on pH of Nutrient Solution and Tomato Growth

โดย

นางสาวกาญจนา สวัสดี รหัส 40044008

.....

(รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ)
อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(ผศ.ดร.อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น)
หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของอัตราส่วนระหว่างแอมโมเนียมต่อไนเตรทและการฉีดปุ๋ยปลาทางใบต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH สารละลาย และผลผลิตของมะเขือเทศ

Effect of Ammonium/ Nitrate Rations and Foliar fish fertilization application on pH of Nutrient Solution and Tomato Growth

โดย

นางสาวกาญจนา สวัสดี รหัส 40044008

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปีการศึกษา 2543

วพ. ก427ผ 2543
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 40020
วัน, เดือน, ปี 24 ก.ค. 2544

.b.....
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร ตลอดเวลา 1 ปีที่ผ่านมา ที่ได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและได้เสียสละเวลาในการให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนวิชาการความรู้ต่าง ๆ อีกทั้งยังช่วยจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทดลองครั้งนี้จนกระทั่งปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ด้วยดี และขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ในด้านต่าง ๆ ที่กรุณาให้แนวความคิด ให้คำปรึกษาและคำแนะนำเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้ให้กำเนิด ที่ช่วยเหลือในด้านกำลังทรัพย์และเป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษ พี่สาวผู้มีคำปลอบโยนช่วยให้เข้มแข็งขึ้นเสมอ

ขอขอบคุณ คุณนุจรี บุญแปลง และคุณนารี พันธุ์จินดาวรรณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา ที่ให้คำแนะนำในการทดลอง การทำการวิเคราะห์ครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบคุณ คุณทองม้วน สุนทรา และคุณสมจิตร มั่งนาค ที่ได้ช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์ต่าง ๆ

ขอบคุณเพื่อน ๆ ภาคปฐพีวิทยา รุ่น 13 และผู้ที่มีส่วนที่เกี่ยวข้องในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ ช่วยให้ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทำปัญหาพิเศษให้ลุล่วงเสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ช่วงเวลาที่ผ่านมา การทำปัญหาพิเศษให้อะไรหลาย ๆ อย่าง เรียนรู้ระบบการทำงาน การทำงานร่วมกัน การจัดระบบการคิด การวางแผน การปฏิบัติงาน ซึ่งอาจจะมีทั้งสิ่งที่ลงตัวและข้อผิดพลาด ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่จะแก้ไขปัญหา เผชิญหน้ากับปัญหาต่าง ๆ ประสบการณ์สอนให้อดทนมากขึ้น เข้าใจชีวิตมากขึ้น จึงขอขอบคุณไว้เป็นพิเศษตรงนี้ เป็นสิ่งที่สำคัญ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการดำเนินชีวิตต่อไป

กาญจนา สวัสดี

9 พฤษภาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของอัตราส่วนระหว่างแอมโมเนียมต่อไนเตรทและการฉีดปุ๋ยปลาทางใบ ต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH สารละลาย และผลผลิตของมะเขือเทศ

Effect of Ammonium/ Nitrate Rations and Foliar fish fertilization application on pH of Nutrient Solution and Tomato Growth

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบสารละลายที่มีอัตราส่วนระหว่างแอมโมเนียมต่อไนเตรทและการให้ปุ๋ยทางใบในระบบ NFT ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH และการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ มีวัตถุประสงค์คือ เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างแอมโมเนียมต่อไนเตรทว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH การเจริญเติบโตของมะเขือเทศ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารพืชและต้นพืช ตลอดจนศึกษาประสิทธิภาพของการให้ปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยปลา) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 3 ตำรับๆ ละ 3 ซ้ำ คือ

Treatment 1 (NH^+_4 0 %) , treatment 2 (NH^+_4 5 %) , treatment 3 (NH^+_4 10 %) และมี Sub treatment 3 sub คือ ไม่ฉีดปุ๋ยปลา , ฉีดปุ๋ยปลา , ฉีดปุ๋ยปลาที่มีการเพิ่ม P ปลูกในระบบ NFT รางยาว 5 เมตร 9 ราง ทำการวัดค่า pH , EC , Oxygen และอุณหภูมิ ทุกวันเว้นวัน วัดค่าคลอโรฟิลล์เมื่อพืชโตเต็มที่ (ก่อนเก็บผล) และเก็บตัวอย่างสารละลายสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และสุ่มต้นพืช เพื่อนำไปวิเคราะห์หาธาตุอาหารต่าง ๆ

จากผลการทดลองทั้ง 3 ตำรับ จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากค่าการนำไปใช้จริง พบว่าจากการทดลองนี้ treatment ที่มี NH^+_4 เป็นองค์ประกอบสามารถที่จะช่วยควบคุมค่า pH ได้ คือ treatment 5 : 95 และ 10 : 90 และต้นพืชก็มีการเจริญเติบโตดีและแข็งแรงกว่าแและยังช่วยในการดูดธาตุอาหารต่าง ๆ ได้ดีกว่า treatment ไม่มี NH^+_4 (0 : 100) เป็นองค์ประกอบ ส่วนประสิทธิภาพใช้ปุ๋ยปลา พบว่า ตำรับที่มีการฉีดปุ๋ยปลา และฉีดปุ๋ยปลาที่มีการเพิ่มฟอสฟอรัสให้ผลผลิตได้ดีกว่าที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา

กาญจนา สวัสดี

ภาควิชาปฐพีวิทยา 40044008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญตาราง	I
สารบัญกราฟ	II
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	10
ผลการทดลอง	18
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	22
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 1 แสดงสูตรสารละลายแต่ละ treatment (millimol / litre) 12

ตารางที่ 2 แสดงสูตรสารละลายแต่ละ treatment เป็นน้ำหนักปุ๋ย ธาตุอาหารหลัก หน่วยเป็น (kg) , ธาตุอาหารของหน่วยเป็น (g) 13

ตารางภาคผนวก **หน้า**

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงค่า pH, EC, Oxygen และ อุณหภูมิของสารละลายในถัง สารละลายของพืช ระหว่างวันที่ 28-03/09/43 27

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงค่า pH, EC, Oxygen และ อุณหภูมิของสารละลายในถัง สารละลายของพืช ระหว่างวันที่ 05-11/09/43 27

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงค่า pH, EC, Oxygen และ อุณหภูมิของสารละลายในถัง สารละลายของพืช ระหว่างวันที่ 13-19/09/43 28

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงค่า pH, EC, Oxygen และ อุณหภูมิของสารละลายในถัง สารละลายของพืช ระหว่างวันที่ 21-27/09/43 28

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงค่า pH, EC, Oxygen และ อุณหภูมิของสารละลายในถัง สารละลายของพืช ระหว่างวันที่ 29-05/10/43 29

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงค่า pH, EC, Oxygen และ อุณหภูมิของสารละลายในถัง สารละลายของพืช ระหว่างวันที่ 07-13/10/43 29

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงค่า pH, EC, Oxygen และ อุณหภูมิของสารละลายในถัง สารละลายของพืช ระหว่างวันที่ 15-21/10/43 30

ตารางภาคผนวกที่ 10 แสดงค่า pH, EC, Oxygen และ อุณหภูมิของสารละลายในถัง สารละลายของพืช ระหว่างวันที่ 23-29/10/43 30

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงค่า pH, EC, Oxygen และ อุณหภูมิของสารละลายในถัง สารละลายของพืช ระหว่างวันที่ 28-03/11/43 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก **หน้า**

ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงค่า pH, EC, Oxygen และ อุณหภูมิของสารละลายในถัง สารละลายของพืช ระหว่างวันที่ 05-11/11/43 31

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงน้ำหนักสด-น้ำหนักแห้ง (g) แยกก้าน-ใบ 32

ตารางภาคผนวกที่ 14 แสดงน้ำหนักผลที่เก็บได้ 33

ตารางภาคผนวกที่ 15 แสดงผลการวัดคลอโรฟิลล์ 34

ตารางภาคผนวกที่ 16 แสดงการวิเคราะห์หาแอมโมเนียม, ไนเตรท 35

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงการวิเคราะห์หาฟอสฟอรัส (P-ppm)ในถังสารละลายธาตุอาหารพืช 35

ตารางภาคผนวกที่ 18 แสดงค่าการวิเคราะห์ไนโตรเจนในพืช (% of dry matter) 36

ตารางภาคผนวกที่ 19 แสดงค่าการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในพืช (% of dry matter) 36

ตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงค่าการวิเคราะห์โพแทสเซียมในพืช (% of dry matter) 37

ตารางภาคผนวกที่ 21 แสดงค่าการวิเคราะห์แคลเซียมในพืช (% of dry matter) 37

ตารางภาคผนวกที่ 22 แสดงค่าการวิเคราะห์แมกนีเซียมในพืช (% of dry matter) 38

ตารางภาคผนวกที่ 23 แสดงค่าการวิเคราะห์สังกะสีในพืช (% of dry matter) 38

ตารางภาคผนวกที่ 24 แสดงค่าการวิเคราะห์เหล็กในพืช (ppm dry matter) 39

ตารางภาคผนวกที่ 25 แสดงค่าการวิเคราะห์แมงกานีสในพืช (ppm dry matter) 39

ตารางภาคผนวกที่ 26 แสดงค่าการวิเคราะห์คอปเปอร์ในพืช (ppm dry matter) 40

Table 1 Analysis of variance for % nitrogen in plant (%) 41

Table 2 Analysis of variance for % phosphorus in plant (%) 41

Table 3 Analysis of variance for % potassium in plant (%) 42

Table 4 Analysis of variance for % calcium in plant (%) 42

Table 5 Analysis of variance for % magnesium in plant (%) 43

Table 6 Analysis of variance for Zn in plant (ppm) 43

Table 7 Analysis of variance for Fe in plant (ppm) 44

Table 8 Analysis of variance for Mn in plant (ppm) 44

Table 9 Analysis of variance for Cu in plant (ppm) 45

Table 10 Analysis of variance for pH in nutrient solution 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก **หน้า**

Table 11	Analysis of variance for fresh weight (g) (leaf)	46
Table 12	Analysis of variance for dry weight (g) (leaf)	46
Table 13	Analysis of variance for fresh weight (g) (petiole)	47
Table 14	Analysis of variance for dry weight (g) (petiole)	47
Table 15	Analysis of variance for fruit weight (g) (petiole)	48
Table 16	Analysis of variance for chlorophyll	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวก **หน้า**

กราฟภาคผนวกที่ 14 แสดงการวิเคราะห์หาแอมโมเนียมในถังสารละลาย 57

กราฟภาคผนวกที่ 15 แสดงการวิเคราะห์หาไนเตรทในถังสารละลาย 58

กราฟภาคผนวกที่ 16 แสดงการวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสในถังสารละลาย 59

กราฟภาคผนวกที่ 17 แสดงการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในพืช (% of dry matter) 60

กราฟภาคผนวกที่ 18 แสดงการวิเคราะห์ธาตุอาหารรองในพืช (% of dry matter) 61

กราฟภาคผนวกที่ 16 แสดงการวิเคราะห์จุลธาตุในพืช (ppm dry matter) 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญกราฟ

กราฟภาคผนวก **หน้า**

กราฟภาคผนวกที่ 1 แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพืช ระหว่าง วันที่ 28-03/09/43 49

กราฟภาคผนวกที่ 2 แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพืช ระหว่าง วันที่ 28-03/09/43 49

กราฟภาคผนวกที่ 3 แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพืช ระหว่าง วันที่ 13-19/09/43 50

กราฟภาคผนวกที่ 4 แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพืช ระหว่าง วันที่ 21-27/09/43 50

กราฟภาคผนวกที่ 5 แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพืช ระหว่าง วันที่ 29-05/10/43 51

กราฟภาคผนวกที่ 6 แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพืช ระหว่าง วันที่ 07-13/10/43 51

กราฟภาคผนวกที่ 7 แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพืช ระหว่าง วันที่ 15-21/10/43 52

กราฟภาคผนวกที่ 8 แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพืช ระหว่าง วันที่ 23-29/10/43 52

กราฟภาคผนวกที่ 9 แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพืช ระหว่าง วันที่ 28-03/11/43 53

กราฟภาคผนวกที่ 10 แสดงค่า pH ของสารละลายในถังสารละลายของพืช ระหว่าง วันที่ 05-11/11/43 53

กราฟภาคผนวกที่ 11 แสดงน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง (g) แยกก้าน – ใบ 54

กราฟภาคผนวกที่ 12 แสดงน้ำหนักผลที่เก็บได้ 55

กราฟภาคผนวกที่ 13 แสดงผลการวัดคลอโรฟิลล์ 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษปริญญาตรีผลของอัตราส่วนระหว่างแอมโมเนียมต่อไนเตรทและการฉีดปุ๋ยปลาทางใบต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH สารละลาย และผลผลิตของมะเขือเทศ

Effect of Ammonium/ Nitrate Rations and Foliar fish fertilization application on pH of Nutrient Solution and Tomato Growth

คำนำ

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้ผู้บริโภคมีระดับการศึกษาสูงขึ้นมาก ส่งผลให้พฤติกรรมการบริโภค โดยเฉพาะสินค้าพืชผักที่เป็นอาหาร เริ่มมีการใส่ใจกับสุขภาพมากขึ้น ต้องเป็นผักที่ปลอดสารพิษ วิธีการปลูกแบบเดิมทำให้ผลผลิตมีคุณภาพต่ำ ปริมาณผลผลิตที่ได้รับไม่มากเท่าที่ควร จังหันมาพึ่งพายาฆ่าแมลงในการแก้ปัญหาทำให้มีสารพิษตกค้าง และปัญหาเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ส่งผลให้เกษตรกรบางกลุ่มเริ่มหันมาให้ความสำคัญกับการปลูกผักด้วยวิธีการปลูกแบบ Hydroponics ซึ่งผู้ประกอบธุรกิจแบบ Hydroponics มีโอกาสทางการตลาดในการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

โดยเฉพาะในระบบ NFT เป็นระบบหนึ่งที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เพราะไม่ต้องใช้วัสดุปลูก เป็นระบบที่มีการนำสารละลายกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นการใช้สารละลายอย่างมีประสิทธิภาพมาก ประหยัดสารละลายและไม่ก่อให้เกิดมลพิษจากสารละลายที่เหลือใช้ เนื่องจากเป็นระบบที่มีสารละลายหมุนเวียนอยู่ในระบบ ดังนั้นการจัดการธาตุอาหารให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชตลอดเวลาการปลูกจึงเป็นเรื่องสำคัญ และมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช pH ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการจัดการธาตุอาหารพืช ค่า pH ที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 5.5-6 เราจะพบปัญหาคือ เมื่อปลูกพืชไปสักพักหนึ่ง ค่า pH ของสารละลายจะสูงขึ้น ทำให้ต้องคอยปรับค่า pH อยู่บ่อย ๆ ทำให้เสียเวลาและสิ้นเปลืองกรดที่ใช้

ในการทดลองนี้จึงปรับเปลี่ยนตัวสูตรของสารละลาย โดยเปรียบเทียบสารละลายที่มีอัตราส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรทที่แตกต่างกัน คือ แอมโมเนียม 0% , แอมโมเนียม 5% , แอมโมเนียม 10% , เพื่อทดสอบว่าสารละลายสูตรไหนจะช่วยควบคุมค่า pH ได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างแอมโมเนียมต่อไนเตรท ว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในสารละลาย
2. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของมะเขือเทศในสารละลายที่มีอัตราส่วนของแอมโมเนียมต่อไนเตรทที่แตกต่างกัน
3. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารของมะเขือเทศ , ต้นมะเขือเทศจากเริ่มปลูก จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต
4. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการให้ปุ๋ยทางใบ (ปุ๋ยปลา) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หมายถึง วิธีการปลูกพืชโดยได้รับสารอาหารหรือสารละลายธาตุอาหารที่พืชต้องการจากทางราก พืชที่ปลูกจะอยู่บนวัสดุปลูกหรือไม่มีวัสดุปลูกก็ได้ (จตุรงค์ , 2543)

การปลูกพืชไร้ดิน (Soilless Culture)

เป็นวิธีการปลูกพืชโดยที่ไม่ต้องพึ่งพาอาศัยดิน แต่ใช้วัสดุอื่น ๆ แทนดิน เช่น ปลูกในน้ำยาทราย กรวด ขี้เถ้าแกลบ Rockwool ฯลฯ โดยให้สารละลายธาตุอาหารพืชที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตแก่รากโดยตรง จะทำการผสมไปกับน้ำในปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสมแทนธาตุอาหารที่พืชต้องอาศัยจากดินทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการปลูกพืชในส่วนที่เกี่ยวข้องกับดิน เช่น ในดินที่มีคุณภาพต่ำมาก มีสิ่งต่างๆขัดขวางการเจริญเติบโตของพืช เช่น ความเค็มสูง เป็นกรดจัด หรือมีโรคระบาดในดิน และน้ำขาดแคลน เป็นต้น นอกจากนี้ยังเพื่อควบคุมคุณภาพ ปริมาณ ระยะเวลาของผลผลิตเพื่อให้ได้ตามความต้องการ (มนตรี,2531)

<u>ความหมายของคำ</u>

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หรือบางท่านเรียกว่า ปลูกพืชด้วยสารละลาย hydroponics มาจากคำในภาษากรีกสองคำ คือว่า " hydro " หมายถึง น้ำ และ "ponos" หมายถึง งาน ซึ่งเมื่อรวมคำสองคำเข้าด้วยกัน ความหมายก็คือ "Water – Working" หรือ "การปฏิบัติการเกี่ยวกับน้ำ" แต่โดยความหมายจริง ๆ นั้นได้มีความหมายเกี่ยวข้องกับการใช้สารละลาย หรือการใช้ปุ๋ยเคมีกับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เรื่องที่ปรากฏอยู่ จึงเป็นสิ่งตรงกันข้ามกับการปลูกพืชในดิน หลักการพื้นฐานในการปลูกพืชตามแบบวิธีนี้ทั้งในการปฏิบัติและการดูแลก็จะเป็นไปตามลักษณะเหมือนกับพืชที่ปลูกในดิน เพียงแต่ปลูกโดยไม่ต้องการดิน (ถวัลย์ , 2534)

<u>ประวัติความเป็นมา</u>

แม้ว่ามนุษย์จะรู้จักการเพาะปลูกพืชมาเป็นเวลานาน แต่การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีประวัติความเป็นมาเริ่มจากการศึกษาเกี่ยวกับพืชและธาตุอาหารพืชมาอย่างยาวนาน โดยนักวิทยาศาสตร์ต้องการทราบว่าพืชประกอบด้วยอะไรและมีสารสิ่งใดบ้างที่สามารถทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปี ค.ศ.1600 (พ.ศ. 2143) งานทดลองครั้งแรกที่เป็นที่รู้จักกันดีเป็นงานทดลองของนักวิทยาศาสตร์ชาวเบลเยี่ยม ชื่อ เฮลมอนท์ (Jan Van Helmont) ในศตวรรตที่ 16 โดยทำการปลูกพืชในน้ำเป็นเวลา 5 ปี และได้สรุปว่า น้ำเป็นผู้ให้ทุก ๆ ส่วนของพืช

งานทดลองคล้าย ๆ กันนี้ได้ทำขึ้นใหม่ในปี ค.ศ.1699 (พ.ศ.2242) นักวิทยาศาสตร์ของอังกฤษ ชื่อ จอห์น วูดเวิร์ด (John Woodward) ได้ทดลองปลูกพืชในน้ำที่มีดินชนิดต่าง ๆ ละลายอยู่ และสรุปว่าพืชที่ปลูกจะได้อาหารต่าง ๆ จากดินมากกว่าน้ำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต

ใน ค.ศ.1757 (พ.ศ.2300) ฟรานซีส โฮม (Francis Home) ได้แต่งหนังสือเรื่อง "ความรู้พื้นฐานของการเกษตรและการเพาะปลูก" (The Principle of Agriculture and Vegetation) ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชอันเป็นสิ่งที่ได้มาจากผลงานวิจัยของตนเอง หนังสือเล่มนี้เป็นสิ่งชี้และนำไปสู่งานวิจัยตามมาที่ทำให้ทราบเรื่องราวเกี่ยวกับดินและพืชเป็นอย่างดี

ค.ศ.1804 (พ.ศ.2347) มีงานทดลองของนักเคมีชาวฝรั่งชื่อ ซอส (N.Th.De soussure) และ บูสซิงกัล (B.Boussingault) ในปี ค.ศ.1851 – 1856 ได้ทำการทดลองพบว่ามีธาตุอาหารที่พืชต้องการมาจากดินและก๊าซจากอากาศทำให้พืชเจริญเติบโต

ค.ศ.1850 ลิบิก (J.Vonliebig) นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันนีได้ชี้ให้เห็นถึงปริมาณสารละลายธาตุอาหารทดลองหาปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการ

ค.ศ.1860 (พ.ศ.2403) แซคส์ (Van Von Sachs) และ น้อป (W.Knop) ค.ศ.1861 –1865 นักสรีระวิทยาชาวเยอรมันนีทั้ง 2 ท่านทำการทดลองจนสามารถทำให้ได้สูตรผสมสารละลายธาตุอาหารพืชที่สามารถใช้ปลูกพืชได้โดยใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ สิ่งที่น่าสนใจก็คือสูตรอาหารที่ใช้ใกล้เคียงกับสูตรอาหารที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1870 (พ.ศ.2413) เป็นต้นมาได้มีการค้นคว้าวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับความต้องธาตุอาหารของพืชมากมาย

งานทดลองครั้งแรกที่ทำการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นจำนวนมากทำที่ Rhode Island เป็นการปลูกพืชโดยใช้ทรายเป็นวัสดุปลูกและให้สารละลายธาตุอาหารพืช ในปี ค.ศ.1928 (พ.ศ. 2471) ที่ New Jersey ได้มีการขายผลผลิตที่เกิดจากการปลูกพืชไม้ดอกโดยไม่ใช้ดินเป็นครั้งแรก

ค.ศ.1920 – 1930 (พ.ศ. 2463 –2473) ศาสตราจารย์ ดร.วิลเลี่ยม เอฟ เกอริค (Prof.Dr.William F.Gericke) เป็นผู้ทดลองเทคนิคการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารพืชเป็นครั้งแรก โดยการปลูกมะเขือเทศในน้ำที่ผสมธาตุอาหารตามสูตรที่ตนเองดัดแปลงขึ้นจากงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ที่ดำเนินผ่าน ๆ มา ที่มหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา จนทำให้สามารถปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นมะเขือเทศสูงถึง 25 ฟุต จนทำให้ต้องใช้บันไดปีนขึ้นไปเก็บผลผลิตทำให้เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง

บริษัทแรกที่ทำการค้าขายเกี่ยวกับระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเริ่มก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ.1963 ที่ Ohio และที่มหาสมุทรแปซิฟิค ที่เกาะ Wake

ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 กองทัพสหรัฐทำการปลูกผักในท่อขนาดใหญ่ที่บรรจุสารละลายธาตุอาหารพืชโดยปลูกบนเกาะในมหาสมุทรแอตแลนติก เพื่อเป็นแหล่งพืชผักสดและวิตามินแก่กองทัพ ซึ่งนับเป็นการปลูกโดยไม่ใช้ดินที่ใหญ่ที่สุดเป็นครั้งแรก

หลังจากนั้นการปลูกโดยไม่ใช้ดินมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว มีการทดลองใช้วัสดุปลูกพืชชนิดต่าง ๆ มีการพัฒนาระบบและอุปกรณ์ในการปลูก รวมถึงระบบที่ใช้ควบคุมอัตโนมัติ เช่น การนำคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการปลูก (อิทธิสุนทร,2538)

จนกระทั้งถึงขั้นผลิตเพื่อการค้าทั้งในประเทศและเพื่อส่งออก แหล่งผลิตใหญ่ ๆ ได้แก่ แม็กซิโก เปอร์โตริโก ฮาวาย อิสราเอล ญี่ปุ่น อินเดีย และสหรัฐอเมริกา (นภดล,2538)

สำหรับในประเทศไทยนั้น ความคืบหน้าในด้านนี้ ก็ปรากฏว่าได้มีการทดลองปลูกพืชไม่ใช้ดินของนักศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในรูปแบบการทำวิทยานิพนธ์มานาน แต่งานวิจัยส่วนใหญ่ยังจำกัดอยู่ในวงแคบ โดยยังไม่มีการนำไปปรับใช้เพื่อปลูกพืชในเชิงการค้า ส่วนในปัจจุบัน ได้เริ่มมีเอกชนทำเป็นลักษณะเชิงการค้าจึงปรากฏว่ามีการตื่นตัวกันบ้างแล้ว (ถวัลย์,2534)

ในปี พ.ศ.2526 มีผู้ริเริ่มปลูกเป็นการค้าขึ้นที่ตำบลนาดี อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร เทคนิคการปลูกทั้งหมดได้รับการแนะนำโดยชาวไต้หวัน เน้นการปลูกพืชที่มีราคาแพงและปราศจากยาฆ่าแมลงที่จัดเป็นแหล่งผลิตพืชผักอนามัยที่น่าเชื่อถือแหล่งหนึ่ง เจ้าของให้ชื่อผักที่ปลูกว่า "ผักลอยฟ้า" ผักเหล่านี้ส่วนใหญ่จะส่งไปขายในซุปเปอร์มาร์เก็ต

นอกจากผักลอยฟ้าที่สมุทรสาครแล้ว ที่บริเวณเชิงเขาใหญ่จังหวัดนครราชสีมา มีชาวจีนสิงคโปร์ปลูกพืชไม้น้ำและใช้ประดับสำหรับใช้ในตู้ปลา พืชส่วนใหญ่ที่ปลูกจะถูกส่งไปขายประเทศทางแถบยุโรป ประเทศออสเตรเลีย และกลุ่มประเทศอาหรับ (นภดล , 2538)

<u>ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการผลิตพืชโดยไม่ใช้ดิน (จตุรงค์ , 2543)</u>

1. สภาพภูมิอากาศ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เพราะอุณหภูมิมีอิทธิผลต่อการเจริญเติบโตของราก ความสามารถในการดูดน้ำและธาตุอาหาร พืชส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศค่อนข้างเย็นที่อุณหภูมิประมาณ 20-30 องศาเซลเซียส ปัญหาในประเทศเขตร้อนคืออุณหภูมิสูงเกินไป ทำให้รากพืชบางส่วนถูกทำลายเนื่องจากความร้อนและการขาดออกซิเจน เมื่ออุณหภูมิสูงรากพืชต้องการออกซิเจนมากขึ้น แต่การละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจริญเติบโต การดูดน้ำและธาตุอาหารของรากจึงลดลง นอกจากนี้ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส พืชไม่สามารถดูดธาตุอาหารบางชนิดไปใช้ประโยชน์ได้ โดยเฉพาะ K , Fe และ Mn ดังนั้นควรรักษาอุณหภูมิของรากพืชที่ 25 องศาเซลเซียส และเลือกระบบที่เหมาะสมต่อสภาพภูมิอากาศด้วย

2. รูปแบบโรงเรือน

ควรออกแบบให้มีการถ่ายเทอากาศดี อุณหภูมิไม่สูงเกินไป สามารถป้องกันฝนหนัก มีความเข้มแสงพอเหมาะและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนไม่ควรต่ำกว่า 50 % เพื่อให้เหมาะแก่การเจริญเติบโตทางลำต้นและระบบราก (อุณหภูมิในสารละลาย)

3. ระบบที่ใช้ในการผลิต

การคัดเลือกระบบให้เหมาะสมกับชนิดของพืช เหมาะกับสภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้การผลิตประสบความสำเร็จ

4. สูตรอาหาร

ปัจจุบันมีการนำสูตรอาหารที่ใช้ได้ดีในต่างประเทศมาเป็นพื้นฐานทางด้านการผลิต แต่เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก จึงไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ผู้ปลูกควรคัดเลือกและปรับปรุงสูตรปุ๋ยให้เหมาะกับชนิดพืชและสภาพภูมิอากาศในประเทศ นอกจากนี้ควรปรับค่า ความเป็นกรด เป็นด่างของสารละลายให้อยู่ในช่วง 5.8 –6.2 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูกด้วย

5. ชนิดและพันธุ์พืช

การตอบสนองของชนิดและพันธุ์พืชที่มีต่อการปลูกและสูตรอาหารในช่วงอายุและฤดูกาลต่าง ๆ มีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก จึงต้องมีการคัดเลือกหาชนิดและพันธุ์พืชที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและมีความแน่นอนในการดำเนินธุรกิจ

6. ตลาด

การตลาดเป็นสิ่งสำคัญในการผลิตพืชเพื่อการค้า การศึกษาด้านการตลาดก่อนเริ่มการผลิตจะช่วยให้สามารถคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนทั้งระยะสั้นและระยะยาว ทั้งนี้เพื่อให้สามารถแข่งขันในเชิงธุรกิจทั้งในประเทศและต่างประเทศได้

<u>เทคนิคการปลูกพืชไม่ใช้ดินแบบ Nutrient Film Technique (NFT)</u>

ระบบ NFT ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย CooPer (1975) โดยที่ว่าระบบ NFT เป็นระบบใหม่ของการให้น้ำหรือสารละลายธาตุอาหารโดยลักษณะเป็นลำธารบาง ๆ โดยที่สารละลายไหลไปตามความลาดของราง รูปร่างของรากพืชมีปริมาณมากหรือน้อยนั้น จะแผ่ไปตามพื้นที่ของราง พืชที่ยังอ่อนได้เพาะไว้ในกระบะเพาะหรือกระถางเพาะจนสามารถตั้งต้วได้ รากเจริญออกมาในสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างรวดเร็ว อัตราสูงสุดของพื้นที่ผิวของสารละลายช่วยให้มีการแลกเปลี่ยนอากาศได้ดี (M.Schawrz, 1994)

ระบบ NFT เป็นการใช้สารละลายธาตุอาหารไหลเวียนกลับเป็นลักษณะลำธารบาง ๆ เหนือรากจัดให้มีการแลกเปลี่ยนอากาศ น้ำ ธาตุอาหารเพียงพอ สารละลายถูกปั๊มไปยังต้นรางและไหลไปตามความลาดเทกลับลงถังเก็บซึ่งอยู่ใต้ดิน ในขณะที่พืชหายใจ น้ำและธาตุอาหารถูกเพิ่มให้อยู่ในระดับที่เป็นประโยชน์ (Selwyn , 1991)

ระบบ NFT การปลูกแบบนี้เป็นการปลูกพืชโดยใช้รากแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง สารละลายธาตุอาหารจะไหลเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ (หนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร) ในรางปลูกพืชกว้างตั้งแต่ 5-35 ซม. สูงประมาณ 5 ซม. ความกว้างของรางขึ้นอยู่กับชนิดพืชที่ปลูก ความยาวของรางตั้งแต่ 5-20 เมตร การไหลของสารละลาย อาจเป็นแบบต่อเนื่องหรือแบบสลับก็ได้ โดยทั่วไปสารละลายจะไหลแบบต่อเนื่อง อัตราการไหลอยู่ในช่วง 1-2 ลิตร / นาที / ราง รางอาจทำจากแผ่นพลาสติก 2 หน้า ขาวและดำ หนา 80 – 200 ไมครอน หรือจากพีวีซีขึ้นรูปเป็นรางสำเร็จรูป ทำจากโลหะ เช่น สังกะสีหรืออะลูมิเนียม และบุภายในด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารละลายโดยจะมีปั๊มดูดสารละลายให้ไหลผ่านรางและรากพืชแล้วเวียนกลับมายังถังเก็บสารละลาย (อิทธิสุนทร ,2543)

วัสดุปลูกที่ใช้เพาะกล้า

หน้าที่ของวัสดุปลูก คือ เป็นที่อยู่ของรากซึ่งจะอยู่ร่วมกับสารละลายธาตุอาหารและอากาศ วัสดุปลูกต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

คุณสมบัติของวัสดุปลูกที่ใช้ในการทดลอง

ใยหิน (Rock wool)

แหล่งกำเนิด เป็นวัสดุที่ผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม โดยการหลอมหินภูเขาไฟและทำเป็นเส้นใยแล้วผสมด้วย เลซิน 4-5 % โดยน้ำหนักเพื่อทำให้อ่อนตัวและผสมด้วยน้ำมันชนิดพิเศษเพื่อให้มีคุณสมบัติเกาะน้ำได้ ใยหินขณะใช้เป็นวัสดุปลูกจะปล่อย Ca ออกมาในสารละลายได้เล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์

- pH 7-9.5
- คุณสมบัติในการอุ้มน้ำโดยเฉลี่ย 70-80% โดยปริมาตรขึ้นอยู่กับระดับความสูงจากผิวน้ำ (94% ที่ระดับผิวน้ำและ 82% ที่ระดับความสูงจากผิวน้ำ 5 ซม.
- คุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนประจุไม่มี
- ความหนาแน่นรวมเมื่อแห้ง 0.08
- ความพรุน 95%
- ความคงทนของโครงสร้างไม่ดี
- ปริมาณอากาศหลังจากทำให้ชุ่มน้ำและปล่อยให้น้ำส่วนเกินไหลออก 6%

ลักษณะการนำไปใช้ แผ่นใยหินที่ขายจะมีหลายขนาดขึ้นกับชนิดของพืชที่จะปลูกโดยทั่วไปจะมีขนาดกว้าง * ยาว * สูง 20*100*75 ซม.และจะหุ้มด้วยพลาสติก 2 หน้า (ดำและขาว โดยหุ้มให้ด้านขาวอยู่ด้านนอก) นอกจากนั้นยังทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยมขนาดเล็กเพื่อใช้เพาะกล้า เช่น ขนาด 5*5*5 ซม.

อายุการใช้งาน สามารถปลูกได้เพียง 2-6 ครั้ง

ข้อดี
- เป็นวัสดุที่มีการระบายน้ำและอากาศดีที่สุด
- การใช้งานง่าย น้ำหนักเบา
- ฆ่าเชื้อโรคและแมลงได้ง่าย

ข้อเสีย
- ราคาแพง
- แผ่นใยหินมีราคาแพงและมีปริมาตรน้อย ดังนั้นจึงมีที่สำหรับเก็บกักสารละลายธาตุอาหารและรากพืชมีน้อย

การควบคุมค่า pH ของสารละลาย

<u>การเปลี่ยนค่า pH ของสารละลายในระหว่างการปลูกพืช</u>

ค่า pH ของสารละลายที่เหมาะสมของพืชทั่ว ๆ ไปควรอยู่ในช่วง 5.5-6 เมื่อ pH สารละลายต่ำกว่า 4 จะเป็นอันตรายต่อรากพืช ในทางกลับกันถ้า pH สูงกว่า 7 ติดต่อกันเป็นเวลา2 วัน จะทำให้การดูดใช้ฟอสฟอรัส เหล็กและแมงกานีสไม่ปกติ เมื่อเตรียมสารละลายใหม่จะปรับค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pH = 6 แต่เมื่อเวลาผ่านไปค่า pH ของสารละลายจะสูงขึ้นเนื่องจากในช่วงการเจริญเติบโตทางใบและลำต้น (Vegetative growth) พืชจะมีการดูดใช้ NO^-_3 เป็นส่วนใหญ่ (ดูดใช้ Anion มากกว่า Cation) ดังนั้นก็จะปลดปล่อย HCO^-_3 ออกมาจำนวนเท่ากันมีผลให้ pH ของสารละลายเพิ่มขึ้น

ดังนั้นการตรวจสอบค่า pH ต้องทำการวัดค่า pH ของสารละลายอยู่ตลอดเวลาและปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วง 5.8-6 โดยใช้กรดไนตริก หรือกรดฟอสฟอริก การใช้กรดทั้ง 2 ชนิดนี้ ปรับค่า pH ก็จะเป็นการเติม N และ P ให้สารละลายด้วย โดยเฉพาะเมื่อใช้ H_3PO_4 เป็นการเติม P ให้สารละลายจนอาจมีปริมาณมากเกินไป

และเมื่อพิจารณาถึงการเพิ่มขึ้นของ pH อย่างต่อเนื่องซึ่งเป็นผลจากการเจริญเติบโตในช่วง Vegetative growth ซึ่ง pH จะมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากพืชปล่อยอนุมูลไบคาร์บอเนตออกมาทำให้เราไม่สามารถควบคุมค่า pH ให้คงที่ได้ เราสามารถปรับค่า pH ได้โดยการเพิ่มปริมาณ NH^+_4 ลงในสารละลายธาตุอาหารเมื่อมีอนุมูล NH^+_4 อยู่ในสารละลายพืชจะมีการดูดใช้ NH^+_4 ซึ่งเป็น Cation รากก็จะปล่อย H^+ ออกมาในสารละลาย ทำให้สารละลายมีการเปลี่ยนแปลงค่า pH น้อยลง จากการทดลองของ Byoung and Chiwon (1996) ได้ทำการปลูกพืชในระบบไฮโดรโพนิกส์ ของ *Ageratum houstoniamum* (แอมโมเนียม – Tolerant) และ *Salvia splendens* (แอมโมเนียม – Sensitive) ที่ใช้เวลา 216 ชม.ในการทดสอบค่า pH ของสารละลายไฮโดรโพนิกส์ (เริ่มต้น 6.50) Treatment ที่มี NH^+_4 หรือ NH^+_4 + NO^-_3 ทำให้ค่า pH ลดต่ำลงอย่างมาก (3.08) ซึ่งในทางตรงข้ามกันในสารละลายที่มีเฉพาะ NO^-_3 อย่างเดียวจะมีค่า pH 7.74

ผลการดูดใช้แอมโมเนียมและไนเตรดของ *Arabica coffee* ในสารละลายธาตุอาหาร อัตราการดูดใช้ของแอมโมเนียมเพิ่มขึ้นที่ pH 7.25 ส่วนอัตราการดูดใช้ของไนเตรดไม่มีผลต่อค่า pH ของสารละลายอัตราการดูดใช้ของ NO^-_3 และ NH^+_4 มีความผันแปรเล็กน้อยที่ค่า pH (4.25-5.75) มีค่าประมาณ 2.31 และ 2.28 mmolg-1FWh^{-1} ตามลำดับ (Philippe และคณะ,1998)

Cox and Reisenauer (1973) พบว่าแม้จะมีการให้ NO^-_3 ในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นแต่การที่จะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดียังต้องอาศัย NH^+_4 ในสารละลายธาตุอาหาร Below and Heberer ได้สรุปว่าการปลูกพืชใน Hydroponic การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของ commom wheat กับ durum wheat จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการผสมธาตุอาหารไนโตรเจนคือ NH^+_4 + NO^-_3 จะช่วยเพิ่มผลผลิตดีกว่าใช้อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว

Bock (1987) ทำการศึกษาใน Greenhouse โดยให้ไนโตรเจนในรูปของ NO^-_3 และ urea + nitrapyrin พบว่าผลผลิตจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราของไนโตรเจนโดยให้ NO^-_3 จำนวน 25 gpot^{-1} ให้ urea + nitrapyrin 30 gpot^{-1} การศึกษาของ Camberato และ Bock (1990a,1990b) พบว่ากระถางที่ใส่ NO^-_3 อย่างเดียวจะให้ผลผลิตน้อยกว่ากระถางที่มี urea + nitrapyrin โดยที่ nitrapyrin เป็นตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยับยั้งกระบวนการ nitrification ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิตและช่วยเพิ่มการแตกกอของข้าวสาลีในระยะเริ่มต้น

แต่อย่างไรก็ตามต้องไม่เพิ่มปริมาณความเข้มข้นของอนุมูล NH^+_4 เกินกว่า 10% เพราะความเข้มข้นของ NH^+_4 สูง ๆ เป็นอันตรายต่อพืช

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ระบบให้สารละลายธาตุอาหารพืช มีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้
   - ปั๊มน้ำตู้ปลา จำนวน 3 ตัว
   - ถังพลาสติกบรรจุสารละลาย ขนาด 200 ลิตร จำนวน 3 ถัง
   - ท่อ PVC
   - ท่อ PE
   - สายไฟ
   - รางพลาสติกสีขาวเจาะรู ความยาว 6 เมตร จำนวน 9 ราง
   - โครงเหล็กสำหรับวางราง
   - กาวซิลิโคน
2. วัสดุปลูกที่ใช้ในกรเพาะกล้า
   - Rock wool
3. pH meter
4. EC meter
5. เครื่องวัดคลอโรฟิลล์
6. เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ
7. กระบะเพาะเมล็ด, เชือกฟาง
8. สารเคมีที่ใช้ในสูตรสารละลายธาตุอาหาร

วิธีการ

เริ่มทำการทดลองวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2543 ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. การเตรียมระบบ
   1.1. นำโครงเหล็กสำเร็จรูปมาต่อเป็นโต๊ะที่มีความยาว 6 เมตร กว้าง 1 เมตร (3 ชุด) โดยให้มีความลาดเทเท่ากับ 2 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2. วางรางพลาสติกซึ่งเจาะรูเป็นหลุม สำหรับใส่ต้นกล้า จำนวน 17 หลุมต่อ 1 ราง 1 โต๊ะ มี 3 ราง (17 x 3 = 51 หลุม) มีทั้งหมด 3 โต๊ะ

1.3. นำรางที่ยังไม่ได้เจาะรูมาตัดเป็นท่อน ท่อนละ 1 เมตร แล้วเจาะช่อง 3 ช่องเพื่อให้ปลายรางสอดเข้าได้ และเจาะรูด้านใต้เพื่อนำท่อพีวีซีมาต่อเป็นท่อน้ำทิ้งกลับลงถังสารละลาย ปิดด้านข้างด้วยฝาครอบราง แล้วทากาวซิลิโคนเพื่อกันรั่ว (ทำเหมือนกันทั้ง 3 โต๊ะ)

1.4. ติดตั้งปั๊มในถังสารละลายแต่ละถังเพื่อปั๊มน้ำจากถังให้ไหลไปตามท่อ- พีวีซีไปยังต้นราง เจาะรูด้านข้างถังสารละลายเพื่อรับน้ำกลับ

2. การเพาะกล้า

2.1. นำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศวางลงในจานที่รองด้วยกระดาษทิชชูที่ชุ่มน้ำจากนั้นนำกระดาษทิชชูปิดครอบด้านบนอีกที ทิ้งไว้ 3 – 4 วันมะเขือเทศก็จะเริ่มงอก

2.2. เตรียมก้อน Rock wool ขนาด 2 * 2.5 นิ้ว แช่น้ำไว้ 2 คืน จากนั้นนำต้นมะเขือเทศที่งอกแล้วมาใส่ในก้อน Rock wool แล้วนำไปวางไว้ในกระบะเพาะ

2.3. เมื่อมะเขือเทศที่เพาะไว้เริ่มแตกใบจริงก็เริ่มให้สารละลายธาตุอาหารพืชโดยระยะแรกๆ จะให้สารละลายที่มีConductivity ประมาณ 1.2 pH 5.8 เลี้ยงไปประมาณ 3 – 4 สัปดาห์

3. การปลูก

3.1. ย้ายต้นมะเขือเทศไปลงในรางที่เตรียมไว้

3.2. ต้นมะเขือเทศจะถูกเลี้ยงโดยใช้สารละลายที่มี EC 2 pH 5.8 – 6

3.3. เมื่อลำต้นเริ่มโตขึ้นใช้เชือกโยงมะเขือเทศเพื่อช่วยพยุงลำต้นไม้ให้ล้ม

4. การบันทึกข้อมูล

4.1. การบันทึกข้อมูลระหว่างปลูก

- วัดค่าpH, EC และ อุณหภูมิในถังสารละลายทุกวันเว้นวัน
- วัดค่าคลอโรฟิลล์ก่อนเก็บผลทุกต้น
- เก็บตัวอย่างสารละลาย (ก่อนผสมสารละลายใหม่) เพื่อนำไปวิเคราะห์หา NH_3, NO_3^-, P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2. ข้อมูลหลังการปลูก

- ชั่งน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง
- นับปริมาณผล
- วิเคราะห์สารละลายเพื่อหา NH_3 , NO_3^- , P
- วิเคราะห์ต้นพืชเพื่อหา N , P , K , Ca , Mg , Na , Zn , Cu , Mn และ Fe

5. การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

- ตารางที่ 1 สูตรสารละลายแต่ละTreatment จะแตกต่างกันที่ธาตุอาหารหลัก ส่วนธาตุอาหารรองจะเหมือนกัน เพราะฉะนั้นจะนำเสนอแต่ธาตุอาหารหลักเท่านั้น (millimol / litre)

ธาตุอาหาร	Treatment		
	0 : 100	5 : 95	10 : 90
NO_3	11.95	11.35	10.75
H_2PO_4	1.25	1.25	1.25
SO_4	1.50	1.50	1.50
NH_4	0.00	0.60	1.20
K	6.50	6.50	6.50
Ca	2.75	2.75	2.75
Mg	1.00	1.00	1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตารางที่ 2 แสดงสูตรสารละลายแต่ละ Treatment เป็นน้ำหนักปุ๋ย ธาตุอาหารหลักหน่วยเป็น Kg. ธาตุอาหารรองหน่วยเป็น g. ละลายน้ำ 10 ลิตร

stock	ปุ๋ย	Treatment		
		0 : 100	5 : 95	10 : 90
A	$Ca(NO_3)_2$	1.188	1.080	1.083
	KNO_3	0.595	0.590	0.528
	Fe - EDTA	0.033	0.033	0.033
B	KNO_3	0.595	0.590	0.528
	$NH_4H_2PO_4$	0.000	0.138	0.276
	KH_2PO_4	0.340	0.177	0.014
	K_2SO_4	0.000	0.000	0.215
	$MgSO_4 . 7 H_2O$	0.542	0.493	0.494
	$ZnSO_4$	2.275	2.275	2.275
	$CuSO_4$	0.254	0.254	0.254
	$MnSO_4$	8.594	8.594	8.594
	H_3BO_3	3.823	3.823	3.823
	$(NH_4)_2MoO_4$	0.240	0.240	0.240

(ที่มา : อิทธิสุนทร, 2543)

- การทำ stock สารละลายธาตุอาหารเข้มข้น

นำ stock A ชั่งมาตามที่กำหนดในแต่ละ treatment

นำ stock B ชั่งมาตามที่กำหนดในแต่ละ treatment

นำ stock A และ stock B แต่ละ treatment มาผสมรวมกันและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 10 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิธีการผสมสารละลายธาตุอาหาร

นำ stock A และ stock B ในอัตราส่วน 1 : 1 ผสมลงในน้ำ Reverse Osmosis (RO) ให้ได้ค่า EC เท่ากับ 1.2 mS/cm. และปรับค่า pH ด้วยกรดไนตริก (HNO_3) เจือจาง 1 : 1 โดยปรับค่า pH ให้ได้ค่าประมาณ 5.8

6. การวางแผนการศึกษา

- ทำการทดลองแบบแฟคทอเรียล โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized design (CRD)

- มีตำรับการทดลอง 3 ตำรับ, ตำรับละ 3 ซ้ำ

Treatment ที่ 1 NH_4^+ 0 %

Treatment ที่ 2 NH_4^+ 5 %

Treatment ที่ 3 NH_4^+ 10%

- มี sub treatment 3 sub คือ

1. ไม่ฉีดปุ๋ยปลา
2. ฉีดปุ๋ยปลา
3. ฉีดปุ๋ยปลาที่เพิ่มฟอสฟอรัส

7. สถานที่ทำการทดลอง

ดาดฟ้าชั้น 5 อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

8. ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

1 กรกฎาคม พ.ศ. 2543 ถึง 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้ปุ๋ยทางใบ (foliar application) เป็นการฉีดพ่นปุ๋ยที่ละลายน้ำได้ง่าย ให้เป็นละอองน้ำจับที่ใบหรือลำต้นพืช ซึ่งธาตุอาหารที่ฉีดให้ จะสามารถเข้าสู่พืชได้อย่างรวดเร็ว ในการทดลองนี้ได้ทดสอบประสิทธิภาพการให้ปุ๋ยทางใบ โดยใช้ปุ๋ยปลาซึ่งเป็นการนำเศษวัสดุที่เหลือจากโรงงานมาทำการผลิตปุ๋ย โดยวางแผนการทดลองเป็นดังนี้

1. ไม่ฉีดปุ๋ยปลา
2. ฉีดปุ๋ยปลา
3. ฉีดปุ๋ยปลาที่เพิ่มฟอสฟอรัส

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการให้ปุ๋ยทางใบที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) เป็นผักที่ใช้ผลเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมสูง และปลูกกันอย่างกว้างขวางไปทั่วโลก มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศเม็กซิโก เนื่องจากผลมะเขือเทศมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะวิตามินเอ วิตามินซี และใช้ประโยชน์ได้มากมายในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น น้ำมะเขือเทศ ซอสมะเขือเทศ และมะเขือเทศผง

1. ภูมิอากาศ

มะเขือเทศเป็นพืชเขตกึ่งร้อน และต้องการฤดูกาลที่ค่อนข้างยาวในการที่จะผลิตพืชให้มีกำไร มะเขือเทศเป็นพืชที่อ่อนแอต่อน้ำค้าง อุณหภูมิสูง และความชื้นสูงจะพัฒนาโรคที่เกี่ยวกับใบ ลมแห้งเป็นผลให้ดอกร่วง Hammer et al. (1945) แสดงให้เห็นว่าความเข้มของแสงเป็นปัจจัยที่สำคัญมากสำหรับการสร้างวิตามินซีในผลมะเขือเทศ ภายใต้ความเข้มของแสงต่ำ วิตามินซี จะต่ำมากกว่าในความเข้มของแสงสูง Ellis and Hamner (1943)แสดงให้เห็นว่าปริมาณแคโรทีนของผลมะเขือเทศเมื่อผลิตในโรงเรือนจะลดลงต่ำกว่าเมื่อผลิตกลางแจ้ง ปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้น ที่มีอิทธิพลอย่างเห็นได้ชัดในขบวนการติดผลของมะเขือเทศ และในเวลาต่อมาก็จะพัฒนาผลและผลผลิต (Calvart 1956; Sugiyama, 1962; Coyne, 1968; Kemp, 1968; Abdel – feez , 1971; Kinet, 1977)

Nightingale et al. (1928). ลงความเห็นว่าช่วงของการให้แสงสว่างประจำวันกับการให้ไนเตรทที่ผันแปรกระทบอย่างเด่นชัดในปรากฏการณ์ของการสืบพันธุ์มนมะเขือเทศ พืชจะเจริญเติบโตภายใต้ช่วงเวลา 7 ชั่วโมงต่อวัน กับไนเตรทในสารละลายอาหาร จะทำให้มีกิ่งก้านยาว และไม่ติดผลในขณะที่การให้แสง 14 ชั่วโมงต่อวันจะติดผลอย่างมาก ภายใต้วันสั้นที่ไม่มีไนเตรท พืชสร้างดอกได้อย่างมากแต่จะไม่ติดผล ภายใต้สภาพวันยาวที่ปราศจากไนเตรทจะไม่มีดอกและไม่ติดผล Watt (1931) แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีผลคล้ายๆ ช่วงแสง เขารายงานว่าการเพิ่มอุณหภูมิจาก 15.5 – 21.5 °ซ. ได้รับผลเช่นเดียวกับการเพิ่มระยะของช่วงแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิมีผลกระทบอย่างเด่นชัดต่อการติดผลในมะเขือเทศซึ่งเป็นที่ทราบกันดี แม้ว่ามะเขือเทศจะสามารถเจริญเติบโตได้ในภาวะอุณหภูมิที่แตกต่างกันอย่างมาก การติดผลก็จะติดผลได้น้อยเมื่ออยู่มลภาวะอุณหภูมิค้อนข้างต่ำหรือสูง Watt (1931) พบว่าการติดผลที่อุณหภูมิ 24 °ซ. จะติดผลได้มากกว่า 16 °ซ. Went (1945) และ Went and Cosper (1945) รายงานว่าปัจจัยวิกฤติในการติดผล คือ อุณหภูมิกลางคืน อุณหภูมิระยะที่ดีที่สุด คือ 15 – 20 °ซ. มะเขือเทศจะไม่ติดผลที่อุณหภูมิ 13 °ซ. หรือต่ำกว่า เมื่อเฉลี่ยอุณหภูมิกลางวันสูงกว่า 30 °ซ. และอุณหภูมิเฉลี่ยกลางคืนประมาณ 21 °ซ. การติดผลจะต่ำ (Moore and Thomas, 1952) ความเข้มของแสงสูงตามด้วยอุณหภูมิสูงจะเป็นอันตรายต่อการติดผล การลดความเข้มของแสงด้วยการพรางแสงเพิ่มการติดผลอย่างมีนัยสำคัญที่อุณหภูมิสูง แต่เมื่ออุณหภูมิอยู่ในระยะที่ดีที่สุด การลดความเข้มของแสงจะไม่มีผลการทบที่เป็นประโยชน์ Schaible (1962) สังเกตว่าการติดผลปกติจะไม่ค่อยดี เมื่ออุณหภูมิกลางคืนเกินกว่า 23 °ซ. Howlett (1962) ชี้ให้เห็นว่าทั้งอุณหภูมิกลางคืน และกลางวันเป็นปัจจัยสำคัญในการจำกัดการติดผล Sugiyama (1962) เชื่อว่าการติดผล และผลผลิตไม่ดีเนื่องมาจากอุณหภูมิกลางวันสูง ระยะอุณหภูมิระหว่าง 30 – 45 °ซ. เป็นสาเหตุให้ลดการติดผลการติดผลอย่างเห็นได้ชัด

2. ผลกระทบของแร่ธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของผล

แร่ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีอิทธิพลต่อมะเขือเทศในหลายๆ ทาง ไนโตรเจนส่งเสริมการเจริญเติบโต การออกดอก และการติดผล แต่ถ้าไนโตรเจนมากเกินไปก็จะทำให้การแก่ของผลล่าช้า และขนาดของผลลดลง Rajgopal and Rao (1974) พบว่าพืชที่ขาดไนโตรเจนจะมีออกซินภายในพืชระดับต่ำ และลดกิจกรรมของจิบเบอเรลินลง การเกิดโรคเน่าอย่างรุนแรง จะลดลงด้วยการเพิ่มไนโตรเจน แต่โรคปลายดอกเน่าเพิ่มขึ้นด้วยการเพิ่มไนโตรเจน สำหรับไนโตรเจนที่พอดีเพิ่มคุณภาพของผล ขนาดของผล คุณภาพการเก็บรักษา สี และรสชาติ และกรดจะเพิ่มขึ้น ด้วยการที่มีไนโตรเจนที่มากเกินไป (Sharma, 1971)

ระดับสูงของฟอสฟอรัสตลอดเขตรากอาหารเป็นความจำเป็นในการพัฒนารากอย่างรวดเร็วและการใช้ประโยชน์ได้อย่างดีของน้ำและแร่ธาตุอาหารอื่นสำหรับพืช ฟอสฟอรัสมีผลกระทบอย่างเด่นชัดต่อจำนวนดอกที่พัฒนา ฟอสฟอรัสยังกระทบต่อกิจกรรมไซโตไคนิน ฟอสฟอรัสร่วมกับไนโตรเจน และโพแทสเซียม จะปรับปรุงสีเปลือก รสชาติ ความแข็งของเนื้อผล และปริมาณของวิตามินซี เร่งการแก่ของผล (Su, 1974) พืชขาดโพแทสเซียมปกติจะมีใบสีเขียวเข้ม ด้วยข้อปล้องสั้น ในกรณีที่ขาด โพแทสเซียมมากขอบใบจะแห้งตาย การขาดโพแทสเซียมยังกระทบต่อขนาดและคุณภาพของผล โพแทสเซียมมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขนาดของผล และแก้ไขความผิดปกติหลายอย่าง เช่น การสุกของผลที่เป็นแผล ไส้สีน้ำตาล เปลือกขาว เปลือกเทา (Hayslip and lley, 1967) Ozbun et al. (1967) แสดงให้เห็นว่าการสุกของผลที่เป็นแผลเป็นสาเหตุมาจากการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รับ K ในระดับต่ำ การเพิ่มระดับของ K จะช่วยลดการเกิดผลรูปร่างผิดปกติ (Gallagher, 1972) ตามรายงานของ Trudal and Ozbun (1970) K แสดงบทบาทที่สำคัญ ในกระบวนการสร้างเม็ดสีของผลมะเขือเทศระดับของโพแทสเซียมมีอิทธิพลต่อการเผาผลาญกรดของมะเขือเทศ ผลจากพืชที่ขาดโพแทสเซียมจะมีปริมาณเนื้อที่ละลายน้ำได้ น้ำตาล กรด แคโรทีน และไลโคเพนต่ำ

ในบรรดาธาตุอาหารที่พืชต้องการน้อย โบรอน สังกะสี และแมงกานีส สมควรจะได้รับการเอาใจใส่เป็นพิเศษ ความสัมพันธ์เชิงบวก ได้สังเกตระหว่างโบรอนและจำนวนดอก จำนวนดอกผสมเกสรที่ตายและน้ำหนักผล เป็นสาเหตุให้ลดการเจริญเติบโตของราก การขยายขนาดของส่วนใต้ใบเลี้ยง และใบเลี้ยง ใบแตกง่าย และการตายของปลายยอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40020

ผลการทดลอง

1. ค่า pH และ EC ของสารละลายธาตุอาหาร

จากผลการทดลองโดยทำการวัดค่า pH และ EC ทุกวันเว้นวัน พบว่าค่า pH มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย treatment 10:90 นั้นสามารถควบคุมค่า pH ได้ดีที่สุด (6.10a) รองลงมาคือ 5:95 (6.34b) และสุดท้ายคือ 0:100 (6.55c) ไม่สามารถควบคุมค่า pH ได้

ในช่วงแรก ค่า pHจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในทุก ๆ treatment (ตารางภาคผนวกที่ 3,กราฟภาคผนวกที่ 1) ในช่วงที่ 2 พบว่า การเพิ่มขึ้นของค่า pH จะเริ่มลดลงอย่างเห็นได้ชัดใน treatment 5:95 และ 10:90 (ตารางภาคผนวกที่ 4 ,กราฟภาคผนวกที่ 2) ในช่วงที่ 3 พบว่าสามารถควบคุมค่า pH ให้ลดลงได้ดีในช่วงแรก และหลังจากนั้นจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น (ตารางภาคผนวกที่ 5,6,7,8,9 และ10) กราฟภาคผนวกที่ 3,4,5,6,7 และ 8) ในช่วงที่ 4 พบว่า ค่า pH จะเพิ่มขึ้นในทุก ๆ treatment ตลอดทั้งช่วง (ตารางภาคผนวกที่ 11 , กราฟภาคผนวกที่ 9) และในช่วงสุดท้าย ค่า pH จะลดลง กล่าวคือ ค่าจะเพิ่มสูงขึ้นจากระดับค่า pH ที่ปรับไว้ ไม่มากนัก (ตารางภาคผนวกที่ 12, กราฟภาคผนวกที่ 10)

ส่วนค่า EC พบว่า ในช่วงการทดลองไม่มีความแตกต่างกันมากนัก คือจะเพิ่มมากขึ้นหรือลดลงเพียงเล็กน้อย จากค่า EC ที่ปรับไว้ให้เหมาะสมกับช่วงการเจริญเติบโตของพืช

2. อุณหภูมิในถังสารละลายธาตุอาหาร

จากผลการทดลอง ทำการวัดค่าอุณหภูมิ โดยทำการวัดค่าวันเว้นวัน พบว่า ตลอดช่วงอายุการเจริญเติบโตของพืชไม่มีความแตกต่างกันมากนัก จากการสังเกต พบว่า ในแต่ละวันที่ทำการวัดอุณหภูมิใน treatment 5:95 และ 10:90 จะมีอุณหภูมิสูงกว่า treatment 0:100 แต่สูงกว่าเพียงเล็กน้อย โดยอุณหภูมิที่นั้นจะกระจายอยู่ในช่วง 27.0-32.0 ^{0}C (ตารางภาคผนวกที่ 10,11 และ 12)

3. น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง แยกก้าน –ใบ

ทำการสุ่มมา treatment ละ 9 ต้น โดยทำการชั่งน้ำหนักสด-แห้ง แยกก้าน-ใบ

น้ำหนักสด(ใบ) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ตำรับที่มีค่าสูงมากที่สุด คือ treatment ที่มีค่า NH_4^+ 10:90 และมีการให้ปุ๋ยปลา (81.126a g.) มีแนวโน้มเป็นไปในลักษณะที่ว่า treatment 5:95 และ 10:90 นั้นจะมีน้ำหนักสดเฉลี่ยมากกว่า treatment 0:100 และตำรับที่ทำการฉีดปุ๋ยปลา และปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส ก็ให้ค่ามากกว่า ตำรับที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลาเลย(ตารางภาคผนวกที่ 13, กราฟภาคผนวกที่ 11)

น้ำหนักแห้ง(ใบ) จากการวิเคราะห์พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ตำรับที่มีค่าสูงมากที่สุด คือ treatment 10:90 และมีการให้ปุ๋ยปลา (21.253a g.) รองลงมาคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

treatment 10:90 และมีการให้ปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส (19.616a g.)(ตารางภาคผนวกที่ 13, กราฟภาคผนวกที่ 11)

น้ำหนักสด(ก้าน) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ตำรับที่มีค่าสูงมากที่สุด คือ treatment 10:90 และไม่มีการให้ปุ๋ยปลา (263.89a g.) รองลงมาคือ treatment 10:90 และมีการให้ปุ๋ยปลา (262.07a g.) และ treatment 10:90, ให้ปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส (254.83a g.) ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 13, กราฟภาคผนวกที่ 11)

น้ำหนักแห้ง(ก้าน) จากการวิเคราะห์พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ตำรับที่มีน้ำหนักแห้ง(ก้าน) มากที่สุด คือ treatment 5:95 และมีการให้ปุ๋ยปลา (66.58a g.) รองลงมาคือ treatment 10:90 และไม่มีการให้ปุ๋ยปลา (66.05a g.) และ treatment 10:90, มีการให้ปุ๋ยปลา (58.89ab g.) (ตารางภาคผนวกที่ 13, กราฟภาคผนวกที่ 11)

4. น้ำหนักผลมะเขือเทศ

ทำการเก็บผลผลิตมะเขือเทศตลอดช่วงที่ทำการทดลองแล้วทำการบันทึกค่าไว้ พบว่า เมื่อพิจารณาแต่ละปัจจัยจะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ 2 ปัจจัยร่วมกัน จะเห็นได้ว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับที่มีน้ำหนักผลมากที่สุด คือ treatment 10:90 และมีการให้ปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส (315.83a g.) รองลงมาคือ treatment 10:90 และมีการให้ปุ๋ยปลา (251.89b g.) และตำรับที่มีน้ำหนักผลน้อยที่สุด คือ treatment 0:100 และมีการให้ปุ๋ยปลา (152.63c g.)

แนวโน้มในภาพรวมผลผลิตของมะเขือเทศ พบว่า sub-treatment ที่มีการให้ปุ๋ยปลา และปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส จะให้ผลผลิตได้ดีกว่าที่ไม่ทำการฉีดปุ๋ยปลา และ treatment ที่มีการเพิ่มความเข้มข้นของแอมโมเนียม คือ 10:90 และ 5:95 จะให้น้ำหนักสดของผลมะเขือเทศ มากกว่า treatment ที่ไม่เพิ่มความเข้มข้นแอมโมเนียม (ตารางภาคผนวกที่ 14, กราฟภาคผนวกที่ 12)

5. คลอโรฟิลล์

ทำการวัดค่าคลอโรฟิลล์ของพืชทุกต้น แล้วนำมาเฉลี่ยในแต่ละ treatment พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย ตำรับที่มีค่าการวัดคลอโรฟิลล์สูงที่สุด คือ treatment 10:90 ในตำรับทีมีการให้ปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส (52.25a) รองลงมาคือ treatment 5:95และมีการให้ปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส(51.38ab) ส่วนตำรับที่มีค่าต่ำที่สุด คือ treatment 5:95และไม่มีการให้ปุ๋ยปลา (46.9b) (ตารางภาคผนวกที่ 15, กราฟภาคผนวกที่ 13)

6. ค่าการวิเคราะห์หา N (NH_4^+ และNO_3^-) และ P ในถังสารละลาย

จากการนำตัวอย่างสารละลาย มาวิเคราะห์หา NH_4^+ และNO_3^- พบว่าค่าที่ได้ในช่วงอายุการเจริญเติบโตของพืช 30 วัน พบว่า ค่าที่ได้ใน treatment 10:90 จะมีค่ามากที่สุด รองลงมา คือ 5:95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 0:100 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าถูกต้องตามการวางแผนการทดลองที่ได้กำหนดเอาไว้ และพบว่า เมื่ออายุของพืชมากขึ้น ค่าของ NH_4^+ จะมีค่าลดลงเรื่อย ๆ (ตารางภาคผนวกที่ 16, กราฟภาคผนวกที่ 14) ส่วนค่า NO_3^- ในทุก ๆ treatment มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก นอกจากช่วงสุดท้ายของการทดลอง ที่จะเห็นว่า NO_3^- มีค่าลดลงมากอย่างเห็นได้ชัด (ตารางภาคผนวกที่ 16, กราฟภาคผนวกที่ 15)

ส่วนค่า P ในสารละลาย ในทุก ๆ treatment จะมีค่าของ P มากในช่วงแรกของการเจริญเติบโต หลังจากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงเรื่อย ๆ ไปจนถึงช่วงท้าย คือ เมื่อพืชอายุมากขึ้น (ตารางภาคผนวกที่ 17, กราฟภาคผนวกที่ 16)

7. ค่าการวิเคราะห์ปริมาณ N, P และ K ในพืช

จากการสุ่มใบพืชไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารหลักนั้น พบว่า ในส่วนของ% N มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ treatment 10:90 และมีการฉีดปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส จะมีค่าสูงที่สุด(3.026a) รองลงมาคือ 10:90 และไม่มีการให้ปุ๋ยปลา(2.88ab) และ 10:90 และมีการให้ปุ๋ยปลา(2.72abc)ตามลำดับ (% of dry matter) (ตารางภาคผนวกที่ 18, กราฟภาคผนวกที่ 17)

ในส่วนของ %P พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ treatment 10:90 และมีการฉีดปุ๋ยปลา มีค่า%P สูงที่สุด(0.46a) รองลงมา คือ treatment 10:90 , มีการฉีดปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส (0.42ab) และ treatment 5:95 ที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา(0.41ab) ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 19, กราฟภาคผนวกที่ 17)

ในส่วนของ %K พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ treatment 10:90 และมีการฉีดปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส มีค่า%K สูงที่สุด(2.97a) รองลงมา คือ treatment 10:90 , มีการฉีดปุ๋ยปลา(2.94a) และ treatment 5:95 ที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา(2.85ab) ตามลำดับ (% of dry matter) (ตารางภาคผนวกที่ 20, กราฟภาคผนวกที่ 17)

8. ค่าการวิเคราะห์ปริมาณ Ca และ Mgในพืช

ในส่วนของ %Ca พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า ตำรับที่มีการเพิ่ม NH_4^+ คือ 10:90 และ 5:95 จะมีปริมาณ Ca น้อยกว่า 0:100 ทั้งนี้เพราะค่า pH มีผลต่อ การดูดใช้แคลเซียมของพืช โดย treatmentที่มี %Ca สูงที่สุดคือ treatment 0 :100 และมีการฉีดปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส(1.466a) รองลงมา คือ treatment 0:100 , มีการฉีดปุ๋ยปลา(1.465a)และ treatment 0:100 ที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา(1.423ab) (ตารางภาคผนวกที่ 21, กราฟภาคผนวกที่ 18)

ในส่วนของ %Mg พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน โดย treatmentที่มี %Mg สูงที่สุดคือ treatment 0 :100.และมีการฉีดปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส(0.676a) รองลงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ treatment 0:100 , มีการฉีดปุ๋ยปลา(0.633ab)และ treatment 5:95 ที่ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา(0.623ab) (ตารางภาคผนวกที่ 22, กราฟภาคผนวกที่ 18)

9. ค่าวิเคราะห์ปริมาณ Zn, Fe, Mn และ Cu ในพืช

ค่าการวิเคราะห์ปริมาณ Zn พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ treatment 10:90 และมีการฉีดปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส มีค่าสูงที่สุด(30.593a) รองลงมา คือ treatment 10:90 , มีการฉีดปุ๋ยปลา(29.81a) และ treatment 5:95 ที่มีการฉีดปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส (29.07ab) ตามลำดับ (ppm dry matter) (ตารางภาคผนวกที่ 23, กราฟภาคผนวกที่ 19)

ค่าการวิเคราะห์ปริมาณ Fe พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ treatment 0:100 และมีการฉีดปุ๋ยปลา มีค่าสูงที่สุด(136.54a) รองลงมา คือ treatment 5:95 , มีการฉีดปุ๋ยปลา(132.30ab) และ treatment 0:100 ที่มีการฉีดปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส (130.58abc) ตามลำดับ (ppm dry matter) (ตารางภาคผนวกที่ 24, กราฟภาคผนวกที่ 19)

ค่าการวิเคราะห์ปริมาณ Mn พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ treatment 10:90 และมีการฉีดปุ๋ยปลา มีค่าสูงที่สุด(89.02a) รองลงมา คือ treatment 10:90 , ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา(81.94ab) และ treatment 10:90 ที่มีการฉีดปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส (79.07abc) ตามลำดับ (ppm dry matter) (ตารางภาคผนวกที่ 25, กราฟภาคผนวกที่ 19)

ค่าการวิเคราะห์ปริมาณ Cu พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ treatment 0:100 และมีการฉีดปุ๋ยปลา มีค่าสูงที่สุด(18.69a) รองลงมา คือ treatment 0:100 , ไม่มีการฉีดปุ๋ยปลา(15.93ab) และ treatment 0:100 ที่มีการฉีดปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส (15.60ab) ตามลำดับ (ppm dry matter) (ตารางภาคผนวกที่ 26, กราฟภาคผนวกที่ 19)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง ที่บันทึกค่า pH, EC และอุณหภูมิ ในถังสารละลายธาตุอาหารทุกวันเว้นวัน มีเฉพาะค่า pH อย่างเดียวที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ treatment ที่มี NH_4^+ เป็นองค์ประกอบ คือ treatment 5:95 และ 10:90 จะมีส่วนช่วยในการควบคุมค่า pH ไม่ให้สูงขึ้นได้ มากกว่า treatment ที่ไม่มี NH_4^+ เป็นองค์ประกอบ คือ treatment 0:100 ส่วนค่าอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความผันแปรของค่า EC บางช่วงมีค่าสูง เนื่องจากพืชมีการดูดใช้น้ำมากกว่าสารละลายธาตุอาหาร ทำให้ค่า EC เพิ่มสูงขึ้น ส่วนค่า Oxygen และอุณหภูมิ ก็ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศด้วย

ผลการวัดค่าคลอโรฟิลล์ในใบพืช พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเรียงลำดับ treatment ดังนี้ 10:90, 5:95 และ 0:100 ตามลำดับ พิจารณาใน sub-treatment ในตำรับที่มีการให้ปุ๋ยปลาสูตรเพิ่มฟอสฟอรัส มีค่าการวัดคลอโรฟิลล์มากที่สุด

น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และน้ำหนักผลผลิตที่เก็บได้ ก็มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ส่วนค่าการวิเคราะห์สารละลายธาตุอาหารพืช พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การวิเคราะห์หา NH_4^+ พบว่า ใน treatment 0:100 วิเคราะห์พบ NH_4^+ นี้อาจเป็นเพราะปุ๋ย $Ca(NO_3)_2$ มี NH_4^+ เป็นองค์ประกอบอยู่เล็กน้อย ส่วนค่า NO_3^- และ P ก็จะเพิ่มขึ้น หรือลดลงบ้าง เนื่องจากการดูดใช้ธาตุอาหารเหล่านั้น ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต

ค่าการวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช ก็มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับข้างต้น ยกเว้น การวิเคราะห์ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg)จะพบว่า ใน treatment ที่มีการเพิ่ม NH_4^+ เข้าไปเป็นองค์ประกอบ ปริมาณธาตุอาหารรองในพืชจะน้อยลง ทั้งนี้เพราะ ค่า pH มีผลต่อการดูดใช้ Ca, Mg

สรุปได้ว่า treatment ที่มี NH_4^+ เป็นองค์ประกอบ คือ 5:95 และ 10:90 จะสามารถช่วยควบคุมค่า pH ได้ดีกว่า 0:100 โดยเฉพาะ treatment 10 :90 แต่ว่ามีผลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารพืช ส่วนการทดลองประสิทธิภาพการให้ปุ๋ยทางใบ พบว่า ตำรับที่มีการให้ปุ๋ยปลา และให้ปุ๋ยปลาสูตรเพิ่ม P ได้ผลดีมากกว่า ในตำรับที่ไม่ฉีดปุ๋ยปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จตุรงค์ จันทร์สี่ทิศ. 2543. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม. (อินเตอร์เนต)

ถวัลย์ พัฒนาเสถียรพงศ์. 2534. ปลูกพืชไม่ใช้ดิน. กองวิเคราะห์ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน.6-7 น.

นภดล. 2538. การปลูกพืชไม่ใช้ดิน. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 5–8 น.

ดิเรก ทองอร่าม. 2543. เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตรการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเชิงธุรกิจในประเทศไทย. สำนักงานการศึกษาต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2538. เทคนิคการปลูกพืชไม่ใช้ดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2543. เอกสารประกอบการฝึกอบรมการปลูกพืชไม่ใช้ดิน รุ่นที่ 3. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Byoung Ryong Jeong and Chiwon W. Lee. 1996. Influence of Ammonium, Nitrate and Chloride on Solution pH and Ion Uptake by Ageratum and Salvia in Hydroponic Culture. Journal of Plant Nutrition. 19 (10 & 11) : 1343 – 1360

Calvert,T.1959.J.Hort.Sci.,34:154-62.

Elis, G.H. and K.C. Hamner. 1943. J. Nutr., 25 : 359 – 53.

Gallagher, P.A. 1972. Proc. Por. Glasshouse Conf. Dublin, pp.13 – 18 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Goos et al. 1999. Response of Spring Wheat tc Nitrogent Fertilizer of Different Nitrification Rates. Agronomy Journal, Vol.91 : 287 – 293

Hamner. K.C., L. Bernstein and L.A. Maynard. 1945. J. Nutr., 27 : 85 – 97.

Hayslip, N.C. and J.R. lley. 1967. Proc. Fla. Sta. Hort. Sci., 79 : 132 – 9.

Howlett. F. S. 1962. Proc. Plant Sci. Symp. Campbell Soup. Co., New Jersey, pp.59 – 64.

M. Schwarz. 1994. Soilless Culture Management. Jurusalem College of Technology. Israel : 66 – 73

Moore, E.L. and W.O. Thomas. 1952. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 60 : 289 – 94.

Nightingale, G.T., L.G. Schrmerhorn and W.R. Robbins. 1928. N. J. Bull., 461.

Philipp Vaast, Robert J. Zasoski and Caroline S. Bledsoe. 1998. Effects of Solution pH. Temperature, Nitrate/Ammonium Rations, and Inhibitors on Ammonium and Nitrate Uptake by Arabica coffee in Shor – Term Solution Culture. Journal of Plant Nutrition. 21 (7) : 1551 – 1564

Rajgopal, V. and I.M. Rao. 1974. Aust. J. Bot., 22 : 429 – 35.

Schaible, L.W. 1962. Proc.,Plant Sci. Symp. Campbell Soup, Co., New Jersey. pp. 89 – 98.

Selwyn Richardson, 1991. Hydroponics and Nutrient Film Culture. Fluid Fertilizer Science and Technology. Vol.10 : 66 – 73

Sharma, C.B. 1971. Indian. J. Hort., 28 : 228 – 33.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sharma, C.B. and H.S. Mann. 1971. Indian J. Hort., 29 : 228 – 33.

Su, N.R. 1974. Agron. Coop. Workshop Muscle School, Albama, 68.

Trudel, M.J. and J.L. Ozbun, J.L. 1970. J. Expt. Bot., 69 : 881 – 6.

Watt, V.M. 1931. Ark. Bull., 267.

Went, F.W. 1945. Amer. J. Bot., 32 : 469 – 79.

Went, F.W. and L. Cosper. 1945. Amer. J. Bot., 32 : 543 – 54.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงค่า pH, EC, Oxyenและอุณหภูมิในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 28/08/43-03/09/43

วันที่	Treatment	pH	EC(ms/cm)	อุณหภูมิ
28/8/43	T1	5.80	2.0	31.90
	T2	5.80	2.0	31.50
	T3	5.80	2.0	30.90
30/8/43	T1	5.80	1.8	31.00
	T2	5.80	1.9	31.40
	T3	5.80	1.9	31.00
1/9/43	T1	6.10	2.2	30.10
	T2	5.90	2.2	30.00
	T3	5.96	2.2	29.00
3/9/43	T1	6.28	2.2	30.50
	T2	6.06	2.2	30.40
	T3	5.98	2.3	29.00

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงค่า pH, EC, Oxyenและอุณหภูมิในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 05-11/09/43

วันที่	Treatment	pH	EC(ms/cm)	อุณหภูมิ
5/9/43	T1	6.34	2.0	28.90
	T2	6.19	2.0	29.50
	T3	5.83	2.1	29.20
7/9/43	T1	6.36	2.3	30.10
	T2	6.25	2.5	31.00
	T3	5.95	2.3	29.80
9/9/43	T1	6.43	2.9	31.10
	T2	6.36	2.8	31.80
	T3	6.20	2.3	32.10
11/9/43	T1	6.30	2.5	29.40
	T2	6.19	2.4	29.90
	T3	6.10	2.3	30.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงค่า pH, EC, Oxyenและอุณหภูมิในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 13-19/09/43

วันที่	Treatment	pH	EC(ms/cm)	อุณหภูมิ
13/9/43	T1	6.35	2.1	29.0
	T2	5.95	2.2	29.2
	T3	5.89	2.2	29.3
15/9/43	T1	6.49	2.6	30.1
	T2	6.15	2.8	29.9
	T3	5.95	2.8	30.9
17/9/43	T1	6.75	2.3	30.4
	T2	6.42	2.7	29.4
	T3	5.98	2.8	28.8
19/9/43	T1	6.78	3.0	30.2
	T2	6.44	3.2	29.8
	T3	5.85	3.2	30.5

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงค่า pH, EC, Oxyenและอุณหภูมิในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 21-27/09/43

วันที่	Treatment	pH	EC(ms/cm)	อุณหภูมิ
21/9/43	T1	6.40	3.9	31.1
	T2	6.12	4.1	30.2
	T3	5.87	4.2	31.1
23/9/43	T1	6.32	2.6	29.8
	T2	6.14	2.8	28.8
	T3	6.08	2.8	28.6
25/9/43	T1	6.78	3.2	30.1
	T2	6.45	3.1	29.8
	T3	6.30	3.0	29.9
27/9/43	T1	7.60	4.50	30.1
	T2	7.30	4.5	30.3
	T3	7.0	4.7	30.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงค่า pH, EC, Oxyenและอุณหภูมิในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 29-05/10/43

วันที่	Treatment	pH	EC(ms/cm)	อุณหภูมิ
29/9/43	T1	6.59	3.9	28.0
	T2	6.28	4.2	28.9
	T3	6.10	4.2	27.8
1/10/43	T1	6.45	2.6	29.8
	T2	6.24	3.5	29.6
	T3	6.10	3.3	29.2
3/10/43	T1	6.40	3.2	32.4
	T2	6.15	3.1	32.1
	T3	5.78	3.0	31.3
5/10/43	T1	7.14	2.7	31.6
	T2	6.45	2.8	30.8
	T3	6.02	2.8	30.5

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงค่า pH, EC, Oxyenและอุณหภูมิในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 07-13/10/43

วันที่	Treatment	pH	EC(ms/cm)	อุณหภูมิ
7/10/43	T1	6.67	3.20	28.00
	T2	6.57	3.80	28.90
	T3	6.09	3.80	27.90
9/10/43	T1	6.45	2.30	29.80
	T2	6.24	2.60	29.60
	T3	6.10	2.50	29.20
11/10/43	T1	6.52	2.90	32.40
	T2	6.37	3.30	32.10
	T3	5.98	3.00	31.30
13/10/43	T1	7.59	3.20	31.10
	T2	7.40	3.00	31.60
	T3	6.09	3.10	30.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงค่า pH, EC. Oxyenและอุณหภูมิในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 15-21/10/43

วันที่	Treatment	pH	EC(ms/cm)	อุณหภูมิ
15/10/43	T1	6.15	3.80	31.90
	T2	6.23	4.00	31.00
	T3	5.82	4.10	31.60
17/10/43	T1	6.60	3.30	29.80
	T2	6.41	3.60	28.60
	T3	6.21	3.60	29.80
19/10/43	T1	6.39	3.50	28.70
	T2	6.25	3.80	28.60
	T3	6.23	3.80	28.50
21/10/43	T1	6.43	4.00	29.80
	T2	6.24	4.20	29.00
	T3	5.87	4.10	30.10

ตารางภาคผนวกที่ 10 แสดงค่า pH, EC, Oxyenและอุณหภูมิในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 23-29/10/43

วันที่	Treatment	pH	EC(ms/cm)	อุณหภูมิ
23/10/43	T1	6.45	3.20	28.90
	T2	6.38	3.10	27.80
	T3	6.23	3.20	29.20
25/10/43	T1	6.47	3.60	30.90
	T2	6.21	3.60	31.50
	T3	5.98	3.50	31.00
27/10/43	T1	6.37	3.80	30.80
	T2	6.19	4.00	31.10
	T3	6.08	4.00	32.00
29/10/43	T1	6.72	2.90	32.70
	T2	6.54	3.00	31.90
	T3	6.42	3.10	31.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงค่า pH, EC, Oxyenและอุณหภูมิในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 28-03/11/43

วันที่	Treatment	pH	EC(ms/cm)	อุณหภูมิ
28/10/43	T1	7.46	2.90	31.80
	T2	7.09	2.90	30.50
	T3	6.58	3.10	30.10
30/10/43	T1	7.29	3.00	29.70
	T2	7.12	3.10	28.60
	T3	6.69	3.10	29.20
1/11/43	T1	6.78	3.20	29.10
	T2	6.56	3.40	29.10
	T3	6.48	3.70	30.20
3/11/43	T1	6.84	4.00	31.70
	T2	6.75	4.20	32.00
	T3	6.78	4.10	31.50

ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงค่า pH, EC, Oxyenและอุณหภูมิในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 05-11/11/43

วันที่	Treatment	pH	EC(ms/cm)	อุณหภูมิ
5/11/43	T1	6.35	2.90	30.70
	T2	6.23	2.90	30.90
	T3	6.13	3.00	31.20
7/11/43	T1	6.26	2.80	28.90
	T2	6.09	2.80	29.20
	T3	5.95	3.00	30.10
9/11/43	T1	6.38	3.00	31.40
	T2	6.21	3.10	30.60
	T3	6.09	3.10	29.90
11/11/43	T1	6.22	3.10	31.30
	T2	6.01	3.30	30.90
	T3	5.89	3.10	30.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 บันทึกผล น้ำหนักสด-น้ำหนักแห้ง (g) แยกก้าน-ใบ

ล้าดับ	treatment					
	T1		T2		T3	
	สด(g)	แห้ง(g)	สด(g)	แห้ง(g)	สด(g)	แห้ง(g)
ไม่ใส่ปุ๋ยปลา(ก้าน)						
1	245.20	51.80	194.28	41.82	264.38	87.11
2	211.66	37.44	159.24	41.71	329.91	79.4
3	182.99	21.60	181.67	45.44	197.38	31.66
เฉลี่ย	**212.66ab**	**36.95ab**	**177.4b**	**42.99ab**	**263.89a**	**66.05a**
ไม่ใส่ปุ๋ยปลา(ใบ)						
1	74.58	19.20	64.98	18.52	71.36	20.04
2	44.30	14.04	54.78	17.55	86.38	21.99
3	48.13	14.85	55.62	17.40	51.96	14.79
เฉลี่ย	**56.67bc**	**16.03ab**	**56.46bc**	**17.82ab**	**69.9ab**	**18.94ab**
ใส่ปุ๋ยปลา(ก้าน)						
1	187.21	35.90	223.78	57.11	229.76	61.91
2	136.10	23.20	241.01	61.35	281.96	48.05
3	184.72	32.64	185.90	36.41	274.51	66.66
เฉลี่ย	**172.64b**	**30.58b**	**216.89ab**	**51.62ab**	**262.08a**	**58.87ab**
ใส่ปุ๋ยปลา(ใบ)						
1	37.86	13.82	64.64	19.93	83.33	21.54
2	36.18	12.69	71.92	23.22	81.62	18.43
3	42.50	13.68	58.75	14.45	78.43	23.79
เฉลี่ย	**32.84c**	**13.39b**	**65.1ab**	**19.2ab**	**81.13a**	**21.25a**
ใส่ปุ๋ยปลาสูตร+P(ก้าน)						
1	156.99	29.49	217.14	73.23	273.75	67.34
2	181.39	32.01	235.14	83.74	247.74	35.04
3	159.27	30.20	192.78	42.27	243.00	60.95
เฉลี่ย	**165.88b**	**30.05b**	**215.02ab**	**66.41a**	**254.83a**	**54.44ab**
ใส่ปุ๋ยปลาสูตร+P(ใบ)						
1	24.89	11.17	85.04	21.54	78.02	23.39
2	47.67	14.24	69.83	18.73	67.06	19.44
3	50.00	14.93	51.75	12.93	59.44	16.02
เฉลี่ย	**40.85c**	**13.44b**	**68.87ab**	**17.73ab**	**68.17ab**	**19.61a**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 14 แสดงน้ำหนักผลที่เก็บได้ (กรัม)

ลำดับ	TREATMENT					
	T1		T2		T3	
	จำนวนลูก	น้ำหนัก	จำนวนลูก	น้ำหนัก	จำนวนลูก	น้ำหนัก
ไม่ใส่ปุ๋ยปลา						
1	19	149.26	23	142.08	19	160.25
2	21	200.00	21	130.89	25	172.87
3	10	120.25	20	200.98	23	152.63
4	8	100.05	18	146.53	18	125.29
5	9	112.15	16	113.89	22	148.21
เฉลี่ย	**13.4**	**136.342c**	**19.6**	**146.874c**	**21.4**	**151.85c**
ใส่ปุ๋ยปลา						
1	23	162.72	26	186.91	28	230.18
2	18	150.09	28	210.08	30	225.47
3	16	145.08	30	215.17	38	300.02
4	15	135.14	21	210.00	25	180.98
5	23	150.36	20	186.44	23	160.62
เฉลี่ย	**19**	**148.678c**	**25**	**201.72bc**	**28.8**	**219.454b**
ใส่ปุ๋ยปลาสูตร+P						
1	25	178.17	28	261.06	35	280.00
2	24	162.72	35	250.74	46	320.25
3	28	180.92	40	287.96	50	347.26
4	28	178.85	42	315.09	52	342.48
5	12	130.38	38	300.15	48	322.18
เฉลี่ย	**23.4**	**166.208c**	**36.6**	**283b**	**46.2**	**322.434a**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 แสดงผลการวัดคลอโรฟิลล์

ลำดับ	TREATMENT								
	T1			T2			T3		
ไม่ใส่ปุ๋ยปลา	ราง 1	ราง 2	ราง 3	ราง 1	ราง 2	ราง 3	ราง 1	ราง 2	ราง 3
1	47.0	55.7	62.2	50.7	44.4	51.2	44.3	50.1	40.1
2	46.2	61.1	62.1	46.0	51.1	44.1	46.3	49.7	47.8
3	42.6	51.8	53.7	42.2	49.3	50.2	42.3	46.7	50.2
4	46.3	32.0	43.7	53.3	43.3	43.9	57.1	47.7	53.9
5	41.2	37.1	47.5	50.3	38.9	44.6	40.8	48.2	50.1
เฉลี่ย	44.66	47.54	53.84	48.50	45.40	46.80	46.16	48.48	48.4
		48.68ab			46.9ab			47.68ab	
ใส่ปุ๋ยปลา									
1	51.8	46.6	54.3	60.8	48.8	58.6	49.7	54.3	42.9
2	62.9	46.9	49.1	45.2	55.8	43.8	50.7	52.3	48.2
3	44.9	46.9	52.8	43.6	48.8	52.3	45.2	41.2	52.2
4	43.4	49.5	45.7	53.1	45.1	45.5	59.2	49.6	51.8
5	43.4	48.2	58.2	54.6	42.5	43.9	42.4	52.8	52.4
เฉลี่ย	49.28	47.62	52.02	51.46	48.20	48.82	49.44	50.04	49.5
		49.64b			49.49ab			49.66ab	
ใส่ปุ๋ยปลาสูตรเพิ่ม P									
1	54.1	45.0	39.5	55.1	49.2	62.3	56.2	52.8	43.5
2	43.6	48.6	47.6	45.3	53.2	46.4	51.9	50.4	43.1
3	49.3	49.2	48.5	52.2	56.8	56.7	62.4	43.8	49.8
4	55.4	39.6	58.8	46.9	47.7	47.2	65.3	55.6	52.5
5	51.7	47.5	53.5	56.8	44.9	50.0	44.6	56.3	55.6
เฉลี่ย	50.82	45.98	49.58	51.26	50.36	52.52	56.08	51.81	48.9
		48.72ab			51.38ab			52.26a	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 แสดงค่าการวิเคราะห์แอมโมเนียนและไนเตรท

	TREATMENT					
อายุพืช(วัน)	T1		T2		T3	
	แอมโมเนียม	ไนเตรท	แอมโมเนียม	ไนเตรท	แอมโมเนียม	ไนเตรท
30	11.06	165.98	21.93	173.8	30.32	179.53
37	8.29	155.36	20.82	170.12	26.73	170
44	7.68	161.29	18.16	168.71	24.82	182.66
51	4.54	182.01	16.24	185.44	20.64	152.71
58	3.62	193.65	10.36	155.39	18.16	161.03
65	3.62	121.77	3.98	162.4	12.09	143.96
72	2.87	111.29	3.64	143.07	8.37	123.4
79	2.87	92.85	2.56	161.8	5.43	120.76
86	2.56	100.53	2.43	102.91	5.55	138.95
93	2.54	82.01	2.55	80.55	4.61	76.07
เฉลี่ย	**4.97**	**136.67**	**10.27**	**150.67**	**15.67**	**144.91**

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงค่าการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในถังสารละลาย (P-ppm)

อายุพืช(วัน)	TREATMENT		
	T1	T2	T3
30	38.96	36.5	30.05
37	40.67	31.83	35.33
44	25.92	30.89	30.21
51	25.93	38.19	32.16
58	30.05	20.39	40.5
65	19.28	18.03	25.68
72	15.98	22	20.96
79	14.5	16.03	20.18
86	19.11	14.91	23.3
93	11.5	13.67	18.23
เฉลี่ย	**24.19**	**24.24**	**28.56**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่18 แสดงค่าการวิเคราะห์หาไนโตรเจนในใบพืช

TREATMENT	R1	R2	R3	เฉลี่ย
T1F1	2.36	2.46	2.44	2.42c
T1F2	2.47	2.42	2.61	2.16c
T1F3	2.23	2.39	2.71	2.44c
T2F1	2.44	2.26	3.07	2.59bc
T2F2	2.49	2.46	2.25	2.4c
T2F3	2.51	2.67	2.83	2.67bc
T3F1	2.75	2.93	2.96	2.88ab
T3F2	2.62	2.74	2.81	2.72abc
T3F3	3.01	3.08	2.99	3.02a

ตารางภาคผนวกที่ 19 แสดงค่าการวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสในใบพืช

TREATMENT	R1	R2	R3	เฉลี่ย
T1F1	0.37	0.34	0.45	0.39ab
T1F2	0.34	0.44	0.45	0.41ab
T1F3	0.41	0.35	0.40	0.39ab
T2F1	0.40	0.44	0.41	0.42ab
T2F2	0.34	0.36	0.34	0.35b
T2F3	0.39	0.39	0.36	0.38ab
T3F1	0.34	0.41	0.40	0.38ab
T3F2	0.40	0.49	0.49	0.46a
T3F3	0.33	0.5	0.45	0.43ab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงค่าการวิเคราะห์หาโพแทสเซียมในใบพืช

TREATMENT	R1	R2	R3	เฉลี่ย
T1F1	2.04	1.98	2.15	2.05c
T1F2	2.96	2.22	2.13	2.44abc
T1F3	2.13	2.01	2.01	2.05c
T2F1	2.07	2.02	2.99	2.03bc
T2F2	2.96	2.05	2.35	2.45abc
T2F3	2.18	2.59	2.46	2.41abc
T3F1	2.68	2.94	2.93	2.85ab
T3F2	2.89	2.96	2.97	2.94a
T3F3	2.96	2.97	3.00	2.97a

ตารางภาคผนวกที่ 21 แสดงค่าการวิเคราะห์หาแคลเซียมในใบพืช

TREATMENT	R1	R2	R3	เฉลี่ย
T1F1	1.36	1.46	1.45	1.42ab
T1F2	1.44	1.47	1.49	1.46a
T1F3	1.52	1.42	1.46	1.46a
T2F1	1.36	1.38	1.35	1.36bc
T2F2	1.42	1.35	1.42	1.39ab
T2F3	1.36	1.35	1.36	1.35bc
T3F1	1.39	1.30	1.21	1.35c
T3F2	1.39	1.35	1.32	1.35bc
T3F3	1.23	1.30	1.34	1.29c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 22 แสดงค่าการวิเคราะห์หาแมกนีเซียมในใบพืช

TREATMENT	R1	R2	R3	เฉลี่ย
T1F1	0.51	0.63	0.64	0.59b
T1F2	0.62	0.64	0.64	0.63ab
T1F3	0.67	0.64	0.72	0.68a
T2F1	0.57	0.68	0.62	0.62ab
T2F2	0.59	0.59	0.57	0.58b
T2F3	0.61	0.6	0.62	0.61ab
T3F1	0.61	0.52	0.52	0.55b
T3F2	0.52	0.64	0.61	0.59b
T3F3	0.59	0.56	0.56	0.57b

ตารางภาคผนวกที่ 23 แสดงค่าการวิเคราะห์หาสังกะสี(Zn) ในใบพืช

TREATMENT	R1	R2	R3	เฉลี่ย
T1F1	22.07	21.35	27.38	23.60c
T1F2	23.72	20.61	21.39	21.90c
T1F3	23.78	17.61	26.07	22.48c
T2F1	26.69	28.78	21.47	25.64abc
T2F2	21.13	24.66	26.47	24.08bc
T2F3	29.68	31.89	25.64	29.07ab
T3F1	27.97	29.97	28.22	28.72ab
T3F2	29.87	30.16	29.40	29.81a
T3F3	31.77	31.04	28.97	30.59a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 24 แสดงค่าการวิเคราะห์หาเหล็ก(Fe) ในใบพืช

TREATMENT	R1	R2	R3	เฉลี่ย
T1F1	113.11	116.78	112.72	114.20cd
T1F2	125.73	146.77	137.14	136.54a
T1F3	134.58	138.19	118.99	130.57abc
T2F1	121.46	126.57	124.23	124.08abc
T2F2	146.15	136.84	113.93	132.30ab
T2F3	133.29	114.52	127.58	125.13abc
T3F1	116.10	99.04	100.26	105.13d
T3F2	104.71	104.4	100.17	103.09d
T3F3	112.09	114.77	119.88	115.58bcd

ตารางภาคผนวกที่ 25 แสดงค่าการวิเคราะห์หาแมงกานีส (Mn) ในใบพืช

TREATMENT	R1	R2	R3	เฉลี่ย
T1F1	68.28	65.49	62.56	65.44d
T1F2	65.17	64.44	64.83	64.81d
T1F3	60.96	71.18	72.11	68.05d
T2F1	70.36	72.18	69.78	70.77cd
T2F2	68.69	67.01	65.04	66.91d
T2F3	63.29	76.17	78.39	72.61bcd
T3F1	83.14	89.95	72.74	81.94ab
T3F2	97.29	85.22	84.55	85.74a
T3F3	77.33	74.61	85.28	79.07abc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 26 แสดงค่าการวิเคราะห์หาคอปเปอร์(Cu) ในใบพืช

TREATMENT	R1	R2	R3	เฉลี่ย
T1F1	13.15	15.17	19.48	15.93ab
T1F2	20.51	17.60	17.96	18.69a
T1F3	17.77	14.82	14.22	15.60ab
T2F1	12.53	15.65	13.96	14.05ab
T2F2	16.89	13.93	13.41	14.74ab
T2F3	11.55	15.05	12.96	13.19b
T3F1	7.49	20.8	5.92	11.40c
T3F2	6.55	20.49	4.87	10.64c
T3F3	20.57	6.55	18.98	15.37ab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1 Anaiysis of variance for % nitrogen in plant (%)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	1.141	0.143	4.010ns	2.51	3.71
A	2	0.878	0.439	12.336ns	3.55	6.01
B	2	0.134	0.067	1.876*	3.55	6.01
AB	4	0.130	0.033	0.914*	2.93	4.58
ERROR	18	0.640	0.036			
TOTAL	26	1.782	0.069			

Grand Mean = 2.628 CV = 7.176

A = % Ammonium

B = foliar fish

ns = non-significant

* = significant at 5% level

Table 2 Anaiysis of variance for % phosphorus in plant (%)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	0.026	0.003	1.403*	2.51	3.71
A	2	0.008	0.004	1.832*	3.55	6.01
B	2	0.000	0.000	0.108*	3.55	6.01
AB	4	0.017	0.004	1.837*	2.93	4.58
ERROR	18	0.041	0.002			
TOTAL	26	0.067	0.003			

Grand Mean = 0.399 CV = 11.971

A = % Ammonium

B = foliar fish

ns = non-significant

* = significant at 5% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3 Anaiysis of variance for % potassium in plant (%)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	2.928	0.366	4.113ns	2.51	3.71
A	2	2.596	1.298	14.585ns	3.55	6.01
B	2	0.167	0.083	0.938*	3.55	6.01
AB	4	0.166	0.041	0.465*	2.93	4.58
ERROR	18	1.602	0.089			
TOTAL	26	4.53	0.174			

Grand Mean = 2.503 CV = 11.914

A = % Ammonium

B = foliar fish

ns = non-significant

* = significant at 5% level

Table 4 Anaiysis of variance for % calcium in plant (%)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	0.1	0.012	5.459ns	2.51	3.71
A	2	0.086	0.043	18.883ns	3.55	6.01
B	2	0.009	0.005	2.067*	3.55	6.01
AB	4	0.004	0.001	0.442*	2.93	4.58
ERROR	18	0.041	0.002			
TOTAL	26	0.141	0.005			

Grand Mean = 1.379 CV = 3.46

A = % Ammonium

B = foliar fish

ns = non-significant

* = significant at 5% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Anaiysis of variance for % magnesium in

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	0.034	0.004.	2.233*	2.51	3.71
A	2	0.019	0.009	4.917**	3.55	6.01
B	2	0.004	0.002	1.066*	3.55	6.01
AB	4	0.011	0.003	1.474*	2.93	4.58
ERROR	18	0.034	0.002			
TOTAL	26	0.068	0.003			

Grand Mean = 0.603 CV = 7.238

A = % Ammonium

B = foliar fish

ns = non-significant

* = significant at 5% level

** = significant at 1% level

Table 6 Anaiysis of variance for Zn in plant (ppm)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	277.384	34.673	4.551ns	2.51	3.71
A	2	227.636	113.818	14.94ns	3.55	6.01
B	2	22.001	11.001	1.444*	3.55	6.01
AB	4	27.747	6.937	0.911*	2.93	4.58
ERROR	18	137.133	7.618			
TOTAL	26	414.516	15.943			

Grand Mean = 26.190 CV = 10.538

A = % Ammonium

B = foliar fish

ns = non-significant

* = significant at 5% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 7 Anaiysis of variance for Fe in plant (ppm)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	34.6.182	425.773	5.421ns	2.51	3.71
A	2	2213.65	1106.825	14.093ns	3.55	6.01
B	2	530.308	265.154	3.376*	3.55	6.01
AB	4	662.224	165.556	2.108*	2.93	4.58
ERROR	18	1413.620	78.534			
TOTAL	26	4819.803	185.337			

Grand Mean = 120.740 CV = 7.339

A = % Ammonium

B = foliar fish

ns = non-significant

* = significant at 5% level

Table 8 Anaiysis of variance for Mn in plant (ppm)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	1690.939	211.367	6.912ns	2.51	3.71
A	2	1464.801	732.401	23.949ns	3.55	6.01
B	2	3.414	1.707	0.056*	3.55	6.01
AB	4	222.723	55.681	1.821*	2.93	4.58
ERROR	18	550.467	30.582			
TOTAL	26	2241.406	86.208			

Grand Mean = 73.18 CV = 7.556

A = % Ammonium

B = foliar fish

ns = non-significant

* = significant at 5% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 9 Anaiysis of variance for Cu in plant (ppm)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	143.986	17.998	0.720*	2.51	3.71
A	2	84.443	42.217	1.689*	3.55	6.01
B	2	4.972	2.486	0.099*	3.55	6.01
AB	4	54.580	13.645	0.546*	2.93	4.58
ERROR	18	449.878	24.993			
TOTAL	26	593.864	22.841			

Grand Mean = 14.401 CV = 34.714

A = % Ammonium

B = foliar fish

ns = non-significant

* = significant at 5% level

Table 10 Anaiysis of variance for pH in nutrient solution

SOURCE	df	SS	MS	F
Treatment	2	3.92	1.96	16.232*
ERROR	117	14.128	0.121	
TOTAL	119	18.048	22.841	

Treatment = % Ammonium CV = 6.146

* = significant at 5% level

T3 6.1087a

T2 6.3475b

T1 6.5510c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 11 Anaiysis of variance for fresh weight (g) (leaf)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	4636.961	579.62	4.277ns	2.51	3.71
A	2	3666.783	1833.391	13.530ns	3.55	6.01
B	2	30.059	15.030	0.111*	3.55	6.01
AB	4	940.119	235.03	1.734*	2.93	4.58
ERROR	18	2439.157	135.509			
TOTAL	26	7076.118	272.158			

Grand Mean = 60.778 CV = 19.152

A = % Ammonium

B = foliar fish

ns = non-significant

* = significant at 5% level

Table 12 Anaiysis of variance for dry weight (g) (leaf)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	177.353	22.169	2.318*	2.51	3.71
A	2	151.2	75.6	7.905ns	3.55	6.01
B	2	4.809	2.404	0.251*	3.55	6.01
AB	4	21.344	5.336	0.558*	2.93	4.58
ERROR	18	172.153	9.564			
TOTAL	26	349.506	13.443			

Grand Mean = 17.493 CV = 17.678

A = % Ammonium

B = foliar fish

ns = non-significant

* = significant at 5% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 13 Anaiysis of variance for fresh weight (g) (petiole)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	36101.49	4512.686	4.510ns	2.51	3.71
A	2	28947.11	14473.55	14.464ns	3.55	6.01
B	2	201.482	100.741	0.101*	3.55	6.01
AB	4	6952.899	1738.225	1.737*	2.93	4.58
ERROR	18	18011.528	1000.64			
TOTAL	26	54113.01	2081.27			

Grand Mean = 215.513 CV = 14.677

A = % Ammonium

B = foliar fish

ns = non-significant

* = significant at 5% level

Table 14 Anaiysis of variance for dry weight (g) (petiole)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	4782.593	597.824	2.449*	2.51	3.71
A	2	3640.626	1820.313	7.456ns	3.55	6.01
B	2	55.171	27.585	0.113*	3.55	6.01
AB	4	1086.796	271.699	1.113*	2.93	4.58
ERROR	18	4394.415	244.134			
TOTAL	26	9177.008	352.962			

Grand Mean = 48.741 CV = 32.056

A = % Ammonium

B = foliar fish

ns = non-significant

* = significant at 5% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 15 Anaiysis of variance for fruit weight (g)

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	80226.5	10028.31	11.662ns	2.51	3.71
A	2	30434.41	15217.2	17.697ns	3.55	6.01
B	2	35101.082	17550.541	20.410ns	3.55	6.01
AB	4	14691.007	3672.752	4.271**	2.93	4.58
ERROR	18	15477.849	859.88			
TOTAL	26	95704.35	3680.936			

Grand Mean = 202.926 CV = 14.450

A = % Ammonium

B = foliar fish

ns = non-significant

** = significant at 1% level

Table 16 Anaiysis of variance for chlorophyll

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	8	333.995	41.749	1.197*	2.02	2.66
A	2	16.593	8.297	0.238*	3.07	4.79
B	2	212.751	106.376	3.051*	3.07	4.79
AB	4	104.651	26.163	0.750*	2.45	3.48
ERROR	126	4393.693	34.871			
TOTAL	134	4727.689	35.281			

Grand Mean = 49.387 CV = 11.956

A = % Ammonium

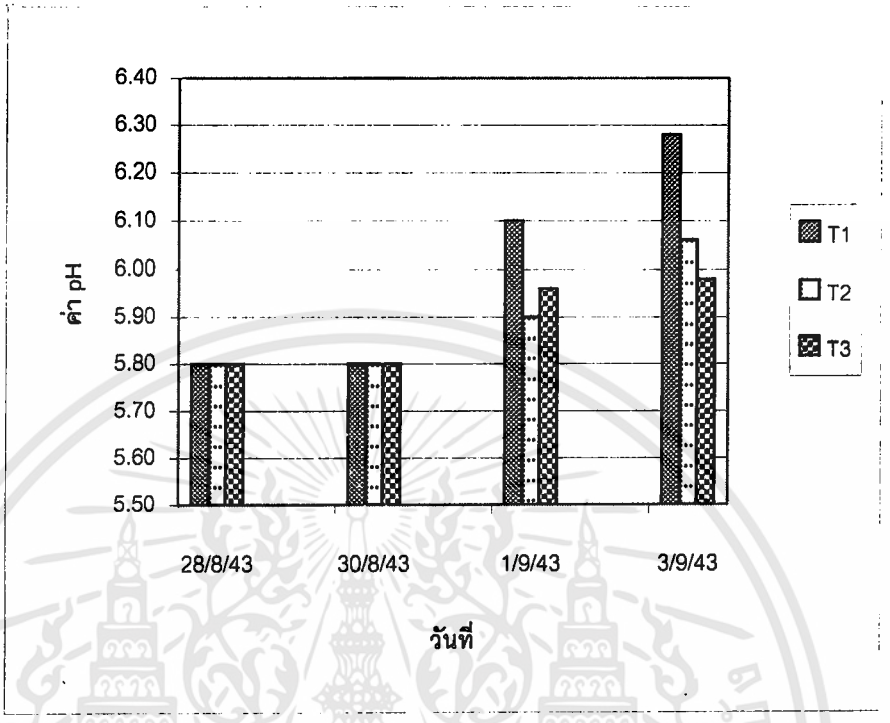
B = foliar fish

ns = non-significant

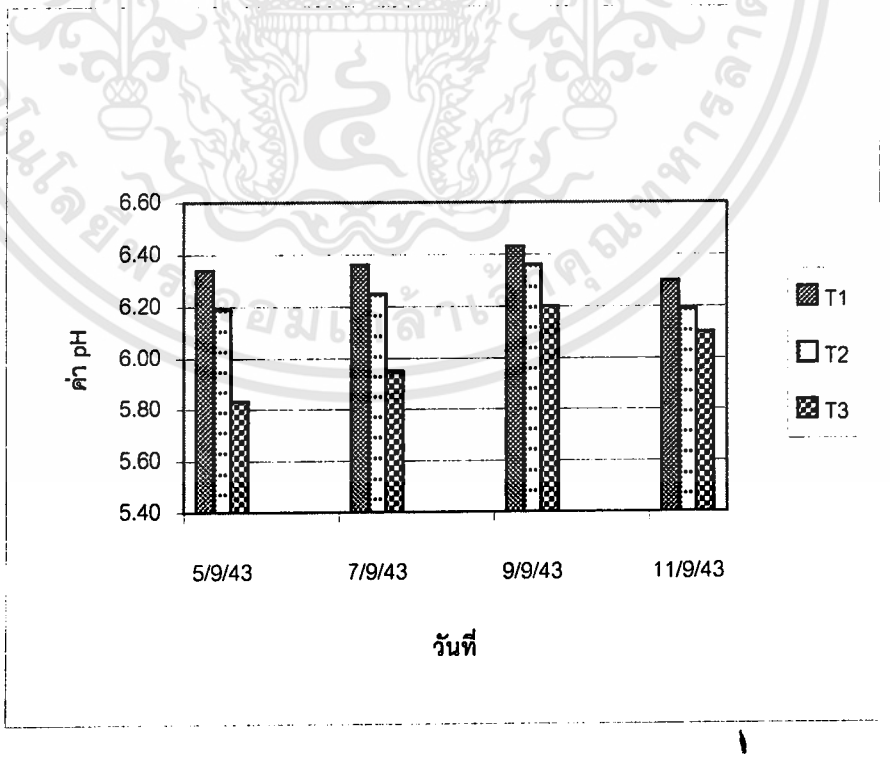
* = significant at 5% level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 1 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 28-3/09/43

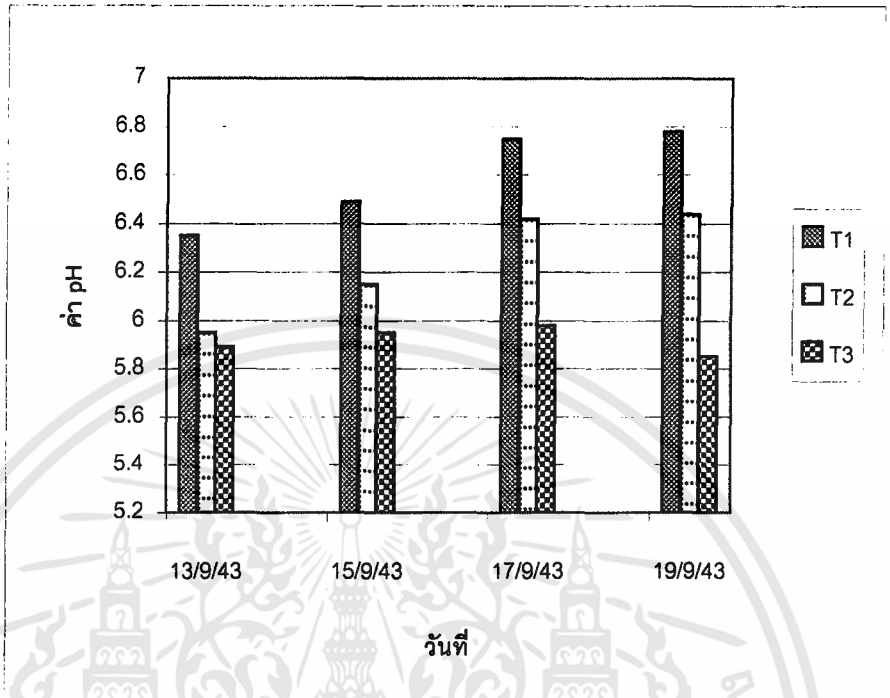


กราฟภาคผนวกที่ 2 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 05-11/09/43

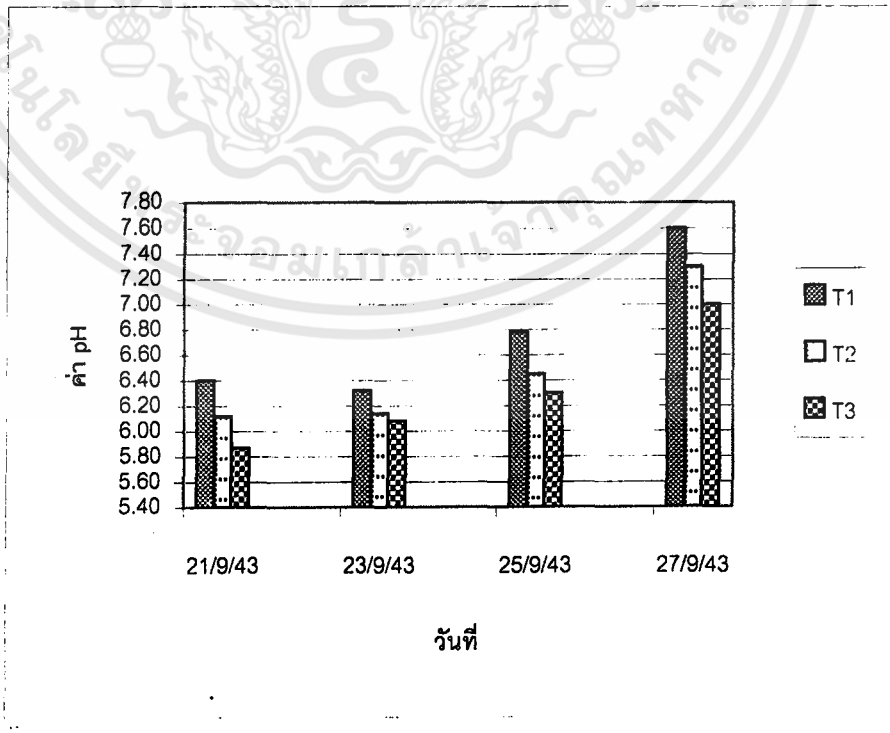


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 3 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 13-19/09/43

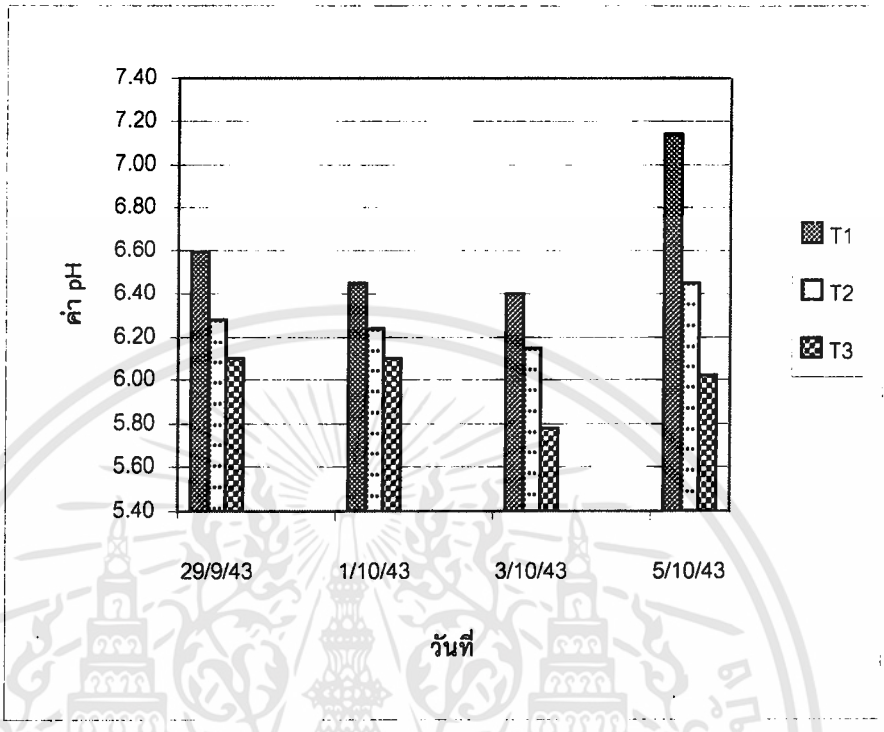


กราฟภาคผนวกที่ 4 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 21-27/09/43

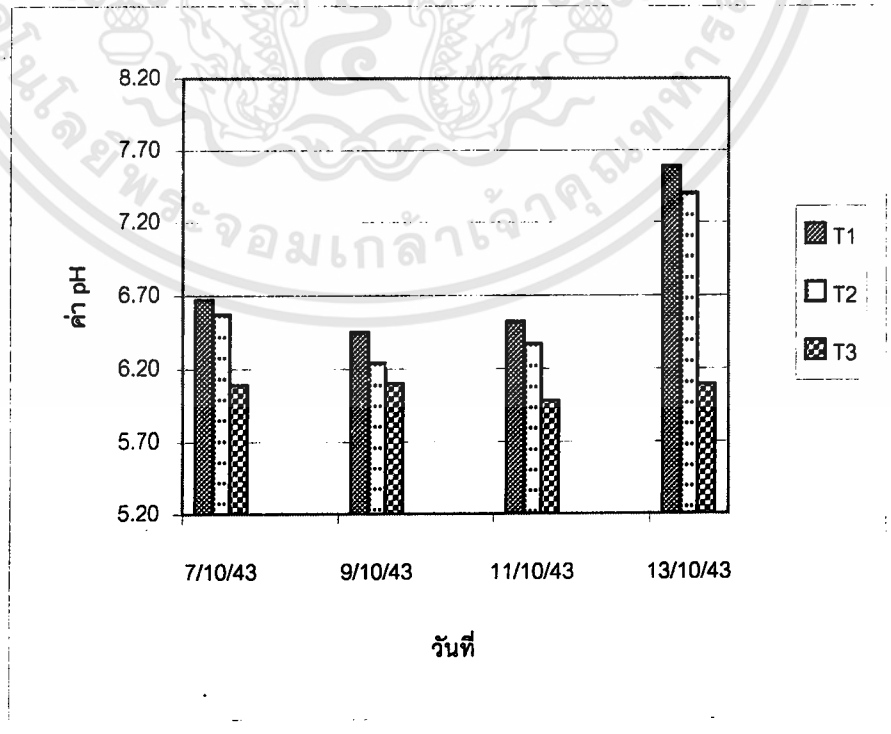


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 5 แสดงค่า pH .ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 29-05/10/43

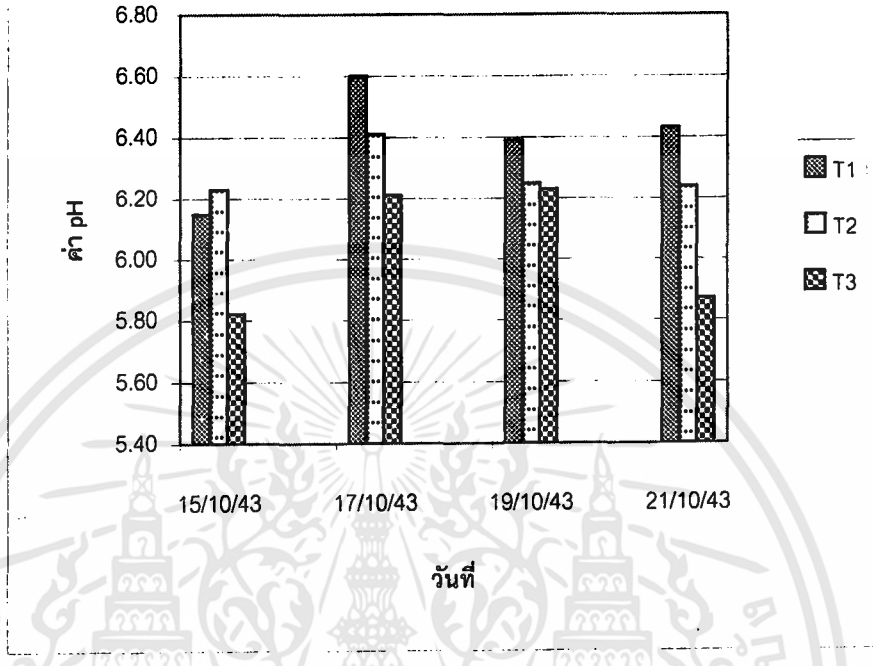


กราฟภาคผนวกที่ 6 แสดงค่า pH .ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 07-13/10/43

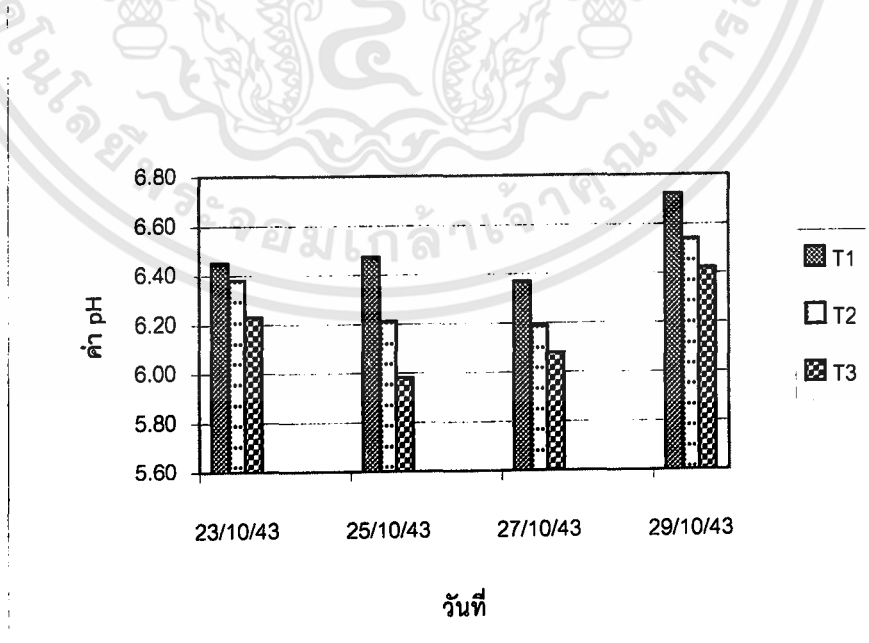


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 7 แสดงค่า pH ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 15-21/10/43

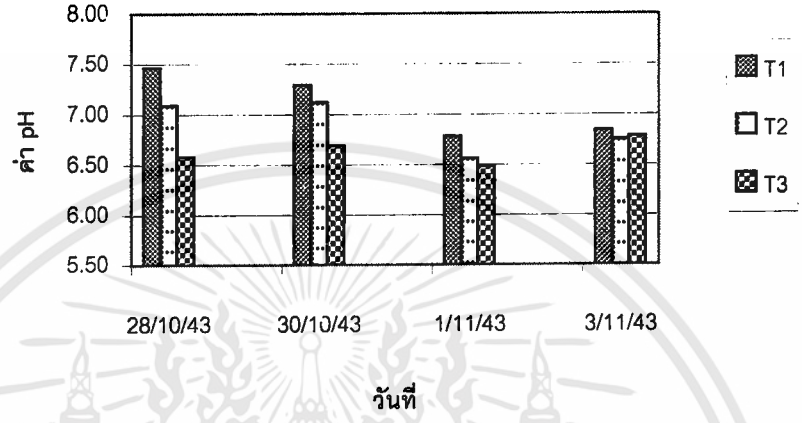


กราฟภาคผนวกที่ 8 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 23-29/10/43

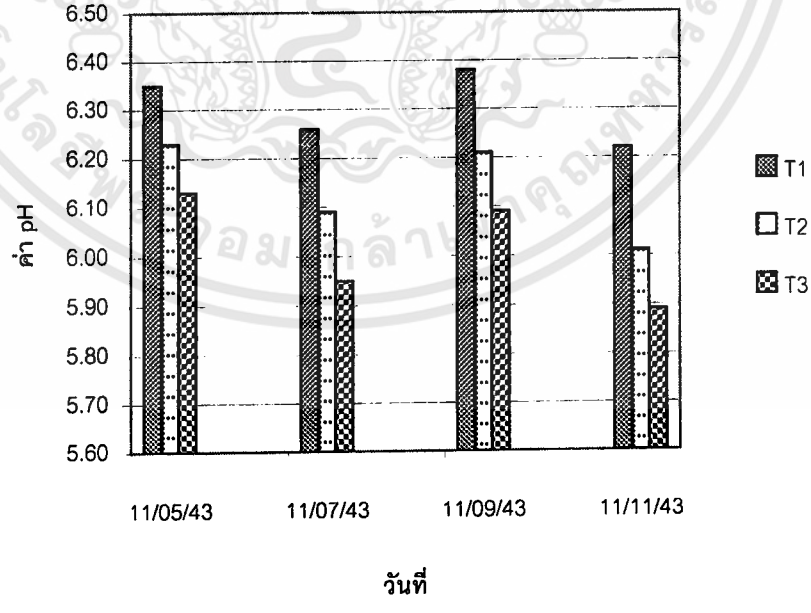


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟภาคผนวกที่ 9 แสดงค่า pH ในถังสารละลายระหว่างวันที่ 28-03/11/43

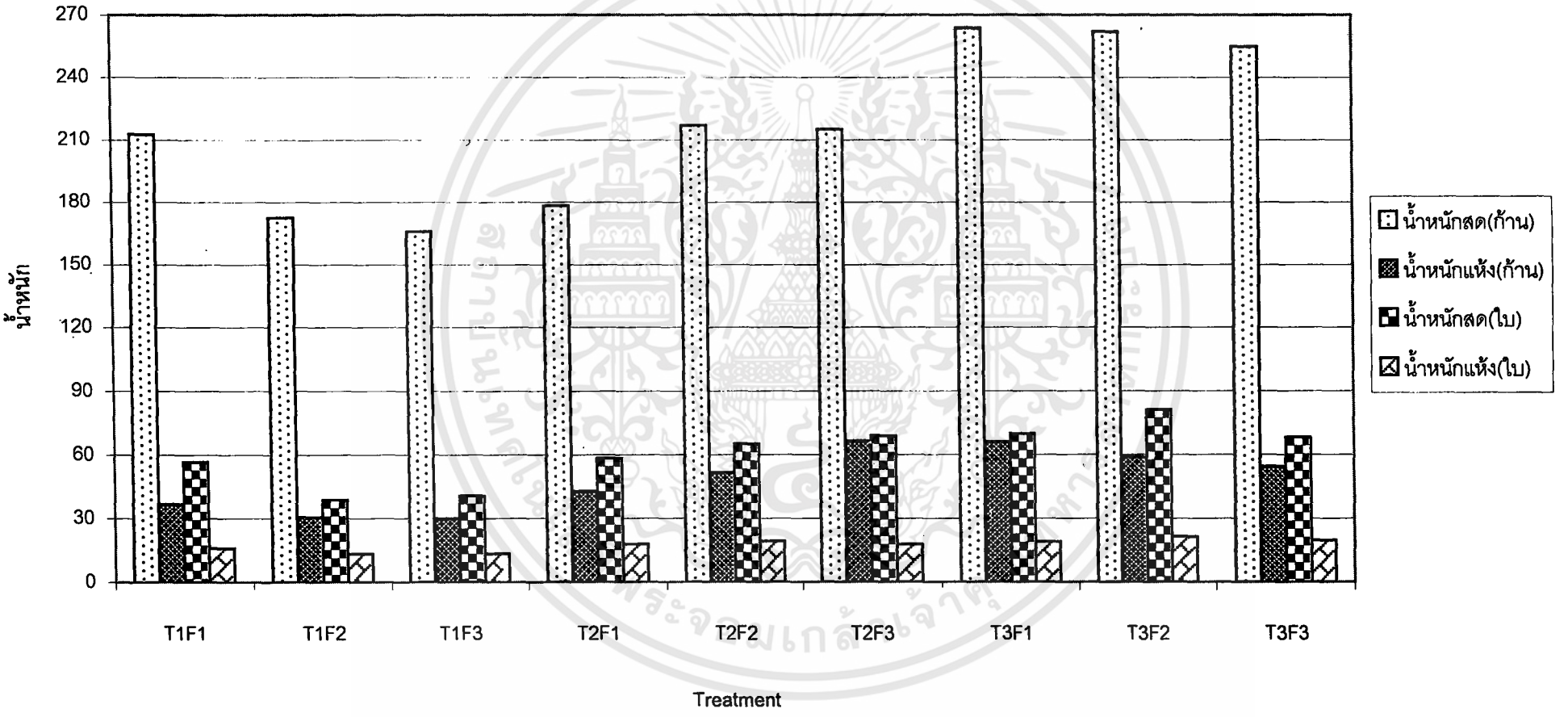


กราฟภาคผนวกที่ 10 แสดงค่า pH ในถังสารละลาย ระหว่างวันที่ 05-11/11/43

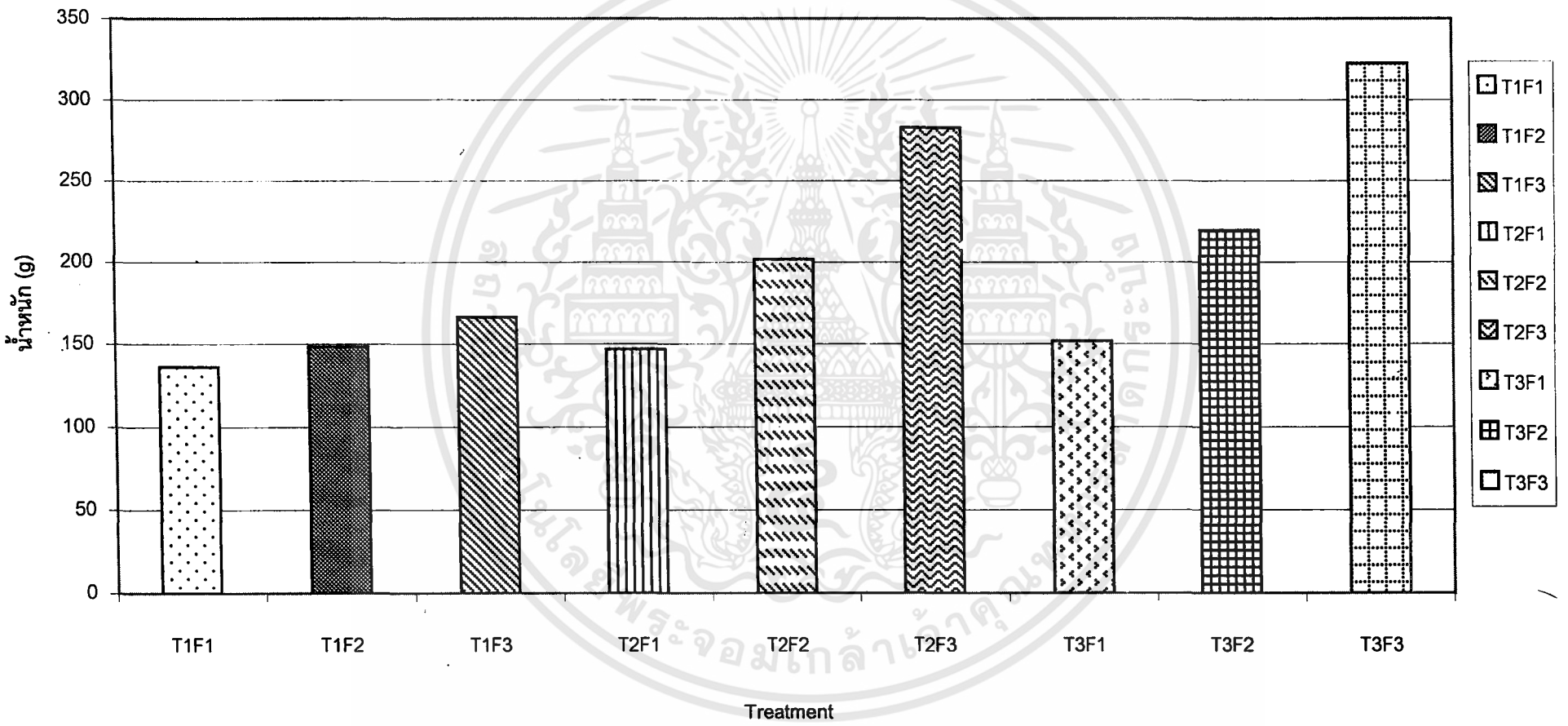


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

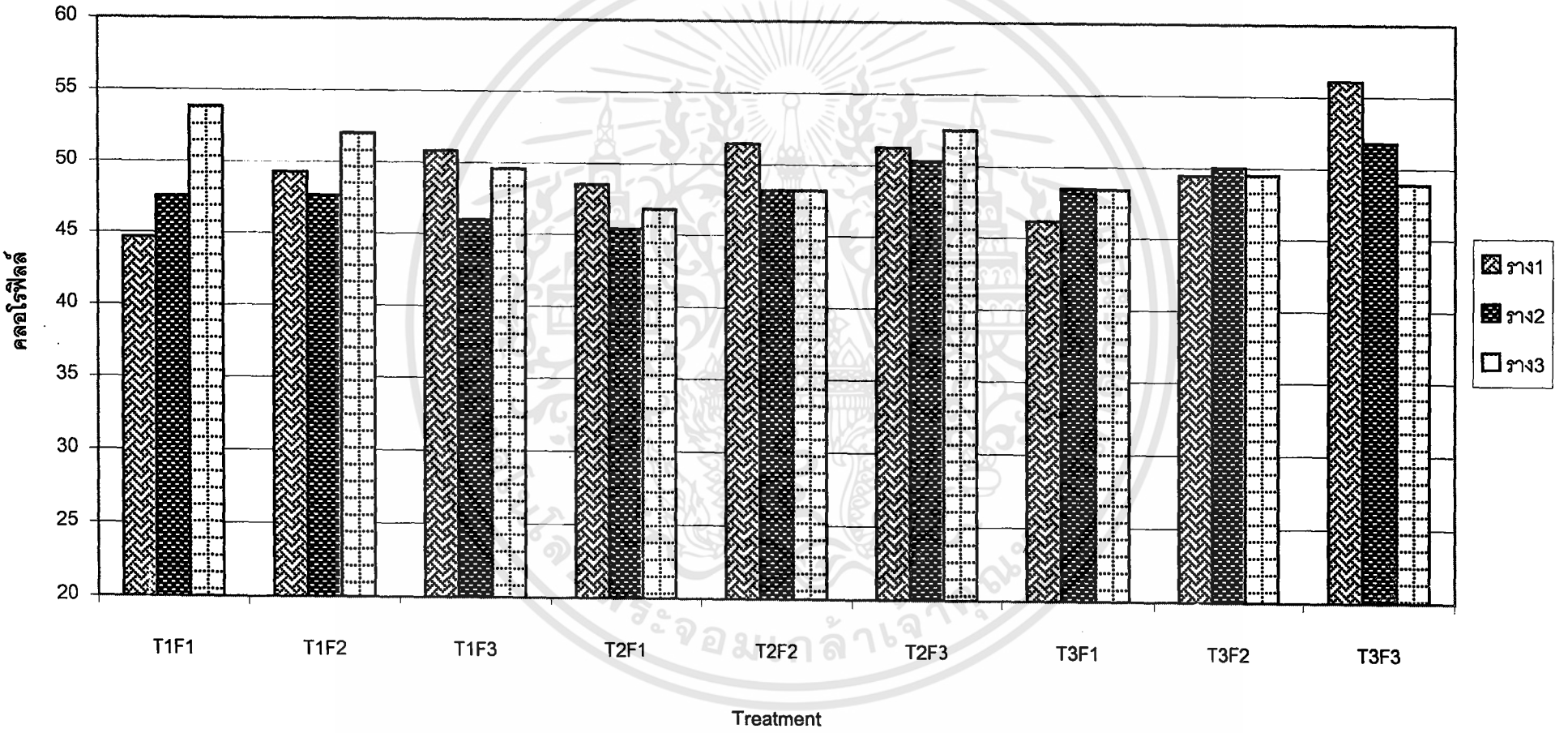
<u>กราฟภาคผนวกที่ 11</u> แสดงน้ำหนักสด-น้ำหนักแห้ง(กรัม) แยกก้าน-ใบ



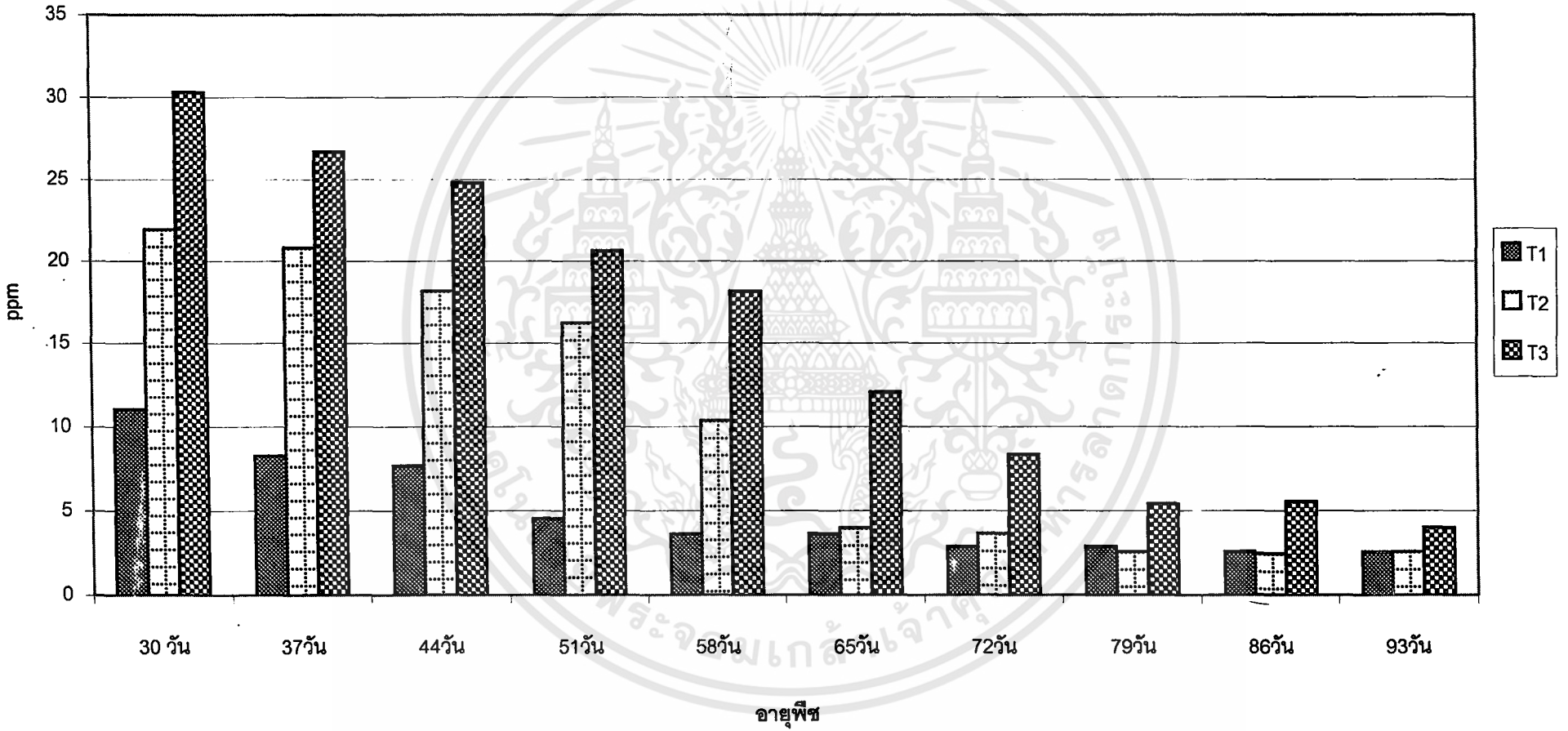
กราฟภาคผนวกที่ 12 แสดงน้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม)



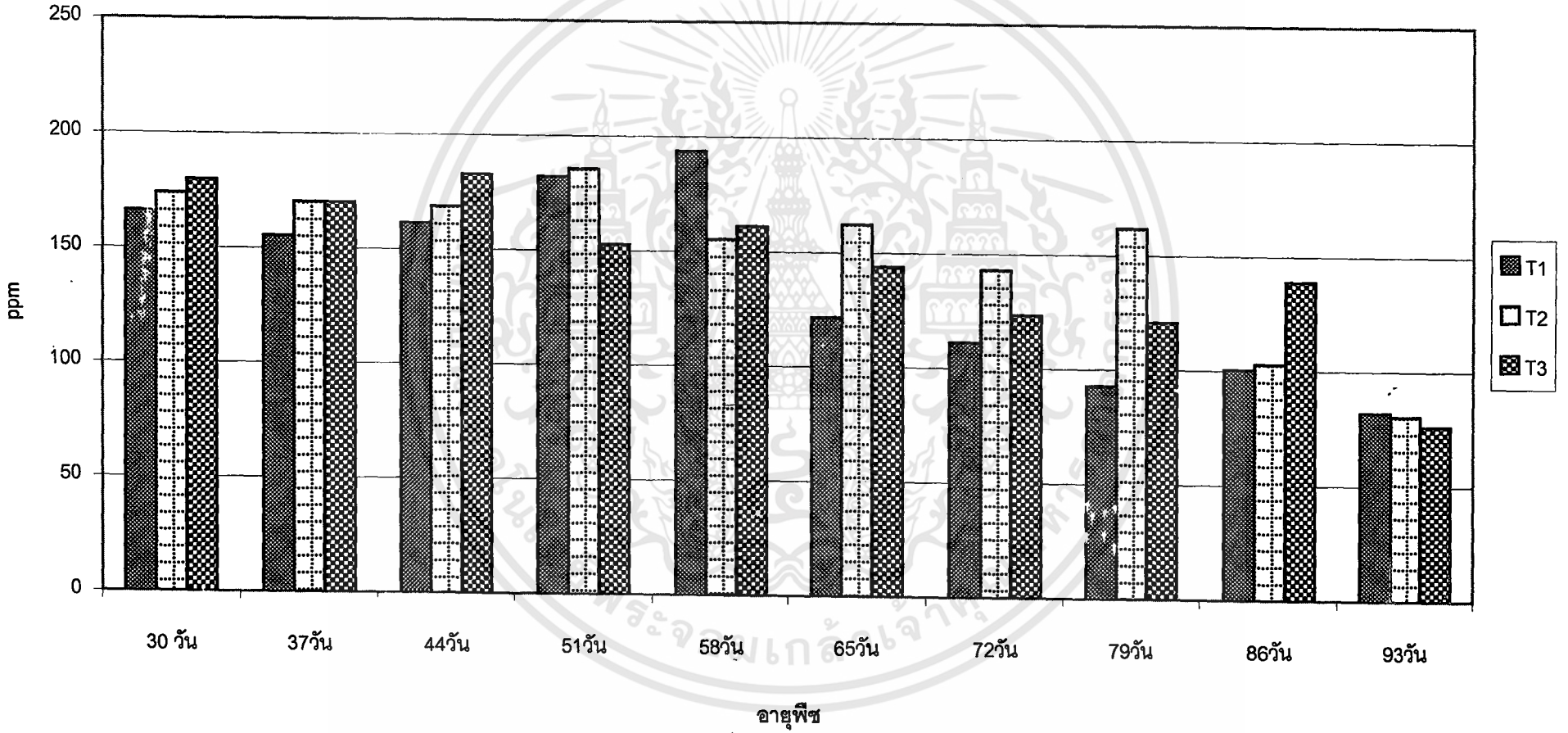
<u>กราฟภาคผนวกที่ 13</u> แผนภูมิแสดงผลการวัดคลอโรฟิลล์



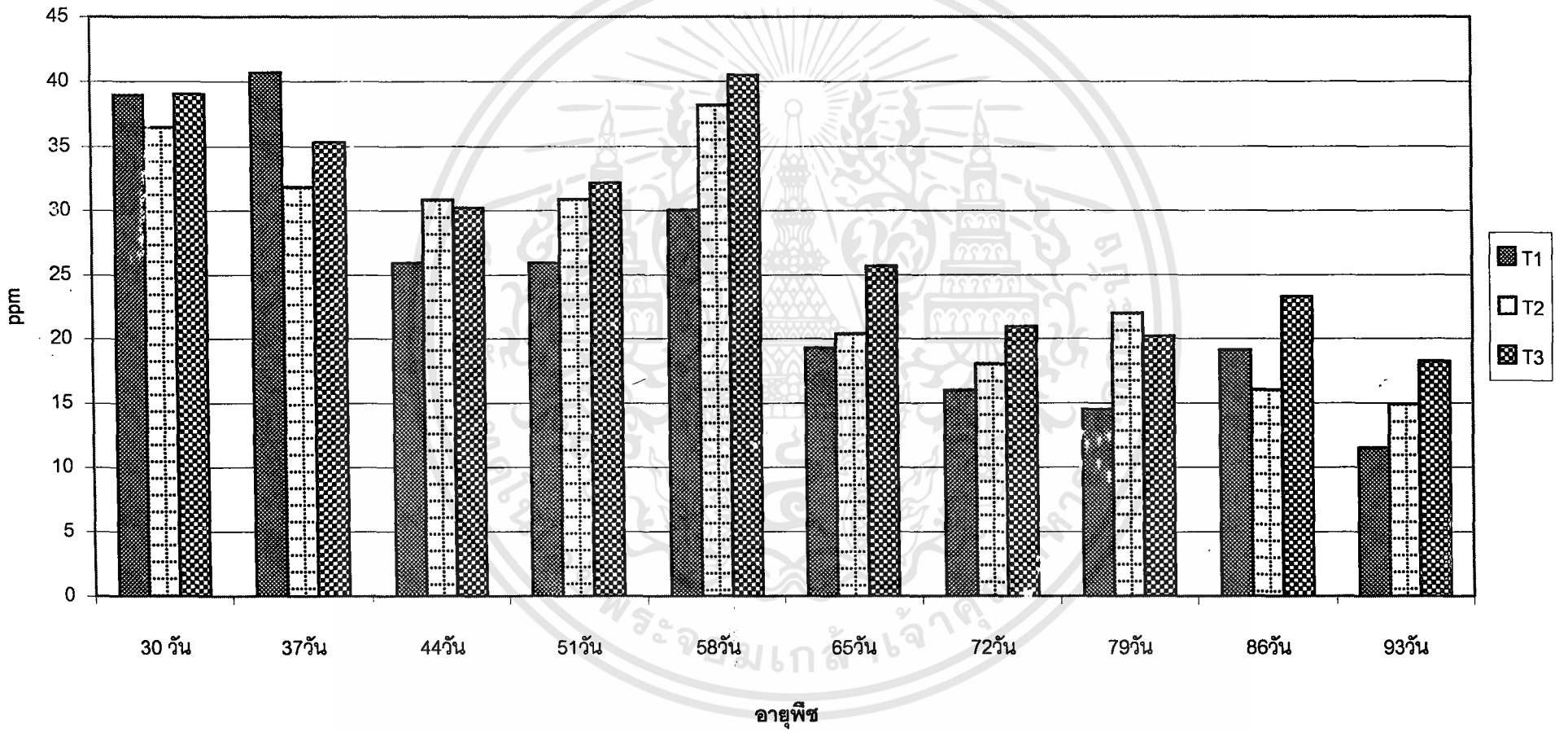
<u>กราฟภาคผนวกที่ 14</u> แสดงค่าการวิเคราะห์หาแอมโมเนียมในถังสารละลาย



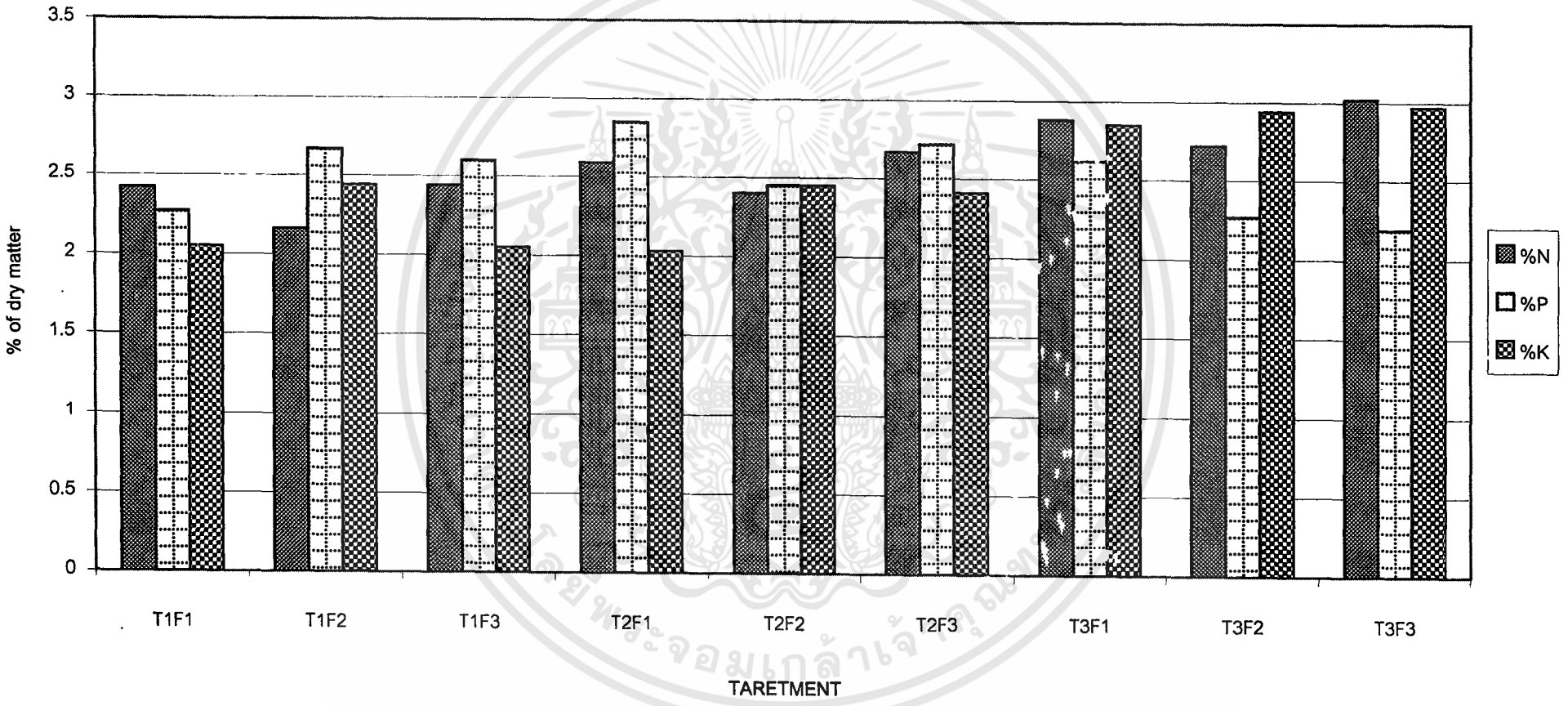
กราฟภาคผนวกที่ 15 แสดงค่าการวิเคราะห์หาไนเตรทในถังสารละลาย



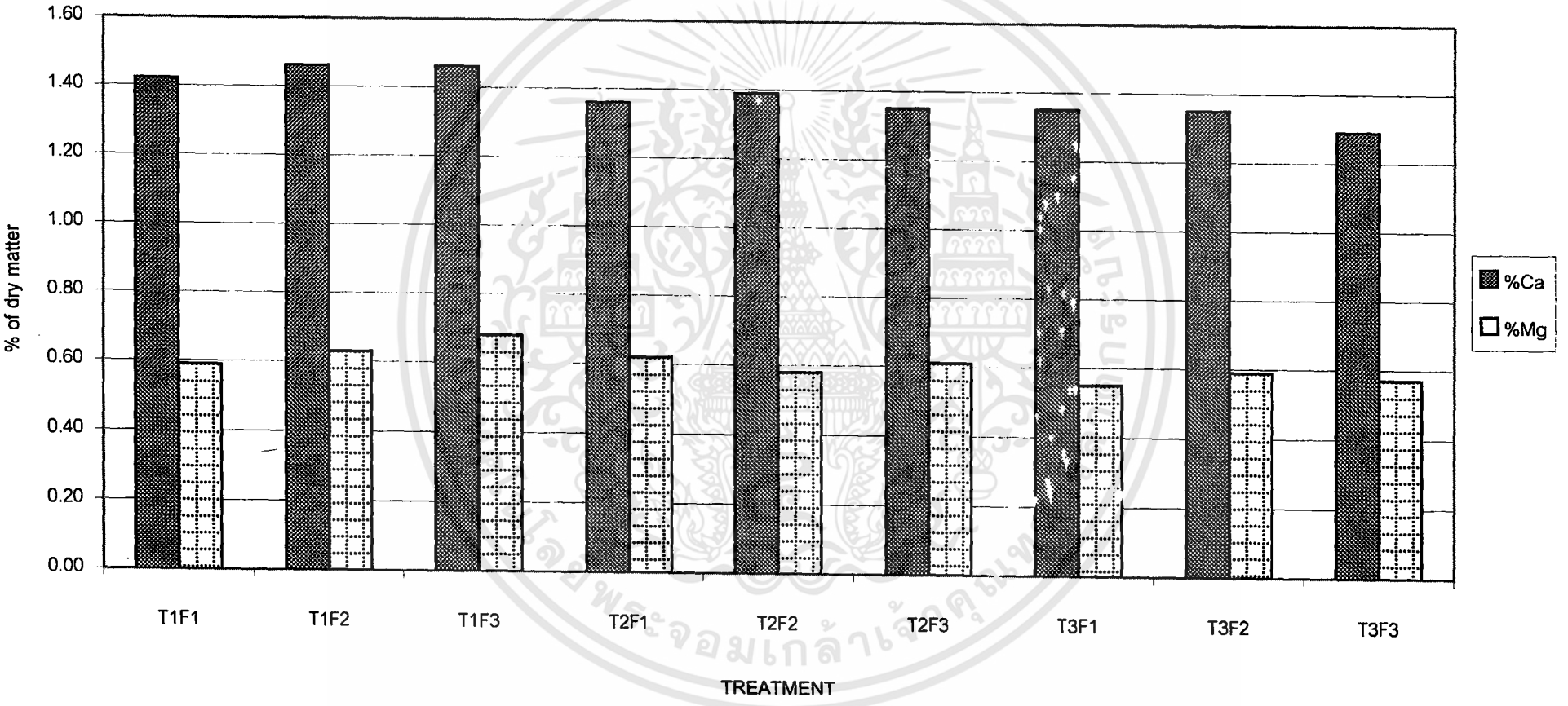
กราฟภาคผนวกที่ 16 แสดงค่าการวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสในถังสารละลาย



<u>กราฟภาคผนวกที่ 17</u> แสดงค่าการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก



กราฟภาคผนวกที่ 18 แสดงค่าการวิเคราะห์ธาตุอาหารรอง



<u>กราฟภาคผนวกที่ 19</u> แสดงค่าการวิเคราะห์จุลธาตุในพืช